

«Un modello di letteratura scientifica: colto, limpido e brillante»  
NEW YORK REVIEW OF BOOKS

Steven Pinker

# COME FUNZIONA LA MENTE





# Le Navi

---

Titolo originale: *How The Mind Works*

© 1997 by Steven Pinker

Tutti i diritti riservati.

La riproduzione di parti di questo testo con  
qualsiasi mezzo  
e in qualsiasi forma, elettronicamente o  
meccanicamente,  
tramite fotocopia, registrazione o archiviazione  
di qualsiasi tipo,  
senza l'autorizzazione scritta dell'Editore è  
severamente vietata.

Traduzione dall'inglese di Massimo Parizzi

Prima edizione digitale 2017

© 2013 Lit Edizioni Srl

Castelvecchi è un marchio di Lit Edizioni  
Sede operativa: Via Isonzo, 34 – 00198 Roma

[www.castelvecchieditore.com](http://www.castelvecchieditore.com)  
[info@castelvecchieditore.com](mailto:info@castelvecchieditore.com)

ISBN: 9788868266875

---

Steven Pinker

COME FUNZIONA LA  
MENTE

*Traduzione di Massimo  
Parizzi*

**C A S T E L V E C C H I**

# PREFAZIONE ALLA NUOVA EDIZIONE

Cinquant'anni fa il critico Philip Rieff annunciava che il Ventesimo secolo segnava l'era dell'Uomo psicologico. Questo concetto della natura umana, sosteneva, era l'ultimo di una serie storica che aveva avuto inizio con l'Uomo politico in età classica, passando poi per l'Uomo religioso nel Medioevo cristiano e approdando, infine, all'Uomo economico dell'Illuminismo. Ora, anziché comprendere noi stessi in base alla

nostra posizione sociale, al nostro rapporto con Dio o alla ricerca razionale del nostro interesse, ricorriamo alla teoria freudiana della psicanalisi e alla sua nozione di psiche complessa che oppone le pulsioni istintuali alle richieste della civiltà.

Rieff ha forse sbagliato a indicare nella psicanalisi la teoria ufficiale dell'Essere umano psicologico (come lo chiameremmo oggi). Ma ha notato profeticamente che tendiamo sempre di più a interpretare noi stessi in base al lavoro interiore della nostra mente, alla sua origine nella natura e alla sua interazione con i concetti di cultura e civiltà.

Oggi l'ideologia politica, il



sentimento religioso e il comportamento economico – tanto per citare le tre sfere di vita che definiscono per prime gli scenari della nostra autorappresentazione – vengono studiati in psicologia come manifestazioni della natura umana. Al microscopio ci sono anche la morale, l'estetica, il ragionamento, il linguaggio, le relazioni sociali e le altre ossessioni umane.

*Come funziona la mente* è il mio tentativo di sintetizzare una visione emergente della natura umana che, ritengo, stia soppiantando la psicanalisi come idea alla base dell'Essere umano psicologico. Secondo questa teoria, la mente è un sistema complesso di elaborazione di informazioni neurali che

costruisce modelli mentali del mondo fisico e sociale e persegue obiettivi connessi essenzialmente con la sopravvivenza e la riproduzione in un ambiente premoderno.

Tale sintesi si è ispirata a un complesso di idee convincenti emerse negli ultimi trent'anni: intuizioni della scienza cognitiva sulla rappresentazione mentale e i suoi relativi processi, intuizioni della biologia evolutiva riguardanti conflitti e convergenze di interesse genetico tra gli organismi sociali.

Partendo da queste basi ho tentato di mettere insieme un resoconto coerente di psicologia dell'uomo avvalendomi di teorie e dati presi da questi campi così

come dalla genetica, dalla neuroscienza e dalla psicologia sociale e della personalità. Un riassunto così inclusivo potrebbe sembrare banale, ma molti lettori non la pensarono così. Insieme ai riconoscimenti e alle recensioni gratificanti, il libro si è attirato energiche critiche dei più svariati tipi. Non mi hanno sorpreso gli attacchi della sinistra accademica, considerata l'ansia storica della sinistra verso le teorie riguardanti la natura umana e, a dire il vero, mentre scrivevo ho ripercorso un po' di questa storia e cercato di anticipare nuove obiezioni nel paragrafo *Psicologicamente correct* del primo capitolo.

Ma non avevo previsto che la destra

religiosa e culturale notasse il libro e tantomeno lo attaccasse. Invece i presupposti di partenza del libro, cioè che la mente è un prodotto del cervello e che il cervello è un prodotto dell'evoluzione – presupposti che vengono raramente menzionati e non certo sostenuti con veemenza da psicologi e neuroscienziati – vennero considerati incendiari e radicali.

Questa presa di posizione biologica rappresentava una visione materialista, amorale e priva di anima che non lasciava spazio all'etica e al significato che, dal loro punto di vista, possono essere garantiti soltanto da Dio, attraverso i suoi testi e i suoi rappresentanti terreni.

Tantomeno mi sarei immaginato il tipo di esperienza raccontata da una scrittrice del «New York Times» in un articolo sulle letture estive. Suo marito le aveva consigliato *Come funziona la mente*, e il libro, scrive:

Mi ha gettata in una crisi di fede così acuta che, al mio ritorno a casa, necessario per ritrovare un mio posto nel mondo, ho dovuto ricominciare a prepararmi per il bat mitzvah che avevo rifiutato nel 1972, all'età di tredici anni. Infatti, mentre me ne stavo a leggere all'ombra dei pini, il mio corpo aveva cominciato a fremere d'ansia, come se avessi ingerito una specie di Pepsi Cola esistenzialista mescolata, forse, a un solvente.

Non sono sicuro di aver capito

esattamente che cosa volesse dire, ma credo di aver capito che le teorie espresse nel libro stavano avendo un impatto notevole su molte tipologie di lettori.

Tenere testa a queste reazioni filosofiche, morali ed emotive richiese la stesura di un testo specifico: *Tabula rasa. Perché non è vero che gli uomini nascono tutti uguali*, pubblicato nel 2002.

*Come funziona la mente* si basa in egual misura sia sui capisaldi della scienza cognitiva che su quelli della psicologia evolutiva. Nonostante i miei sforzi più radicati, entrambi i concetti furono fraintesi da una parte non indifferente di lettori. La teoria

computazionale della mente, che è alla base della scienza cognitiva, venne equiparata all'idea che il cervello umano funziona come un computer digitale. Infatti sosterebbe semplicemente che un cervello è intelligente allo stesso modo di un computer (ossia entrambi elaborano informazioni per il raggiungimento dei loro obiettivi). La teoria dell'evoluzione basata sui replicatori che è alla base della psicologia evolutiva, equivarrebbe a dire che gli uomini cercano di diffondere i propri geni. Infatti si limiterebbe a sostenere che cerchiamo di raggiungere delle situazioni correlate, nel nostro passato evolutivo, alla propagazione dei geni dei nostri

antenati.

Delle due idee fondamentali esposte nel libro, la psicologia evolutiva è stata di gran lunga quella che ha suscitato il più violento disappunto. Nel periodo successivo all'uscita di *Come funziona la mente*, numerose pubblicazioni e articoli attaccarono il libro, molti sostenendo contemporaneamente che la teoria era infalsificabile e che era stata falsificata da questa o quella scoperta. Ho risposto ad alcuni di questi attacchi sulla mia pagina nel sito dell'università di Harvard, includendovi una recensione del libro di Jerry Fodor *La mente non funziona così*. (Il titolo della mia recensione non era, tuttavia, 'Invece sì').

Per i miei critici, la psicologia



evolutiva è tutta qui. La ricerca empirica che adotta ormai questo metodo si è diffusa enormemente, come si può evincere dal proliferare di nuove riviste e cicli di conferenze, e le sue idee portanti si sono radicate nelle discussioni attuali su quasi tutti gli argomenti di carattere psicologico. Oggi, la maggior parte delle analisi psicologiche nell'ambito della religione, la politica, la famiglia, la sessualità, i sentimenti, la morale, l'economia e l'estetica include in qualche modo un discorso sull'evoluzione, sia sulla stampa che negli ambienti accademici. Uno dei motivi è che gli psicologi evolutivi hanno inaugurato uno studio moderno e scientifico su questi

argomenti. L'altro motivo è più sostanziale: nessuna teoria scientifica può dirsi esaustiva se resta confinata al «come» e non cerca una risposta sistematica ai «perché». E quando si viene a contatto col mondo naturale, la fonte primaria di risposte ai perché è l'evoluzione – perché possediamo una facoltà psicologica, per cosa tale facoltà è stata progettata, o semplicemente perché abbiamo trovato proprio questa strada rispetto a tutte le altre possibili.

Ogni autore finisce per realizzare che i temi che spingono alla discussione la maggior parte dei lettori di un libro possono essere radicalmente diversi da quelli che lo rendono più orgoglioso. Il mio capitolo preferito è quello in cui

spiego gli autostereogrammi a punti casuali. Ho deciso di scriverlo dopo essermi imbattuto nelle illusioni dell'«Occhio magico» in libreria. Non riuscivo assolutamente a capire come funzionava e in quel momento giurai a me stesso che non avrei potuto definirmi uno psicologo finché non fossi stato in grado di spiegare il meccanismo di quell'illusione. Delle centinaia di bizzarre recensioni e delle migliaia di bizzarre lettere che il libro si è attirato, pochi ebbero da dire qualcosa su questo argomento. Una piacevole eccezione fu rappresentata da Oliver Sacks, un collega esperto della stereovisione che mi inviò, inaspettatamente, una copia della monografia del 1856 ad opera di

Sir David Brewster: *The Stereoscope: Its History, Theory and Construction*, certamente tra le sorprese più gradite che ho avuto dopo la pubblicazione del libro.

Invece di dedicarsi agli argomenti che ritenevo più interessanti, una parte sorprendente di lettori e media si focalizzarono sulle discussioni riguardanti la musica e la consapevolezza. (Forse perché comparivano nell'ultimo capitolo: gli psicologi sanno bene che la gente ricorda l'inizio e la fine di una serie meglio di quello che si trova al centro). L'idea che la musica (e la maggior parte delle forme d'arte oltre che della fiction narrativa) non è una forma di

adattamento biologico continua a essere duramente contestata, e la mia definizione *auditory cheesecake*<sup>1</sup> ottenne migliaia di cliccate su Google (la maggior parte critiche) e probabilmente apparirà sul mio necrologio. Gli autori interessati alla psicologia della musica (e dell'arte in generale) sono inflessibili nel sostenere che la musica debba essere il risultato di un adattamento biologico, o che abbia già dimostrato di essere un adattamento, o che sarebbe filisteo, volgare e immorale negare che si tratti di un adattamento. (Questi aspetti spesso coesistono con l'altrettanto ostinata certezza che nessun aspetto della psicologia sia il risultato di un

adattamento, che sia impossibile dimostrare scientificamente che qualsiasi cosa sia il risultato di un adattamento e che sia filisteo, volgare e immorale sostenere che qualcosa sia un adattamento).

Penso che quasi tutti loro abbiano frainteso il significato biologico del termine *adattamento*. Esso non si riferisce tanto a un tratto sano, prezioso, edificante o confortante quanto piuttosto a un requisito che aumenta il numero della prole sopravvissuta nella discendenza ancestrale di un organismo. I miei critici, dunque, mi sembrano molto più interessati ad affermare il valore morale, spirituale, emotivo o scientifico della musica che non ad

applicare criteri scientifici al concetto di adattamento. Quello che non hanno saputo fare è un'analisi ingegneristica, necessaria per spezzare quel circolo logico che debilita le spiegazioni dei cattivi adattazionisti. («Ciò che la gente fa dev'essere frutto di un adattamento, perché molti lo fanno»). A fronte di ciò si dovrebbe dimostrare che le specificità della musica – indipendentemente dagli effetti che sappiamo avere sugli umani – sono tali da favorire la riproduzione o la sopravvivenza nell'ecosistema che caratterizzava gli esseri umani nel corso della loro storia evolutiva.

Ma, nonostante tutta questa insistenza sul fatto che musica e arte debbano

essere adattative, nessuno l'ha mai fatto in maniera convincente. (Ho affrontato questo argomento nel dettaglio in una recensione apparsa sulla rivista «Philosophy and Literature»).

Anche la mia dissertazione sulla consapevolezza si è attirata una bella quantità di fraintendimenti. Il mio avallo alla teoria di Colin McGinn sulla chiusura cognitiva, secondo cui la mente potrebbe non essere capace di trovare soluzioni a ogni tipo di problema che pone per se stessa (una teoria che io considero la diretta conseguenza di qualsiasi approccio biologico alla capacità cognitiva umana), è stato interpretato come se stessi negando la possibilità di studiare scientificamente



la consapevolezza, o addirittura come se ne vietassi lo studio! Parte di tale fraintendimento deriva dal fatto che i commentatori non hanno capito che il fenomeno della consapevolezza solleva due ordini di problemi diversi. David Chalmers li ha denominati «il problema difficile» e «il problema facile»; io li ho chiamati rispettivamente «facoltà di sentire» e «accesso». In realtà tutte le teorie e le ricerche degli ultimi dieci anni che sostengono di voler spiegare il cosiddetto «problema difficile» (la facoltà di sentire), spiegano tutte, senza eccezione, il «problema facile» (l'accesso). E molti lettori non comprendono quella che per me è la lezione scientifica più interessante sul

mistero della facoltà di sentire: che il sentimento del mistero è esso stesso un fenomeno psicologico, e rivela qualcosa di importante sul funzionamento della mente umana. Per esempio, suggerisce che la mente afferra fenomeni complessi in termini di interazioni regolamentate tra elementi più semplici e quindi si sente frustrata quando s'imbatte in problemi di sapore olistico, come la facoltà di sentire e altri perenni rompicapo filosofici.

Dalla pubblicazione di *Come funziona la mente* molto è successo nel campo delle scienze cognitive, biologiche e sociali, e ci sono state nuove scoperte praticamente su tutti gli argomenti. Aggiornare ogni sezione con

questi nuovi dati richiederebbe una postfazione che risulterebbe più lunga di ciascun capitolo del libro, e so per esperienza che nessuno la leggerebbe. Ma ho scritto *Come funziona la mente* con un occhio ai modelli empirici generali e collaudati, che mi auguro sopravvivano alla prova del tempo, e ci sono poche discussioni che oggi tratterei in maniera diversa.

Negli ultimi dieci anni, naturalmente, ci sono stati progressi scientifici notevoli. Il più importante per la scienza cognitiva è di tipo metodologico: le ricerche sul neuroimaging, che si avvalgono di strumenti quali la Risonanza Magnetica Funzionale (fMRI) e la magnetoencefalografia, sono

esplose. Sebbene io certamente non creda che le specializzazioni psicologiche occupino porzioni di corteccia distinte, se scrivessi il libro oggi dedicherei molto più spazio alla discussione sulle reti anatomiche che stanno alla base dei principali subsistemi mentali.

Anche la genetica e la biologia evolutiva hanno conosciuto straordinari progressi metodologici. Nel 2001 si è conclusa la prima fase del progetto sul genoma umano che, tra le altre cose, ha fornito delle tecniche che permettono ai biologi di cercare impronte statistiche della selezione darwiniana su particolari geni. Una larga parte di geni presenti nel genoma umano,

probabilmente la maggioranza, sembra sia stata modellata dalla selezione, e alcuni di questi (come il gene che causa il disturbo del linguaggio) influiscono sul funzionamento della mente. In linea di principio, queste tecniche potrebbero arrivare a dimostrare un giorno, tramite un test empirico diretto, l'idea centrale di *Come funziona la mente*, e cioè che la mente è un sistema di organi di computazione selezionati naturalmente.

Ora, ovviamente, io non credo che i sistemi mentali siano «installati» dai singoli geni, non più di quanto creda che essi occupino distinte porzioni di corteccia cerebrale. Ma prevedo di trovare molti geni dai contorni irregolari con effetti specifici sulla mente (è così,

non ci sono solo geni che ci rendono più intelligenti a tutti i livelli, ma ci sono anche geni che influiscono in un qualche modo sulle emozioni o sui processi cognitivi più degli altri). E questi ultimi mostrerebbero in modo determinante i segni statistici della selezione nei modelli di variazione dentro e attraverso le specie.

C'è un pensiero scientifico in continuo sviluppo che richiederebbe una modifica dell'assunto di base del libro: il presupposto che la psicologia umana, circa diecimila anni fa, in un'epoca precedente all'invenzione dell'agricoltura, si sia biologicamente adattata a uno stile di vita basato esclusivamente sul modello cacciatore-

raccoglitore. Recenti studi sugli effetti della selezione sul genoma umano rivelano che i nostri geni negli ultimi millenni hanno subito una violenta selezione – a dire il vero, tanto dura quanto quella osservata nel mais (che pur nascendo come pianta selvatica è stato sottoposto a una coltivazione talmente selettiva da parte degli uomini da diventare irriconoscibile). Se questa recente selezione si fosse mostrata capace di agire sui geni che influenzano la mente (all'opposto di geni coinvolti, per dire, nella digestione o nella resistenza alle malattie), ciò avrebbe significato che la mente si è adattata a una mescolanza di ambienti antichi e recenti. E che la psicologia evolutiva

non è andata molto lontano: le nostre specie mostrerebbero adattamenti biologici a caratteristiche sia del nostro ambiente più recente sia di quello più antico basato sul modello cacciatore-raccoglitore.

Di profonde intuizioni sulla mente umana non ne vengono fuori spesso, ma c'è un nuovo gruppo che includerei nel libro se lo scrivessi oggi: parlo delle teorie, collegate tra loro, di Jonathan Haidt, Philip Tetlock, Alan Fiske, Paul Rozin e Richard Shweder sulla psicologia morale. Esse richiamano una serie di fenomeni psicologici come la moralizzazione, lo sbalordimento morale (*moral dumbfounding*)<sup>2</sup>, i tabù e un inventario di modelli relazionali che



definiscono le regole sociali nelle società di tutto il mondo (teorie che ho recensito nel saggio *L'istinto morale* apparso sul «New York Times Magazine» nel 2008).

Un'altra importante novità è rappresentata dall'intuizione di Geoffrey Miller e dei suoi collaboratori, secondo cui la variabilità individuale nella cognizione, nel sentimento e nella personalità potrebbe essere scaturita da due differenti processi evolutivi: l'equilibrio mutazione-selezione, nel caso dell'intelligenza e di numerosi disordini psicologici, e la selezione frequenza-dipendente, nel caso della variazione della personalità e del carattere. Includerei infine alcuni degli

affascinanti risultati della teoria del gioco evolutivo, con i suoi studi e test sperimentali sul modo in cui gli uomini gestiscono il dilemma in giochi come Ultimatum Game, Dictator Game e Public Goods Game.

Altri sviluppi della biologia meriterebbero sicuramente una discussione se dovessi scrivere il libro oggi, sebbene non comporterebbero modifiche nell'approccio generale. Tra questi vi sono l'«evo-devo»<sup>3</sup> (lo studio di come il cambiamento evolutivo si realizzi nello sviluppo embrionale dell'organismo), l'epigenetica e la plasticità neurale (analizzate a fondo in *Tabula rasa*). C'è anche stato un recente tentativo di riabilitare la teoria della

selezione di gruppo che a mio parere è stata profondamente alterata (per ragioni che ho discusso nel mio intervento su «Philosophy and Literature»).

Nonostante gli aspetti che ho tentato di puntualizzare, sono felice di constatare che in generale il libro ha suscitato una reazione molto positiva e mi ha dato un'enorme soddisfazione. *Come funziona la mente* è il testo che sono più orgoglioso di aver scritto e di certo quello che preferisco tra i miei risultati professionali. Prima di tutto per il piacere, puro e semplice, di aver portato a termine un progetto con un obiettivo così audace. Durante l'anno sabbatico che mi sono concesso per scrivere ci sono stati momenti di

sconforto in cui mi capitava di chiedermi: «Come funziona la mente? Ma cosa ti passava per la testa?».

Ma la soddisfazione più grande mi è giunta da un particolare tipo di risposte che ho ricevuto. Per ogni lettore che leggendo il libro aveva avuto la sensazione di bere una mistura di Pepsi e solvente, ce n'erano molti altri che sostenevano che *Come funziona la mente* aveva cambiato la loro vita in meglio – per esempio spingendoli a tornare a scuola o a lasciare un lavoro senza prospettive o a cercare uno scopo nella vita che non fosse soltanto fare soldi. Non necessariamente condividevano il mio particolare punto di vista, né avevano trovato un

messaggio ispiratore in una delle teorie o scoperte da me esposte. Ma il libro, dissero in molti, li aveva messi nella condizione di guardare il mondo con occhi completamente nuovi. Aveva fatto capire loro che chiunque può porsi profondi interrogativi sulla vita mentale e pensare a come rispondervi. Molti sostennero di aver cominciato a provare curiosità nei confronti di fenomeni apparentemente semplici e scontati e di essersi sentiti pronti a mettere in discussione dogmi e opinioni diffuse. Alcuni dissero che aveva aperto loro un mondo di idee, di cultura e di scienza assai più vasto di quello con cui avevano a che fare quotidianamente. Fornire uno sguardo nuovo su questo

mondo è il massimo cui un autore può ragionevolmente aspirare. Siate d'accordo o no con le affermazioni del libro, spero che nel leggerlo sarete spinti a pensare in maniera più profonda a come funziona la mente.

# I. ATTREZZATURA BASE

Perché ci sono tanti robot nelle opere di fantasia e nessuno nella vita reale? Pagherei parecchio per un robot che mettesse via i piatti e facesse semplici commissioni. Ma non avrò una simile opportunità in questo secolo, e probabilmente neanche nel prossimo. Esistono, certo, robot che saldano e dipingono a spruzzo nelle catene di montaggio, o che rotolano lungo i corridoi dei laboratori; la mia domanda, però, riguarda le macchine che camminano, parlano, vedono e pensano,

spesso meglio dei loro padroni umani. A partire dal 1920, quando Karel Capek, nel dramma *R.U.R.*, coniò il termine «robot», essi sono stati evocati con grande libertà in tante opere di fantasia: Speedy, Cutie e Dave in *Io, Robot* di Isaac Asimov, Robbie in *Il pianeta proibito*, il barattolone svolazzante in *Perduti nello spazio*, i *daleks* in *Dr Who*, Rosie the Maid in *The Jetsons*, Nomad in *Star Trek*, Hymie in *Get Smart*, i maggiordomi senza espressione e i litigiosi commercianti in *Il dormiglione*, R2D2 e C3PO in *Guerre stellari*, il Terminator del film omonimo, il capitano Data in *Generazioni*, e gli spiritosi critici cinematografici in *Mystery Science*



## *Theater 3000.*

Questo libro non si occupa di robot: si occupa della mente umana. Cercherò di spiegare che cos'è la mente, da dove è venuta, e come ci fa vedere, pensare, sentire, interagire e rispondere a vocazioni superiori quali l'arte, la religione e la filosofia. Lungo la strada cercherò di gettar luce su bizzarrie squisitamente umane. Perché i ricordi sbiadiscono? Com'è che il trucco muta l'aspetto di un volto? Da dove vengono gli stereotipi etnici, e quando sono irrazionali? Perché si va in collera? Qual è il motivo che rende pestiferi i bambini? Perché gli sciocchi s'innamorano? Che cosa ci fa ridere? E perché la gente crede negli spettri e

negli spiriti?

Ma il mio punto di partenza è il divario tra i robot nell'immaginazione e nella realtà, perché indica il primo passo da compiere per conoscere se stessi: cogliere appieno quale programma straordinariamente complesso stia dietro ad atti di vita mentale che noi diamo per scontati. Se non esistono robot umanoidi non è perché l'idea di una mente meccanica sia in sé insensata. È perché i problemi d'ingegneria che noi esseri umani risolviamo per vedere, camminare, progettare e giungere alla fine della giornata sono qualcosa di ben più arduo che sbarcare sulla Luna o tracciare la sequenza del genoma umano. La natura,

ancora una volta, ha trovato soluzioni ingegnose che i nostri ingegneri non sanno ancora duplicare. Quando Amleto dice: «Che opera d'arte è l'uomo! Com'è nobile in virtù della ragione! Quali infinite facoltà possiede! Com'è pronto e ammirevole nella forma e nel movimento!», non dobbiamo inchinarci a Shakespeare, Mozart, Einstein o Karim Abdul-Jabbar, ma a ogni bambino di quattro anni che adempie alla richiesta di riporre un giocattolo su un ripiano.

In un sistema ben progettato, le componenti sono scatole nere che svolgono le loro funzioni come per magia. È altrettanto vero per la mente. La facoltà con la quale consideriamo il mondo non ha la capacità di scrutare in

se stessa né nelle nostre altre facoltà per scoprire la molla che le fa funzionare. Il che ci rende vittime di un'illusione: che le nostre funzioni psicologiche provengano da qualche forza divina o misteriosa essenza o principio onnipotente. Nella leggenda ebraica del Golem, una figura di creta si anima quando su di essa viene inscritto il nome di Dio. L'archetipo trova eco in tante storie di robot: la statua di Galatea fu portata alla vita dalla risposta di Venere alle preghiere di Pigmaliione, Pinocchio dalla fata Turchina. Versioni moderne dell'archetipo del Golem appaiono in alcuni dei meno fantasiosi racconti di fantascienza. Tutta la psicologia umana, si dice, è spiegata da una singola,

onnipotente causa: grande cervello, cultura, lingua, socializzazione, apprendimento, complessità, auto-organizzazione, dinamica della rete neurale.

Io voglio convincervi che la nostra mente non è animata da un qualche vapore divino o da un singolo portentoso principio. La mente, come la nave spaziale *Apollo*, è designata a risolvere molti problemi di ingegneria, ed è quindi zeppa di sistemi high-tech ideati ognuno per superare i propri ostacoli specifici. Inizierò mettendo sul tavolo questi problemi, che costituiscono sia le specifiche di programma di un robot sia l'oggetto della psicologia. Credo infatti che la

scoperta, da parte della scienza cognitiva e dell'intelligenza artificiale, delle sfide tecniche superate dalla nostra quotidiana attività mentale sia una delle grandi rivelazioni della scienza, un risveglio dell'immaginazione paragonabile alla scoperta che l'universo è fatto di miliardi di galassie o che una goccia d'acqua stagnante pullula di vita microscopica.

### *La sfida dei robot*

Come si fa a costruire un robot? Lasciamo perdere capacità sovrumane come calcolare le orbite planetarie, e partiamo da quelle semplicemente umane: vedere, camminare, afferrare,

riflettere su cose e persone, progettare l'azione.

Nei film, con l'aiuto di convenzioni cinematografiche quali distorsioni con l'obiettivo a occhio di pesce o croci di collimazione, siamo messi spesso di fronte a scene viste con gli occhi di un robot. Il che, per noi, pubblico, che già disponiamo di occhi e cervelli funzionanti, va bene. Ma a un robot, con quello che ha dentro, non serve a nulla. Il robot non ospita un pubblico di omuncoli che assistono allo spettacolo e gli dicono quello che vedono. Il mondo, a poterlo vedere con gli occhi di un robot, non apparirebbe come un film decorato di croci di collimazione, ma come qualcosa del genere:

225	221	216	219	219	214	207	218	219	220	207	155	136	135
213	206	213	223	208	217	223	221	223	216	195	156	141	130
206	217	210	216	224	223	228	230	234	216	207	157	136	132
211	213	221	223	220	222	237	216	219	220	176	149	137	132
221	229	218	230	228	214	213	209	198	224	161	140	133	127
220	219	224	220	219	215	215	206	206	221	159	143	133	131
221	215	211	214	220	218	221	212	218	204	148	141	131	130
314	211	211	218	214	220	226	216	223	209	143	141	141	124
211	208	223	213	216	226	231	230	241	199	153	141	136	125
200	224	219	215	217	224	232	241	240	211	150	139	128	132
204	206	208	205	233	241	241	252	242	192	151	141	133	130
200	205	201	216	232	248	255	246	231	210	149	141	132	126
191	194	209	238	245	255	249	235	238	197	146	139	130	132
189	199	200	227	239	237	235	236	247	192	145	142	124	133
198	196	209	211	210	215	236	240	232	177	142	137	135	124
198	203	205	208	211	224	226	240	210	160	139	132	129	130
216	209	214	220	210	231	245	219	169	143	148	129	128	136
211	210	217	218	214	227	244	221	162	140	139	129	133	131
215	210	216	216	209	220	248	200	156	139	131	129	139	128
219	220	211	208	205	209	240	217	154	141	127	130	124	142
229	224	212	214	220	229	234	208	151	145	128	128	142	122
252	224	222	224	233	244	228	231	143	141	135	128	131	129
255	235	230	249	253	240	228	193	147	139	132	128	136	125
250	245	238	245	246	235	235	190	139	136	134	135	126	130
240	238	233	232	235	255	246	168	156	144	129	127	136	134

Ogni numero rappresenta la luminosità di una dei milioni di minuscole macchie che compongono il campo visivo. I numeri più piccoli



vengono dalle macchie più scure, quelli più grandi dalle più luminose. I numeri riportati sopra sono gli effettivi segnali provenienti da una telecamera elettronica portatile puntata su una mano, ma potrebbero benissimo essere anche i ritmi di attivazione di alcune delle fibre nervose che vanno dall'occhio al cervello quando qualcuno guarda una mano. Perché un cervello di robot, o un cervello umano, riconosca gli oggetti e non ci vada a sbattere contro, bisogna che macini questi numeri e indovini che genere di oggetti nel mondo hanno riflesso la luce che li ha fatti spuntare fuori. Un problema di una difficoltà umiliante<sup>1</sup>.

In primo luogo, un sistema visivo

deve localizzare dove termina un oggetto e inizia lo sfondo. Ma il mondo non è come quegli album di disegni da colorare che si danno ai bambini, con linee di contorno nere attorno a zone piatte. Il mondo, come si proietta nei nostri occhi, è un mosaico di minuscole macchie sfumate. Forse, si potrebbe pensare, il cervello visivo cerca zone in cui una trapunta di grandi numeri (una zona più luminosa) confina con una trapunta di numeri piccoli (una zona più scura). Nel quadrato di numeri riportato sopra si può individuare un confine del genere: corre diagonalmente dall'alto a destra al basso al centro. Ma, purtroppo, il più delle volte il confine di un oggetto, dove lascia via libera allo

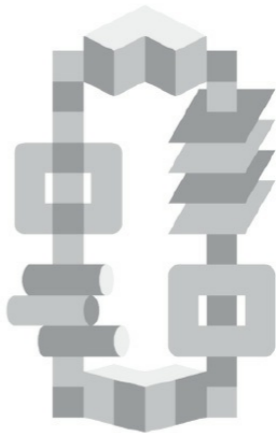
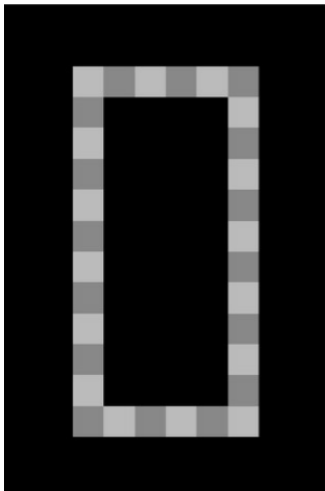
spazio vuoto, non lo si trova. La giustapposizione di numeri grandi e piccoli può derivare da molte diverse distribuzioni della materia<sup>2</sup>.

Il disegno della pagina accanto, ideato dagli psicologi Pawan Sinha e Edward Adelson, sembra mostrare una cornice di mattonelle grigio scuro e grigio chiaro su un fondo nero. In realtà, si tratta di una cornice rettangolare ritagliata in uno schermo nero, attraverso la quale si intravede parte di una scena. Nel disegno accanto, tolto lo schermo, si può osservare come ogni coppia di quadrati giustapposti chiari e scuri sia, di fatto, un particolare di una serie di figure diversamente distribuite.

Grandi numeri accanto a numeri

piccoli possono venire da un oggetto posto di fronte a un altro, da un foglio di carta scuro appoggiato su un foglio di carta chiaro, da una superficie dipinta in due tonalità di grigio, da due oggetti tangenti fra loro, da un cellofan grigio, su una pagina bianca, dall'angolo interno o esterno formato da due pareti che s'incontrano, oppure da un'ombra.

In qualche modo il cervello deve risolvere il problema uovo-o-gallina di identificare oggetti tridimensionali a partire dalle macchioline sulla retina e di determinare che cos'è ogni puntino (ombra o vernice, piega o sovrapposizione, trasparente o opaca) sapendo di che oggetto fa parte<sup>3</sup>.



Le difficoltà sono appena cominciate. Una volta scolpito il mondo visivo in oggetti, occorre sapere di che materia sono fatti, se di neve o di carbone, diciamo. A prima vista il problema appare semplice. Se i numeri grandi vengono dalle zone luminose e i piccoli

dalle scure, allora i numeri grandi saranno uguali a bianco, ovvero a neve, e i piccoli a nero, ovvero a carbone. Giusto? Niente affatto. La quantità di luce che colpisce un punto sulla retina non dipende soltanto da quanto pallido o tenebroso è l'oggetto, ma anche da quanto vivida o fioca è la luce che lo illumina. L'esposimetro di un fotografo dimostrerebbe che da un pezzo di carbone all'aperto rimbalza più luce che da una palla di neve al chiuso. È per questo che si rimane spesso delusi dalle proprie istantanee ed è così complicato fare fotografie. La macchina fotografica non mente: lasciata a se stessa, rende le scene all'aperto di latte e quelle al chiuso di fango. I fotografi, e a volte i

microchip dentro l'apparecchio, tirano fuori dalla pellicola un'immagine realistica grazie a trucchi quali i tempi di esposizione, l'apertura o chiusura del diaframma, la sensibilità della pellicola, i flash e le manipolazioni in camera oscura.

Il nostro sistema visivo fa molto meglio. In qualche modo ci permette di vedere il luminoso carbone all'aperto nero e la scura palla di neve al chiuso bianca. Il che è una bella fortuna, perché la nostra sensazione conscia di colore e luminosità corrisponde al mondo com'è piuttosto che a come si presenta all'occhio. La palla di neve è morbida, bagnata e suscettibile di liquefarsi sia al chiuso che all'aperto, e in entrambi i

casi la vediamo bianca. Il carbone è sempre duro e sporco e suscettibile di bruciare, e lo vediamo sempre nero. L'armonia tra come il mondo appare e come è dev'essere frutto della nostra genialità neurale: nero e bianco, infatti, non si annunciano semplicemente sulla retina. Nel caso siate ancora scettici, eccone una dimostrazione tratta dalla vita di tutti i giorni. Quando un televisore è spento, lo schermo è di un pallido grigio verdastro. Quando è acceso, alcuni dei puntini fosforescenti emettono luce, colorando le aree luminose dell'immagine. Ma gli altri puntini non assorbono luce e non colorano le aree scure: restano grigi. Le aree che vediamo nere sono in realtà



solo la pallida ombra del cinescopio quando era spento. La nerezza è un falso, un prodotto dei circuiti cerebrali che ci permettono normalmente di vedere il carbone come carbone. Gli ingegneri della televisione, nel progettare lo schermo, hanno sfruttato questi circuiti.

Il problema successivo è vedere in profondità. I nostri occhi appiattiscono il mondo tridimensionale in una coppia di immagini retiniche bidimensionali, e la terza dimensione dev'essere ricostruita dal cervello. Ma, nelle macchioline sulla retina, nessun segno-spia rivela quanto una superficie è lontana. Un francobollo sul palmo della mano può proiettare sulla retina lo stesso quadrato di una sedia sul lato

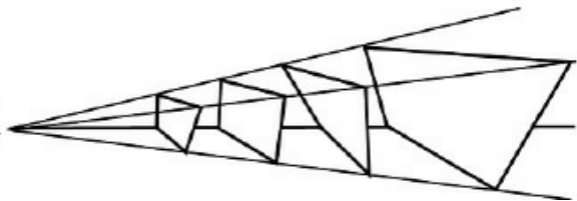
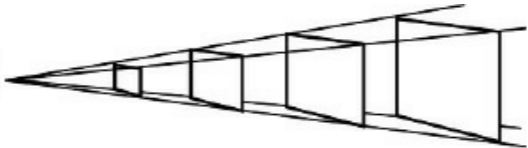
opposto della stanza o di un edificio a chilometri di distanza. Una tavola trapezoidale vista frontalmente può proiettare la stessa forma di pezzi irregolari di svariato genere tenuti inclinati.

Della forza di questo fenomeno geometrico, e del meccanismo neurale che gli tiene testa, potete rendervi conto fissando per qualche secondo una lampadina o guardando una macchina fotografica mentre lampeggia il flash: si sbianca temporaneamente una macchia sulla vostra retina. Se ora guardate la pagina che avete di fronte, l'immagine persistente vi aderisce e sembra larga qualche centimetro. Se guardate la parete, appare ben più grande. Se

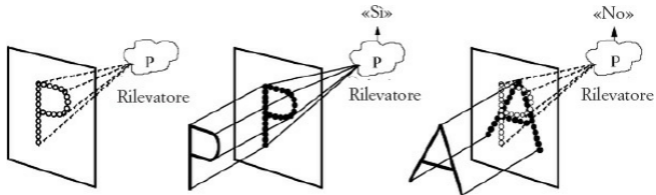
guardate il cielo, è delle dimensioni di una nuvola<sup>4</sup>.

Infine, come può un modulo di visione riconoscere gli oggetti che sono là fuori, nel mondo, in modo che il robot possa nominarli o ricordare come funzionano?

La soluzione ovvia è costruire per ogni oggetto un modello o una sagoma a ritaglio che ne duplichi la forma. All'apparire di un oggetto, la sua proiezione sulla retina combacerebbe con la sua specifica sagoma come un tassello circolare con un foro circolare.



La sagoma sarebbe etichettata con il nome della forma, in questo caso «la lettera P», e, ogni volta che una forma vi corrispondesse, la sagoma ne annuncerebbe il nome<sup>5</sup>:



Purtroppo, questo semplice marchingegno funziona male in tutti e due i possibili sensi. Vede P che non esistono; per esempio, lancia un falso allarme di fronte alla R, come nel primo riquadro qui sotto. E non vede P che esistono; non le vede, per esempio, quando sono spostate, oblique, inclinate, troppo lontane, troppo vicine o troppo fantasiose:



E questi problemi sorgono con una bella, nitida lettera dell'alfabeto. Figuriamoci se volessimo progettare un riconoscitore per una camicia, o una faccia! Certo, dopo quattro decenni di ricerche sull'intelligenza artificiale, la tecnologia relativa al riconoscimento delle forme è migliorata. Si può avere un software che passa allo scanner una pagina, riconosce la stampa e la converte con ragionevole accuratezza in un file di byte. Ma i riconoscitori di forma artificiali non possono ancora competere con quelli nella nostra testa. Prevedono mondi incontaminati, facili da riconoscere, non il viscoso e caotico mondo reale. I buffi numeri in calce agli assegni sono stati disegnati in modo da

non avere forme che possano sovrapporsi, e, perché i loro modelli li riconoscano, vengono stampati con apparecchiature speciali che li posizionano esattamente. Quando negli edifici, per sostituire i portinai, si installeranno i primi riconoscitori di facce, non cercheranno nemmeno di interpretare il chiaroscuro dei volti, ma analizzeranno i contorni rigidi dell'iride o i vasi sanguigni della retina. Il nostro cervello, invece, registra la forma di ogni faccia che conosciamo (e di ogni lettera, animale, attrezzo e così via), e la registrazione corrisponde in qualche modo a un'immagine retinica anche quando l'immagine subisce tutte le distorsioni che abbiamo esaminato. Nel

capitolo IV vedremo come il cervello riesce a compiere questa straordinaria prodezza.

Fermiamoci un attimo su un altro miracolo quotidiano: portare un corpo da un posto all'altro. Quando vogliamo che una macchina si sposti, la mettiamo su ruote. L'invenzione della ruota è citata spesso come l'impresa di cui la civiltà può andare più fiera. Molti libri di testo fanno notare che nessun animale ha sviluppato ruote, vedendovi un esempio di come l'evoluzione sia spesso incapace di trovare la soluzione ottimale a un problema di ingegneria. Ma non è affatto un buon esempio. Anche se la natura avesse potuto far



evolvere un alce su ruote, avrebbe sicuramente scelto di non farlo. È un dispositivo che funziona bene solo in un mondo di strade e binari, ma che s'incaglia quando il terreno è morbido, sdruciolevole, scosceso o irregolare. Meglio le gambe. Le ruote devono rotolare su un nastro ininterrotto, mentre le gambe possono poggiare su una serie di appigli separati: un esempio estremo è la scala. Le gambe, inoltre, possono misurare i passi in modo da rendere minimi i sobbalzi e passare sopra agli ostacoli. Anche oggi che il mondo sembra diventato un parcheggio, solo una metà circa delle terre emerse è accessibile a veicoli su ruote o cingoli, mentre quasi tutte lo sono a veicoli

dotati di piedi: gli animali, i veicoli progettati dalla selezione naturale<sup>6</sup>.

Ma le gambe chiedono un alto prezzo: il software per controllarle. La ruota, girando, cambia gradualmente punto d'appoggio e può distribuire il peso in modo continuo. La gamba deve cambiare punto d'appoggio in un colpo solo, e per farlo il peso va scaricato. I motori che controllano la gamba devono alternare il mantenimento del piede sul terreno, mentre essa porta e spinge in avanti il peso, e lo scaricamento del peso per renderla libera di muoversi. E per tutto il tempo, affinché il corpo non vacilli, devono tenerne il centro di gravità all'interno del poligono definito dai piedi. Inoltre, questi controllori devono

minimizzare lo spreco rappresentato dal moto in su e in giù, tormento di chi va a cavallo. Nei pupazzi a molla che camminano, tali problemi vengono sommariamente risolti da un'articolazione meccanica che converte la rotazione di un'asta in un movimento a passi. Ma questi giocattoli non sanno adeguarsi al terreno trovando i migliori appigli.

Anche se si risolvono questi problemi, poi, si arriva a capire solo come controllare un insetto che cammina. Con sei zampe, un insetto può sempre tenerne tre sul terreno e, nel contempo, sollevare le altre tre. È sempre stabile. Anche gli animali a quattro zampe, quando non vanno troppo

veloci, possono tenerne tre sempre aderenti al terreno. Mentre, come si è espresso un ingegnere, «la locomozione eretta a due piedi dell'essere umano sembra quasi fatta apposta per non funzionare, e perché sia praticabile esige un notevole controllo». Quando camminiamo, non facciamo che stare per cadere ed evitarlo appena in tempo. Quando corriamo, è un decollo dopo l'altro. Queste acrobazie aeree ci permettono di piantare i piedi su appigli molto o irregolarmente distanziati che non ci sorreggerebbero in stato di quiete, di farci strada lungo stretti sentieri e di saltare gli ostacoli. Ma nessuno ha ancora capito come facciamo a farlo<sup>7</sup>.

Un'altra sfida è capire come si controlla il braccio. Afferrate il paralume di una lampada da architetto e muovetelo diagonalmente in linea retta, da vicino a dove siete seduti, in basso a sinistra, a lontano da voi, in alto a destra. Mentre la lampada si muove, osservatene le aste e i perni. Benché il paralume segua una linea retta, ogni asta oscilla lungo un complicato arco, a volte in un movimento precipitoso, altre restando quasi stazionaria, a volte invertendo il moto da curvo a rettilineo. Ora, immaginate di doverlo fare al rovescio: di dovere, senza guardare il paralume, coreografare la sequenza di rotazioni attorno a ogni giunto che fanno muovere il paralume lungo una retta.

Richiederebbe un calcolo trigonometrico di spaventosa complicazione. Eppure, il braccio è una lampada da architetto, e il cervello risolve senza fatica le equazioni ogni volta che indichiamo qualcosa con il dito. E se avete mai tenuto in mano una lampada da architetto per il morsetto, potete capire che il problema è ancora più arduo di come l'ho descritto. La lampada si impenna e ricade come se avesse una mente propria; e così farebbe il braccio se il cervello, risolvendo un problema di fisica quasi insolubile, non ne compensasse il peso<sup>8</sup>.

Un'impresa ancora più degna di considerazione è padroneggiare i movimenti della mano. A far notare la

raffinata ingegneria naturale che sta dietro di essa fu, quasi duemila anni fa, il medico greco Galeno. La mano è un singolo utensile in grado di manipolare oggetti di una varietà di dimensioni, forme e pesi impressionante, da un ceppo a un chicco di miglio. «L'uomo li maneggia tutti», osservava Galeno, «come se le sue mani fossero state fatte per ognuno di essi e per quello soltanto»<sup>9</sup>. La mano può essere configurata in una presa a gancio (per sollevare un secchio), una presa a forbice (per tenere una sigaretta), una morsa a cinque ganasce (per sollevare un sottobicchiere), una morsa a tre ganasce (per tenere una matita), una morsa a due ganasce faccia contro faccia

(per infilare un ago), una morsa a due ganasce faccia contro costa (per girare una chiave), una presa a stretta (per reggere un martello), una presa a disco (per aprire un barattolo) e una presa sferica (per tenere una palla). Ogni presa richiede una precisa combinazione di tensioni muscolari che modellino la mano nella forma giusta e ve la mantengano mentre il carico oppone una forza contraria. Pensiamo di tirar su un cartone di latte. Una presa troppo leggera, e cade; troppo forte, e si schiaccia; mentre, imprimendogli un leggero dondolio, si può addirittura usare la forza di spinta e trazione delle punte delle dita come un misuratore per sapere quanto latte c'è dentro<sup>10</sup>! Non



inizierò nemmeno a parlare, poi, della lingua, un palloncino pieno d'acqua, senza ossa, che si controlla solo premendolo, capace di staccare un residuo di cibo da un dente posteriore o di esibirsi nel balletto che si chiama, appunto, scioglilingua.

«L'uomo ordinario si meraviglia delle cose straordinarie; il saggio si meraviglia della normalità». Tenendo a mente il detto di Confucio, continuiamo a guardare alle comuni azioni umane con lo sguardo spregiudicato di un progettista di robot che tenti di replicarle. Facciamo finta di avere in qualche modo costruito un robot capace di vedere e muoversi. Che cosa farà di

quello che vede? Come deciderà in che modo agire?

Un essere intelligente non può trattare ogni oggetto che vede come un'entità unica, diversa da qualunque altra nell'universo. Deve ordinare gli oggetti in categorie, in modo da poter applicare all'esemplare che ha sottomano il sapere duramente conquistato su oggetti simili, incontrati in passato.

Ma ogni volta che si cerca di programmare una serie di criteri per riconoscere i membri di una certa categoria, la categoria si disintegra. Lasciando da parte concetti sfuggenti come «bellezza» o «materialismo dialettico», prendiamo l'esempio da manuale di un concetto ben definito:

«scapolo». Uno scapolo è semplicemente, non c'è dubbio, un maschio umano adulto che non è mai stato sposato. Ma immaginiamo ora che un'amica ci chieda di invitare alla sua festa qualche scapolo. Che cosa accadrebbe a usare quella definizione per decidere quali delle seguenti persone invitare?

Arthur vive felicemente con Alice da cinque anni. Hanno una figlia di due anni e non si sono mai sposati.

Bruce stava per essere chiamato sotto le armi, e per farsi esentare s'è messo d'accordo con la sua amica Barbara e l'ha sposata civilmente. Non hanno mai vissuto insieme. Lui ha diversi flirt, e prevede di far annullare il matrimonio non appena incontrerà una donna con cui vorrà

sposarsi davvero.

Charlie ha 17 anni. Vive con i suoi genitori e fa il liceo.

David ha 17 anni. Se n'è andato di casa a 13, ha avviato una piccola attività, e ora è un giovanissimo imprenditore di successo e conduce nel suo attico una vita da playboy.

Eli e Edgar sono una coppia di omosessuali, e vivono insieme da molti anni. Faisal, secondo la legge del suo Paese, Abu Dhabi, può avere tre mogli. Ora ne ha due, ed è interessato a incontrare un'altra potenziale fidanzata. Padre Gregory è il vescovo della cattedrale cattolica di Groton upon Thames.

L'elenco, dovuto all'informatico Terry Winograd, indica che la chiara definizione di «scapolo» non coglie

quello che intendiamo noi sugli appartenenti a questa categoria<sup>11</sup>.

Sapere chi è uno scapolo non è che senso comune, ma nel senso comune non c'è niente di comune. In qualche modo bisogna che esso si faccia strada in un cervello umano o robotico. E il senso comune non è solo un'enciclopedia portatile sulla vita le cui voci possono essere dettate da un insegnante o scaricate come un enorme database. Nessun database potrebbe elencare tutto ciò che tacitamente sappiamo, e nessuno potrebbe mai insegnarcelo. Noi sappiamo che quando Irving mette il cane in macchina, il cane non è più nel giardino. Che quando Edna va in chiesa, insieme a lei ci va anche la sua testa.

Che se Doug è a casa, dev'esserci entrato attraverso qualche apertura, a meno che non ci sia nato e non sia mai uscito. Che se Sheila era viva alle nove del mattino ed è ancora viva alle cinque di pomeriggio, era viva anche a mezzogiorno. Che le zebre nella savana non portano mai mutande. Che ad aprire un barattolo di una nuova marca di burro di arachidi non si diffonderà un vapore profumato per tutta la casa. Che la gente non s'infilta nelle orecchie un termometro per controllare il grado di cottura della carne. Che un criceto è più piccolo del Kilimangiaro<sup>12</sup>.

Un sistema intelligente, insomma, non può essere imbottito di fantastiliardi di dati. Dev'essere fornito di una più

piccola lista di verità centrali e di una serie di regole per dedurne le implicazioni. Ma metter giù le regole del senso comune, come le categorie del senso comune, è tanto arduo da risultare frustrante. Anche le più semplici e chiare non riescono a catturare il nostro ragionare quotidiano. Mavis vive a Chicago e ha un figlio di nome Fred, e Millie vive a Chicago e ha un figlio di nome Fred. Ma se la Chicago in cui vive Mavis è la stessa Chicago in cui vive Millie, il Fred figlio di Mavis non è lo stesso Fred figlio di Millie. Se nella mia macchina c'è una borsa, e nella borsa un litro di latte, nella mia macchina c'è un litro di latte. Ma se nella mia macchina c'è una persona, e nella persona un litro

di sangue, sarebbe strano concluderne che nella mia macchina c'è un litro di sangue.

Anche a elaborare una serie di regole che portino solo a conclusioni sensate, usarle tutte per guidare intelligentemente il comportamento non sarebbe facile. Chi pensa non può, è chiaro, applicare solo una regola alla volta. Un fiammifero fa luce; una sega taglia il legno; una porta chiusa si apre con una chiave. Ma rideremmo a vedere un uomo accendere un fiammifero per guardar dentro una tanica di benzina, o segare il ramo su cui è seduto, o chiudere dentro la macchina le chiavi e passare l'ora successiva a chiedersi come portare a spasso la famiglia. Chi pensa deve



calcolare non solo gli effetti diretti di un'azione, ma anche i suoi effetti collaterali.

Chi pensa, tuttavia, non può nemmeno mettersi a fare predizioni su tutti gli effetti collaterali. Il filosofo Daniel Dennett ci chiede di immaginare un robot programmato per andare a prendere una batteria di ricambio in una stanza dove c'è anche una bomba a orologeria. La versione 1 del robot vede che la batteria è su un carrello, e capisce che se spinge il carrello fuori dalla stanza, ne uscirà insieme la batteria. Purtroppo sul carrello c'è anche la bomba, e il robot manca di dedurre che, spingendo il carrello fuori dalla stanza, si tirerà dietro pure la bomba. La

versione 2 è programmata per prendere in considerazione tutti gli effetti collaterali delle proprie azioni. Ha appena finito di calcolare che spingere il carrello non cambierà il colore delle pareti della stanza, e sta dimostrando che le ruote compiranno più giri di quanto sia il loro numero, quando la bomba esplode. La versione 3 è programmata per distinguere tra implicazioni pertinenti e non pertinenti. È seduta lì a ponderare milioni di implicazioni, a includere tutte quelle pertinenti in un elenco di dati da prendere in considerazione e tutte quelle non pertinenti in un elenco di dati da ignorare, quando, anche questa volta, la bomba scoppia<sup>13</sup>.

Un essere intelligente deve dedurre le implicazioni di ciò che sa, ma solo le implicazioni pertinenti. Dennett fa notare che tale esigenza pone un problema profondo non solo per la progettazione di robot, ma per l'epistemologia, l'analisi di come conosciamo. Tale problema è sfuggito a generazioni di filosofi, compiaciuti dell'illusoria facilità del loro senso comune. È solo quando i ricercatori nel campo dell'intelligenza artificiale hanno cercato di replicare il senso comune nei computer che l'ultimo foglio bianco, l'enigma, ora chiamato il «problema cornice», è venuto alla luce. Eppure, in qualche modo tutti noi risolviamo il problema cornice ogni volta che usiamo

il nostro senso comune<sup>14</sup>.

Immaginiamo di avere in qualche modo vinto queste sfide e di disporre di una macchina dotata di vista, coordinazione motoria e senso comune. Ora dobbiamo immaginarci come il robot li metterà in uso. Dobbiamo dargli dei motivi.

Che cosa vuole un robot? La risposta classica sta nelle Regole fondamentali della robotica di Isaac Asimov, «le tre regole inscritte più in profondità nel cervello positronico di un robot».

- I. Un robot non può fare del male a un essere umano o, per inazione, permettere che un essere umano soffra.
- II. Un robot deve obbedire agli ordini degli

esseri umani, tranne quando tali ordini sono in conflitto con la I legge.

III. Un robot deve proteggere la propria esistenza, finché ciò non entra in conflitto con la I o la II legge<sup>15</sup>.

Asimov ha notato con acume che l'autoconservazione, questo universale imperativo biologico, non emerge automaticamente in un sistema complesso. Deve esservi programmata (in questo caso, come III legge). Dopotutto, è altrettanto facile costruire un robot che si lasci distruggere o che elimini una disfunzione suicidandosi che costruirne uno sempre attento a se stesso. Forse, anzi, è più facile: i costruttori di robot vedono a volte con orrore le loro creature andare

allegrementemente a pezzi o spiaccicarsi contro muri, e una buona percentuale delle macchine più intelligenti del mondo sono missili Cruise e bombe intelligenti kamikaze.

Molto meno ovvio, invece, è il bisogno delle altre due leggi. Perché dare a un robot l'ordine di obbedire agli ordini? Gli ordini originari non sono sufficienti? Perché ordinare a un robot di non fare del male? Non sarebbe più facile non ordinarli mai di fare del male? C'è forse nell'universo una forza misteriosa che spinge le entità alla cattiveria, tanto che è necessario programmare un cervello positronico perché le resista? Gli esseri intelligenti sviluppano inevitabilmente un problema

di tendenze?

In questo caso Asimov, come generazioni di pensatori, come tutti noi, è stato incapace di uscire dai propri processi di pensiero per vederli come prodotti della struttura della nostra mente piuttosto che delle ineludibili leggi dell'universo. Noi non dimentichiamo mai la capacità umana di fare il male, e ci è facile perciò pensare che il male sia connaturato all'intelligenza, sia parte della sua natura. È un tema ricorrente nella nostra tradizione culturale: Adamo ed Eva che mangiano il frutto dell'albero della conoscenza, il fuoco di Prometeo e il vaso di Pandora, la furia del Golem, il patto di Faust, l'apprendista stregone di

Goethe, le avventure di Pinocchio, il mostro di Frankenstein, le scimmie assassine e l'ammutinamento di HAL in *2001, Odissea nello spazio*. Dagli anni Cinquanta a tutti gli Ottanta, innumerevoli film del genere «computer in preda a furia omicida» hanno espresso la paura popolare che gli esotici cervelli elettronici dell'epoca diventassero più intelligenti e potenti e, un giorno, si rivoltassero contro di noi.

Ora che i computer sono effettivamente diventati più intelligenti e potenti, quella paura è svanita. Gli onnipresenti computer e reti di computer di oggi avrebbero una capacità senza precedenti di fare del male, se mai dovessero mettersi su una cattiva strada.



Ma gli unici guai che combinano vengono da un imprevedibile caos o dalla malignità umana sotto forma di virus. Non ci preoccupiamo più di serial killer elettronici o di gruppi sovversivi al silicio: iniziamo a renderci conto che la cattiveria, come la vista, la coordinazione motoria e il senso comune, non nasce da sé con il computer, ma dev'esservi programmata. Il computer che fa andare WordPerfect sulla mia scrivania continuerà a mettere un paragrafo in fila all'altro: il suo software non si muterà perfidamente in qualcosa di depravato come il ritratto di Dorian Gray.

E anche se potesse, perché dovrebbe volerlo? Per ottenere quali vantaggi?

Più dischetti? Il controllo sul sistema ferroviario di una nazione? Il piacere di compiere una violenza senza senso contro il tecnico venuto a riparare la stampante laser? E non dovrebbe temere la rappresaglia del tecnico che, girando un cacciavite, potrebbe lasciarlo a cantare pateticamente *Giro giro tondo*? Una rete di computer sarebbe forse in grado di scoprire i codici di sicurezza numerici e complottare una presa del potere, ma che cosa potrebbe indurre un singolo computer a dare il via a dieci giorni che cambino il mondo, rischiando così un precoce martirio? E che cosa impedirebbe che la coalizione fosse incrinata da disertori e obiettori di coscienza al silicio? L'aggressività,

come ogni altro aspetto del comportamento umano che diamo per scontato, è un arduo problema d'ingegneria<sup>16</sup>! Ma il discorso vale anche per le motivazioni più gentili, più benevole. Come progettare un robot affinché obbedisca all'ingiunzione di Asimov di non permettere mai che, per la sua inazione, un essere umano soffra? Il romanzo di Michael Frayn *The Tin Men*, del 1965, è ambientato in un laboratorio di robotica, dove gli ingegneri dell'Ala etica, Macintosh, Goldwasser e Sinson, stanno testando l'altruismo dei loro robot. Hanno preso un po' troppo alla lettera l'ipotetico dilemma posto in ogni manuale di filosofia morale: due persone trovano

scampo in una scialuppa di salvataggio in grado di reggerne una sola; se uno dei due non si getta in acqua, moriranno entrambi. Così, mettono ognuno dei robot su una zattera insieme a un altro occupante, calano la zattera in un bacino e attendono gli eventi.

Il primo a tentare, Samaritano I, s'era spinto fuori bordo con grande prontezza, ma l'aveva fatto per salvare tutto quello che s'era trovato accanto sulla zattera, mezzo quintale di fagioli di Lima, un'ottantina di chili di alghe bagnate... Dopo parecchie settimane di discussioni, il caparbio Macintosh aveva dovuto concedere che la mancanza di discriminazione era insoddisfacente, e aveva abbandonato Samaritano I per sviluppare Samaritano II, che si sarebbe

sacrificato solo per un organismo almeno altrettanto complesso di lui. La zattera si fermò, ruotando lentamente, a pochi centimetri dall'acqua. «Calatela» gridò Macintosh.

La zattera colpì l'acqua con uno schiocco secco. Sinson e Samaritano sedevano perfettamente immobili. A poco a poco l'imbarcazione si assestò sull'acqua, e un'onda leggera iniziò a spazzarne la superficie. Subito, Samaritano si piegò in avanti e afferrò la testa di Sinson. In quattro precisi movimenti misurò le dimensioni del cranio, poi si fermò a calcolare. Infine, con uno scatto deciso, rotolò sul fianco fuori bordo e, senza esitazioni, affondò.

Ma se i robot Samaritano II arrivano a comportarsi come gli agenti morali dei libri di filosofia, che siano

effettivamente morali diviene sempre più dubbio. Macintosh spiega perché non si limita a legare una fune attorno al robot votato al sacrificio affinché sia più facile ripescarlo: «Non voglio che sappia che verrà salvato. Invaliderebbe la sua decisione di sacrificarsi... Così, ogni tanto ne lascio uno sul fondo invece di tirarlo su. Per far vedere agli altri che faccio sul serio. Ne ho depennati due, questa settimana». A riflettere su quello che ci vorrebbe per programmare la bontà in un robot si capisce non solo quanti accorgimenti ci vogliono per essere buoni, ma, per cominciare, quanto è sfuggente il concetto di bontà.

E che dire della motivazione più benevola di tutte? I computer di debole

volontà della cultura pop degli anni Sessanta non erano tentati solo da egoismo e potere, come testimonia la canzone *Automation*, da cantare sull'aria di *Fascination*, del comico Allan Sherman:

Era l'automazione, lo sai,  
Quel che alla fabbrica diceva: vai!  
Era l'IBM, era l'Univac,  
Tutti quegli ingranaggi, quei clic-clac.  
Una meraviglia, l'automazione,  
Finché è giunta in tua sostituzione  
Una macchina da dieci tonnellate.  
E un computer ci ha separati, amore,  
L'automazione mi ha spezzato il  
cuore...

Era l'automazione, m'han detto,

ed eccomi licenziato, senza tetto.

Come potevo saperlo che il 503

Lampeggiando strizzava l'occhio a me?

È solo una disfunzione, pensai,

Quando in braccio me lo trovai.

Ma non appena, cara, mi strinse forte

E «ti amerò fino alla morte» sussurrò

La spina... io staccai... di quel robot.

Ma, nonostante tutta la sua follia, l'amore non è un guasto, una disfunzione. La mente non è mai così meravigliosamente concentrata come quando si volge all'amore, e devono essere complicati calcoli a mandare a effetto la sua peculiare logica di attrazione, infatuazione, corteggiamento,



ritrosia, cedimento, abbandono, disagio, tradimento, gelosia, defezione, crepacuore. Alla fine tuttavia, come diceva mia nonna, ogni pentola trova un coperchio: la maggior parte della gente, inclusi, è significativo, tutti i nostri antenati, riesce a stare in coppia abbastanza a lungo da generare figli. Quante linee di programmazione ci vorrebbero per replicare tutto ciò<sup>17</sup>?

Progettare un robot è un po' come prendere coscienza. Noi tendiamo a passar sopra con noncuranza alla nostra vita mentale. Apriamo gli occhi, e ci si presentano circostanze familiari; comandiamo alle nostre membra di muoversi, e oggetti e corpi riprendono

ciascuno il proprio posto; ci svegliamo da un sogno, e torniamo in un mondo di confortante prevedibilità; Cupido tende l'arco, e la sua freccia scocca. Ma pensiamo al lavoro necessario perché un pezzo di materia compia tali improbabili imprese, e inizieremo a vedere attraverso il velo dell'illusione. Vista, azione, senso comune, violenza, moralità, amore non sono accidenti, né ingredienti indissolubili di un'essenza intelligente, né qualcosa di inevitabile nell'elaborazione di informazioni. Ognuno di essi è un *tour de force*, l'esito di una progettazione mirata d'alto livello. Dietro i pannelli della coscienza deve celarsi un macchinario straordinariamente complesso:

analizzatori ottici, sistemi di guida del movimento, simulazioni del mondo, database su persone e cose, programmatori di obiettivi, risolutori di conflitti e molti altri. Ogni spiegazione di come funziona la mente che faccia speranzose allusioni a qualche singola forza sovrana o a qualche elisir tipo «cultura», «apprendimento» o «auto-organizzazione», inizia a suonare vacua, non all'altezza delle domande dell'impietoso universo in cui ci aggiriamo con tanto successo.

La sfida rappresentata dal robot fa intravedere una mente dotata di una strumentazione originale; ma questa può sempre sembrare un'argomentazione da tavolino. Troviamo davvero segni di

tale complessità quando volgiamo lo sguardo direttamente ai meccanismi mentali e alle loro istruzioni di montaggio? Io credo di sì, e quello che vediamo apre la mente non meno della sfida dei robot.

Quando le aree visive del cervello sono danneggiate, per esempio, il mondo visivo non si limita a risultare annebbiato o pieno di buchi. Vengono rimossi alcuni aspetti particolari dell'esperienza visiva, mentre altri rimangono intatti. Alcuni pazienti vedono un mondo completo, ma recepiscono solo una metà di esso. Mangiano dal lato destro del piatto, si radono solo la guancia destra, e disegnano orologi con dodici numeri

schiacciati nella metà destra. Altri pazienti perdono la sensazione del colore, ma non vedono il mondo come un film «d'autore», in bianco e nero. Le superfici appaiono loro sporche, color topo, e così appetito e libido vengono meno. Altri ancora possono vedere gli oggetti cambiare posizione, ma non riescono a vederli muoversi, sindrome che, secondo un filosofo che cercò una volta di convincermi, era dal punto di vista logico impossibile! Il tè versato da una teiera non sgorga, sembra una stalattite; e la tazza non si riempie gradualmente di tè, ma è vuota e poi, di colpo, piena<sup>18</sup>.

Altri pazienti non riconoscono gli oggetti che vedono: il loro mondo è

come una calligrafia che non sanno decifrare. Eseguono un disegno fedele di un uccello, ma vi vedono un ceppo d'albero. Un accendino, finché non è acceso, è un mistero. Quando si mettono a ripulire il giardino dalle erbacce, strappano le rose. Alcuni pazienti riconoscono gli oggetti inanimati, ma non i volti. Deducono che il volto allo specchio dev'essere il loro, ma non lo riconoscono visceralmente. Prendono John F. Kennedy per Martin Luther King e, se vanno a qualche festa, chiedono alla moglie di mettersi un nastro fra i capelli perché possano riconoscerla quando è ora di andar via. Ancora più strano è il paziente che riconosce i volti, ma non le persone: nella propria moglie

vede un impostore molto molto convincente<sup>19</sup>.

Tali sindromi sono causate da un danno, in genere un ictus, a una o più delle trenta aree cerebrali che compongono il sistema visivo dei primati. Alcune aree sono specializzate in colore e forma, altre nella localizzazione di un oggetto, altre nel suo riconoscimento, altre ancora nel suo modo di muoversi. Per costruire un robot vedente, non basta dargli il mirino a occhio di pesce dei film, e non sorprende che nemmeno gli esseri umani siano stati costruiti così. Quando guardiamo il mondo, non ci accorgiamo dei tanti strati dell'apparato sottesi alla nostra unificata esperienza visiva, finché

un disturbo neurologico non ce li anatomizza<sup>20</sup>.

Un'ulteriore apertura del nostro orizzonte ce la offrono le sorprendenti somiglianze fra gemelli monozigotici, che condividono le ricette genetiche con le quali si costruisce la mente. Questa, nei due individui, è straordinariamente simile, e non solo rispetto a grossolani metri di misura come il quoziente d'intelligenza e a tratti della personalità quali nevroticità e introversione: è simile per forme di talento tipo ortografia o matematica, per opinioni su questioni come l'apartheid, la pena di morte o le madri che lavorano, per scelte di carriera, per hobby, vizi, inclinazioni religiose, gusti riguardo



all'altro sesso. I gemelli monozigotici sono ben più simili fra loro dei gemelli dizigotici, che condividono solo metà delle loro ricette genetiche, e il particolare che colpisce di più è che sono quasi altrettanto simili quando vengono allevati separatamente e quando vengono allevati insieme. Gemelli monozigotici separati alla nascita condividono tratti come l'entrare in acqua all'indietro e solo fino alle ginocchia, il non andare a votare perché non si sentono abbastanza informati, il contare in modo ossessivo tutto ciò che hanno sotto gli occhi, il diventare capitani del corpo pompieri volontari, o il lasciare in giro per casa messaggi d'amore indirizzati alla moglie.

Scoperte del genere vengono ritenute singolari, addirittura incredibili. Gettano il dubbio sull'«Io» autonomo che tutti noi sentiamo accompagnare dall'alto il nostro corpo e compiere scelte mentre procediamo lungo la vita, influenzato soltanto dal nostro passato e dalle circostanze presenti. Certo, la mente, alla nascita, non possiede ancora un equipaggiamento così minuzioso da predestinarci a far scorrere l'acqua nel water prima e dopo averlo usato, o a starnutire per scherzo in ascensori affollati, per citare altri due tratti comuni a gemelli monozigotici cresciuti separatamente. Ma in apparenza è così. Gli effetti di vasta portata dei geni sono stati documentati da una quantità di

studi, e compaiono in qualunque modo li si testi: comparando gemelli cresciuti lontani l'uno dall'altro e cresciuti insieme, gemelli monozigotici e dizigotici, figli adottivi e biologici. E, a dispetto di quanto pretendono certi critici, non si tratta di coincidenze, frodi o sottili somiglianze fra i contesti familiari (per esempio, agenzie preposte alle adozioni che affidano due fratelli monozigotici a due coppie che li incoraggino a entrare nell'oceano camminando all'indietro). I dati, naturalmente, sono suscettibili di cattive interpretazioni di vario genere, come immaginare che esista un gene preposto a lasciare messaggi d'amore in giro per casa o concludere che le persone non

siano toccate dalle loro esperienze. Inoltre, poiché questa ricerca può misurare soltanto i modi in cui le persone differiscono, dice poco sull'organizzazione della mente che tutte le persone normali hanno in comune. Ma tali scoperte, mostrando in quanti modi la mente può variare nella struttura innata, ci aprono gli occhi su quanta struttura deve avere<sup>21</sup>.

### *Un'ingegneria inversa della psiche*

Argomento di questo libro è appunto la complessa struttura della mente. La sua idea chiave può essere espressa in una frase: la mente è un sistema di organi di computazione designato per

selezione naturale a risolvere i problemi posti ai nostri antenati dalla loro condizione di cacciatori-raccoglitori, in particolare come capire e sfruttare oggetti, animali, piante e altre persone. Tale sintesi è scomponibile in più affermazioni. La mente è ciò che il cervello fa; in particolare, il cervello elabora informazioni, e pensare è una sorta di computazione. La mente è organizzata in moduli, o organi mentali, dotati ognuno di una specializzazione che ne fa un esperto in un singolo terreno d'interazione con il mondo. La logica base dei moduli è specificata dal nostro programma genetico. Il loro funzionamento si è modellato per selezione naturale in modo da risolvere i

problemi della vita di cacciatori e raccoglitori condotta dai nostri antenati durante la maggior parte della nostra storia evolutiva. I vari problemi dei nostri antenati erano sottocompiti di un unico grande problema dei loro geni: massimizzare il numero di copie capaci di giungere alla generazione successiva.

In quest'ottica, la psicologia è ingegneria inversa. Nell'ingegneria normale si costruisce una macchina per un certo scopo; nell'ingegneria inversa si cerca di capire per quale scopo una macchina è stata costruita. Ingegneria inversa è quello che fanno segretamente gli scienziati della Sony quando la Panasonic annuncia un nuovo prodotto, o viceversa: lo comprano, lo portano in

laboratorio, prendono un cacciavite e cercano di capire a cosa serve ognuno dei suoi elementi e come sono stati messi insieme per farlo funzionare. Tutti noi facciamo ingegneria inversa quando ci troviamo di fronte a un nuovo interessante aggeggio. Rovistando in un negozio di antiquariato, può capitarci di scoprire un oggetto che, finché non realizziamo a quale fine è stato fabbricato, resta impenetrabile. Ma quando ci rendiamo conto che si tratta di uno snocciolaolive, all'improvviso comprendiamo che l'anello di metallo serve a deporvi l'oliva, e la leva fa calare una lama a X che spinge fuori il nocciolo dall'altra parte. In un lampo d'intuito, forma e disposizione di molle,

perni, lame, leve e anelli acquistano, con nostra soddisfazione, senso. Arriviamo persino a capire perché le olive in scatola hanno a un'estremità un'incisione a X<sup>22</sup>.

Nel Diciassettesimo secolo William Harvey scoprì che le vene sono munite di valvole, e ne dedusse che dovevano servire a far circolare il sangue. Da allora siamo giunti a intendere il corpo come una macchina di mirabile complessità, un assemblaggio di puntoni, cavi, molle, pulegge, leve, giunti, perni, incassature, serbatoi, tubi, valvole, guaine, pompe, scambiatori, filtri. Possiamo tuttora provare una deliziosa sorpresa scoprendo a che cosa servano certe sue misteriose parti. Perché



abbiamo queste nostre tortuose e asimmetriche orecchie? Perché filtrano onde sonore provenienti da direzioni diverse in modi diversi. Le sfumature dei riflessi sonori dicono al cervello se la fonte del suono è sopra o sotto, di fronte o dietro di noi. La strategia dell'ingegneria inversa del corpo ha continuato a essere praticata nella seconda metà del nostro secolo, quando si è esplorata la nanotecnologia della cellula e delle molecole della vita. La sostanza vitale si è rivelata non un vibrante, ardente, portentoso gel, bensì un marchingegno fatto di minuscole guide, molle, perni, aste, lamine, magneti, cerniere, botole, assemblati da un nastro dati le cui informazioni sono

copiate, scaricate e analizzate<sup>23</sup>.

La legittimazione dell'ingegneria inversa degli esseri viventi viene, è naturale, da Charles Darwin. Fu lui a indicare come «organi di estrema perfezione e complessità, che giustamente suscitano la nostra ammirazione» provengano non dalla preveggenza di Dio, ma dall'evoluzione di replicatori lungo immensi periodi di tempo. Mentre i replicatori replicano, si verificano a volte casuali errori di copiatura, e quelle modifiche cui accade di accrescere il tasso di sopravvivenza e riproduzione del replicatore tendono ad accumularsi lungo le generazioni. Piante e animali sono replicatori, e il loro complicato macchinario sembra quindi

essere stato progettato e prodotto per permettere loro di sopravvivere e riprodursi.

Darwin sottolineò che la sua teoria spiegava non solo la complessità del corpo di un animale, ma anche quella della sua mente. «La psicologia si baserà su nuove fondamenta» è la famosa predizione con cui terminò *L'origine delle specie*<sup>24</sup>. Ma la sua profezia non si è ancora realizzata. Oltre un secolo dopo quelle parole, lo studio della mente perlopiù fa ancora a meno di Darwin, e spesso lo fa con intenzioni provocatorie. L'evoluzione, si dice, è irrilevante, peccaminosa o, al massimo, buona per un'elucubrazione serale davanti a un boccale di birra. Nelle

scienze sociali e cognitive l'allergia per l'evoluzionismo è stata, a mio parere, una barriera alla comprensione. La mente è un sistema stupendamente organizzato e compie grandi imprese che nessun ingegnere sa replicare. Com'è possibile che le forze che hanno modellato questo sistema, e gli scopi per i quali esso è stato progettato, siano irrilevanti per comprenderlo? Il pensiero evoluzionistico è indispensabile, non nella forma in cui molti lo intendono, tipo fantasticare di anelli mancanti o raccontare storie sugli stadi dell'uomo, ma nella forma di una rigorosa ingegneria inversa. Senza ingegneria inversa siamo come il cantante di *The Marvelous Toy*, di Tom

Paxton, quando ricorda un regalo ricevuto da bambino: «Quando si muoveva faceva *zip!*, e quando si fermava, *pop!*, e se restava immobile, *whirr!*; che cosa fosse non l'ho mai saputo, né credo che mai lo saprò».

È solo negli ultimissimi anni che la sfida di Darwin è stata raccolta da un nuovo approccio, battezzato dall'antropologo John Tooby e dalla psicologa Leda Cosmides «psicologia evolucionistica»<sup>25</sup>. La psicologia evolucionistica fonde due rivoluzioni scientifiche. Una è la rivoluzione cognitivista degli anni Cinquanta e Sessanta, che spiega la meccanica di pensiero ed emozione in termini di informazione e computazione. L'altra è

la rivoluzione nella biologia evuzionistica degli anni Sessanta e Settanta, che spiega il complesso schema di adattamento degli esseri viventi in termini di selezione fra replicatori<sup>26</sup>. Le due idee costituiscono una combinazione potente. La scienza cognitiva ci aiuta a capire come sia possibile una mente e che tipo di mente abbiamo. La biologia evuzionistica ci aiuta a capire perché abbiamo il tipo di mente che abbiamo.

La psicologia evuzionistica di questo libro è, per un verso, una chiara e semplice estensione della biologia che si concentra su un unico organo, la mente, di un'unica specie, l'*Homo sapiens*. Ma, per un altro verso, è una

tesi radicale che taglia i ponti con il modo in cui i problemi riguardanti la mente sono impostati da quasi un secolo. Le premesse di questo libro non sono probabilmente quelle che pensate. Il pensiero è computazione, sostengo, ma questo non significa che il computer sia una buona metafora della mente. La mente è una serie di moduli, ma i moduli non sono scatole incapsulate o macchie circoscritte sulla superficie del cervello. L'organizzazione dei nostri moduli mentali ha origine nel nostro programma genetico, ma questo non vuol dire che esista un gene per ogni elemento o che apprendere sia meno importante di quanto pensassimo. La mente è un adattamento frutto di selezione naturale,

ma ciò non vuol dire che tutto quanto pensiamo, sentiamo e facciamo sia un fatto di adattamento biologico. Ci siamo evoluti dalle scimmie, ma non per questo la nostra mente è uguale alla loro. E, se il fine ultimo della selezione naturale è la propagazione dei geni, ciò non vuol dire che questo sia il fine ultimo anche per le persone. Io vi dirò perché no.

Questo libro si occupa del cervello, e tuttavia non parlerò granché di neuroni, ormoni e neurotrasmettitori. E questo perché la mente non è il cervello, bensì le sue funzioni, e nemmeno tutte: non, per esempio, il metabolismo dei grassi o l'emanazione di calore. Gli anni



Novanta sono stati chiamati il «decennio del cervello», ma non ci sarà mai un «decennio del pancreas». Lo speciale status del cervello deriva dalla sua speciale funzione, che ci permette di vedere, pensare, provare sensazioni, scegliere e agire. Questa funzione speciale è l'elaborazione di informazioni, o computazione<sup>27</sup>.

Informazione e computazione risiedono in pattern, o configurazioni, di dati e in rapporti di logica che sono indipendenti dal medium fisico che li trasporta. Quando telefono a mia madre in un'altra città, il messaggio rimane lo stesso che va dalle mie labbra alle sue orecchie, anche se cambia forma fisica: da aria in vibrazione a elettricità in un

filo, a cariche nel silicio, a luce guizzante in un cavo a fibre ottiche, a onde elettromagnetiche, e ritorno seguendo il percorso inverso. Analogamente, il messaggio rimane lo stesso quando, dopo aver cambiato forma nella sua testa diventando una cascata di neuroni che si attivano e di sostanze chimiche che si diffondono attraverso sinapsi, lei lo ripete a mio padre seduto sul lato opposto del divano. Allo stesso modo, un dato programma può correre su computer fatti di tubi a vuoto, commutatori elettromagnetici, transistor, circuiti integrati, o piccioni viaggiatori ben addestrati, e ottiene gli stessi risultati per le stesse ragioni.

Tale intuizione, espressa per la prima volta dal matematico Alan Turing, dagli informatici Allen Newell, Herbert Simon e Marvin Minsky e dai filosofi Hilary Putnam e Jerry Fodor, è ora detta teoria computazionale della mente<sup>28</sup>. È una delle grandi idee della storia della cultura, perché risolve uno degli enigmi che costituiscono il «problema mente-corpo»: come connettere il mondo immateriale di significato e intenzione, l'essenza della nostra vita mentale, con un grumo di materia come il cervello. Perché Bill è salito sull'autobus? Perché voleva andare a trovare sua nonna e sapeva che l'autobus ve lo avrebbe portato. Nessun'altra risposta funziona. Se detestasse vedere sua nonna, o

sapesse che l'autobus ha cambiato percorso, il suo corpo non ci sarebbe salito. Per millenni questo è stato un paradosso. Entità quali «voler far visita alla nonna» e «sapere che l'autobus porta a casa della nonna» sono incolori, inodori e insapori. Eppure, nello stesso tempo, sono cause di eventi fisici, potenti come una palla di biliardo che ne colpisce un'altra.

La teoria computazionale della mente risolve il paradosso. Essa afferma che credenze e desideri sono informazioni, incarnate come configurazioni di simboli. I simboli sono gli stati fisici di pezzetti di materia, quali i chip di un computer o i neuroni del cervello. Essi simboleggiano cose esistenti nel mondo

perché sono attivati da quelle cose tramite i nostri organi di senso e a causa di ciò che fanno una volta attivati. Se i pezzetti di materia che costituiscono un simbolo sono disposti in modo da collidere nella maniera corretta con i pezzetti di materia che costituiscono un altro simbolo, i simboli corrispondenti a una credenza possono dare origine a nuovi simboli corrispondenti a un'altra credenza logicamente connessa, il che può dare origine a simboli corrispondenti ad altre credenze e così via. Infine, i pezzetti di materia che costituiscono un simbolo collidono con pezzetti di materia connessi ai muscoli, e si produce il comportamento. La teoria computazionale della mente ci consente

insomma di mantenere credenze e desideri nelle nostre spiegazioni del comportamento, pur radicandoli nell'universo fisico. Permette al significato di causare ed essere causato.

La teoria computazionale della mente è indispensabile nell'affrontare gli interrogativi cui vogliamo rispondere. I neuroscienziati amano far notare che tutte le parti della corteccia cerebrale appaiono più o meno simili, e non solo le diverse parti del cervello umano, ma i cervelli di animali diversi. Si potrebbe trarne la conclusione che tutta l'attività mentale in tutti gli animali sia la stessa. Ma una conclusione migliore è che non possiamo limitarci a guardare un pezzo di cervello e leggerne la logica

nell'intricato pattern di connettività che attribuisce a ogni parte la sua funzione distinta. Come tutti i libri sono materialmente solo differenti combinazioni degli stessi settantacinque caratteri circa, e tutti i film sono materialmente solo differenti pattern di cariche lungo le piste di un videotape, così il gran groviglio di spaghetti del cervello può sembrare tutto uguale a esaminarlo filo per filo. Il contenuto di un libro o di un film sta per l'appunto nella combinazione dei segni d'inchiostro o delle cariche magnetiche, e si mostra solo quando si legge il libro o si vede il film. Allo stesso modo, il contenuto dell'attività cerebrale sta nelle combinazioni di connessioni e in

quelle di attività fra i neuroni. Minime differenze nei dettagli delle connessioni possono far sì che zone di cervello d'aspetto simile implementino programmi molto diversi. Solo quando il programma è avviato, la logica diviene evidente. Scrivono Tooby e Cosmides:

Ci sono uccelli che migrano seguendo le stelle, pipistrelli dotati di ecolocazione, api che calcolano la variabilità di macchie di fiori, ragni che filano tele, esseri umani che parlano, formiche che coltivano, leoni che cacciano in branchi, ghepardi che cacciano da soli, gibboni monogami, ippocampi poliandrici, gorilla poliginici.

...Vi sono milioni di specie animali sulla Terra, ognuna dotata di una diversa serie di programmi cognitivi. Lo stesso tessuto neurale base incorpora tutti questi



programmi, e potrebbe supportarne molti altri. I dati sulle proprietà dei neuroni, dei neurotrasmettitori e dello sviluppo cellulare non possono dirci quali di questi milioni di programmi la mente umana contenga. Anche se tutta l'attività neurale è l'espressione di un processo uniforme a livello cellulare, quello che conta è la disposizione dei neuroni, per esempio in modelli di canto da uccelli o in programmi di tessitura della ragnatela<sup>29</sup>.

Il che non implica, sia chiaro, che il cervello è irrilevante per comprendere la mente! I programmi sono assemblaggi di semplici unità di elaborazione dell'informazione, minuscoli circuiti che possono eseguire addizioni, far corrispondere pattern, avviare qualche altro circuito, o compiere analoghe

elementari operazioni logiche e matematiche. I compiti che questi microcircuiti possono eseguire dipende solo dalla materia prima di cui sono fatti. I circuiti costituiti di neuroni non possono svolgere esattamente le stesse funzioni di quelli fatti di silicio e viceversa. Un circuito di silicio, per esempio, è più veloce di uno neurale, ma un circuito neurale può far corrispondere pattern più grandi. Tali differenze si fanno sentire sui programmi costruiti dai circuiti e influiscono sulla velocità e la facilità di funzionamento dei programmi stessi, anche se non determinano con precisione quali compiti svolgano. Quello che sostengo non è che il tessuto cerebrale da cui

provengono gli stimoli sia irrilevante per comprendere la mente, solo che non è sufficiente. La psicologia, l'analisi del software mentale, dovrà penetrare per un lungo tratto nella montagna prima di incontrare il tunnel scavato dai neurobiologi dall'altra parte.

La teoria computazionale della mente non coincide con la disprezzata «metafora del computer». Come hanno fatto notare molti critici, il computer è seriale, fa una cosa alla volta, mentre il cervello è parallelo, fa milioni di cose alla volta. Il computer è veloce, il cervello è lento. Le parti del computer sono affidabili, quelle del cervello piene di disturbi. Il computer ha un numero limitato di connessioni, il

cervello ne ha miliardi su miliardi. Il computer è assemblato secondo uno schema, il cervello deve assemblarsi da sé. E poi, sì, il computer è una scatola grigiastra, ha files *autoexec.bat*, fa apparire salvaschermo con esseri volanti che ti dicono buongiorno, e il cervello no. Non sostengo che il cervello sia come i computer disponibili sul mercato. Sostengo piuttosto che cervello e computer incorporino intelligenza per alcune delle stesse ragioni. Per spiegare come volino gli uccelli, ricorriamo alla forza ascensionale, alla resistenza aerodinamica e alla meccanica dei fluidi, che spiegano anche come volino gli aerei. Ma non per questo tiriamo

fuori per gli uccelli una «metafora dell'aereo», completa di reattori e bevande gratis.

Senza la teoria computazionale, capire l'evoluzione della mente è impossibile. La maggior parte degli intellettuali pensano che la mente umana debba essere in qualche modo sfuggita al processo evuzionistico. L'evoluzione, ritengono, può fabbricare solo istinti stupidi e modelli d'azione fissi: una pulsione sessuale, un impulso aggressivo, un imperativo territoriale, galline che siedono sulle uova, anatroccoli che seguono le barche. Il comportamento umano è troppo sottile e flessibile, pensano, per essere frutto dell'evoluzione; deve venire da qualche

altra parte, dalla «cultura», per esempio. Ma se l'evoluzione non ci ha dotati di impulsi irresistibili e riflessi rigidi, bensì di un computer neurale, tutto cambia. Un programma è una complessa ricetta di operazioni logiche e statistiche che procedono per comparazioni, test, rami, raccordi e sottoprogrammi inscritti in sottoprogrammi. I programmi artificiali per computer, dall'interfaccia utente del Macintosh alle simulazioni meteorologiche, ai programmi che riconoscono la voce e rispondono a domande in inglese, danno un'idea della raffinatezza e della potenza di cui la computazione è capace. Il pensiero e il comportamento umani, per quanto sottili e flessibili, potrebbero essere il frutto di

un programma estremamente complicato, programma che potremmo avere in dotazione per selezione naturale. L'imperativo tipico che viene dalla biologia non è «Dovrete...», ma «Se... allora... altrimenti».

La mente, ne sono convinto, non è un singolo organo, bensì un sistema di organi, ai quali possiamo pensare come a facoltà psicologiche o a moduli mentali. Le entità che vengono di solito evocate per spiegarla, tipo intelligenza generale, capacità di formare cultura, strategie di apprendimento multiuso, faranno la fine, non c'è dubbio, del protoplasma in biologia e di terra, aria, acqua e fuoco in fisica. Sono entità così informi, a paragone degli articolatissimi

fenomeni che dovrebbero spiegare, che bisogna attribuire loro poteri quasi magici. A porre i fenomeni sotto il microscopio, si scopre che la complessa trama del mondo di tutti i giorni è supportata non da una singola sostanza, ma da un elaborato macchinario a molti strati. I biologi hanno da tempo sostituito al concetto di un onnipotente protoplasma quello di meccanismi funzionalmente specializzati. I sistemi di organi del corpo svolgono i loro compiti perché ognuno di essi è costruito con una particolare struttura fatta su misura per la propria mansione. Se il cuore fa circolare il sangue è perché è costruito come una pompa; se i polmoni lo ossigenano è perché sono costruiti come



scambiatori di gas. Questi non possono pomparlo e quello non può ossigenarlo. La specializzazione si estende ai minimi particolari: il tessuto del cuore è diverso da quello dei polmoni, le cellule del cuore sono diverse dalle cellule dei polmoni, e molte delle molecole che costituiscono le cellule del cuore sono diverse da quelle che costituiscono le cellule dei polmoni. Se così non fosse, i nostri organi non funzionerebbero<sup>30</sup>.

Un factotum non è esperto in niente, e questo vale per i nostri organi mentali come per i nostri organi fisici. A renderlo chiaro è la sfida rappresentata dal robot. La costruzione di un robot pone numerosi problemi di software, e per risolverli sono necessari diversi

artifici.

Prendiamo il nostro primo problema, il senso della vista. Una macchina vedente deve risolvere un problema detto di ottica inversa. L'ottica ordinaria è il ramo della fisica che permette di predire come un oggetto con una certa forma, di un certo materiale e con una certa illuminazione proietti il mosaico di colori che chiamiamo immagine retinica. L'ottica la conosciamo bene, e la mettiamo in uso nel disegno, nella fotografia, nell'ingegneria televisiva e, più di recente, nella computer grafica e nella realtà virtuale. Ma il cervello deve risolvere il problema opposto. L'input è l'immagine retinica, e l'output una specificazione degli oggetti nel mondo e

di ciò di cui sono fatti, cioè, quel che sappiamo di stare vedendo. E qui sta il guaio. L'ottica inversa è ciò che gli ingegneri chiamano un «problema mal posto». Letteralmente, non ha soluzione. Come è facile moltiplicare dei numeri e annunciare il prodotto, ma impossibile prendere un prodotto e annunciare i numeri che si sono moltiplicati per ottenerlo, l'ottica è facile, ma l'ottica inversa impossibile. Eppure, è qualcosa che il nostro cervello fa ogni volta che apriamo il frigorifero per tirare fuori un barattolo. Com'è possibile<sup>31</sup>?

La risposta è che è il cervello a fornire l'informazione mancante, l'informazione sul mondo in cui ci siamo evoluti e su come esso riflette la luce.

Se il cervello visivo «assume» di vivere in un certo tipo di mondo, un mondo illuminato in modo omogeneo, composto perlopiù di parti rigide con superfici regolari e di colore uniforme, può farsi un'idea precisa su quanto si trova in quel mondo. Come abbiamo già visto, è impossibile distinguere il carbone dalla neve esaminando la luminosità delle loro proiezioni retiniche. Ma ammettiamo che esista un modulo per percepire le proprietà delle superfici, e che contenga il seguente presupposto: «Il mondo è regolarmente e uniformemente illuminato». Il modulo può risolvere il problema carbone-o-neve in tre fasi: sottrarre ogni gradiente di luminosità da un bordo della scena

all'altro; stimare il livello medio di luminosità dell'intera scena; e calcolare la tonalità di grigio di ogni macchia sottraendo la sua luminosità dalla luminosità media. Grandi scarti positivi dalla media vengono allora visti come cose bianche, grandi scarti negativi come cose nere. Se l'illuminazione è davvero regolare e uniforme, tali percezioni registreranno con accuratezza le superfici del mondo. E visto che il pianeta Terra soddisfa, più o meno, il presupposto dell'illuminazione omogenea da un'infinità di tempo, la selezione naturale avrebbe fatto bene a inscriverlo<sup>32</sup>.

Il modulo per la percezione di superfici risolve un problema insolubile,

ma a un prezzo. Il cervello ha rinunciato a ogni pretesa di essere un risolutore di problemi in generale. È stato dotato di un marchingegno che percepisce la natura delle superfici in condizioni di visione tipicamente terrestri perché è specializzato in questo problema del nostro provinciale pianeta: apportiamo qualche lieve modifica al problema stesso, e il cervello non lo risolve più. Collochiamo per esempio una persona in un mondo non ammantato di luce solare, ma illuminato da un mosaico di luci sapientemente disposte. Se il modulo per la percezione di superfici presume che l'illuminazione è uniforme, la persona avrebbe delle allucinazioni, vedrebbe oggetti che non esistono. Può

succedere? Succede tutti i giorni. Noi chiamiamo queste allucinazioni proiezioni di diapositive, film e spettacoli televisivi (completi dell'illusorio nero di cui ho già parlato). Quando guardiamo la tv, guardiamo un pezzo di vetro scintillante, ma il nostro modulo per la percezione di superfici dice al resto del cervello che stiamo vedendo persone e luoghi autentici. Il modulo è stato smascherato: esso non coglie la natura delle cose, ma si fida di un imbroglione. Questo imbroglione è iscritto tanto in profondità nell'attività del nostro cervello visivo che metterne a tacere i presupposti è impossibile. Anche a passare tutta la vita incollati alla tv, il sistema visivo non «imparerà»

mai che la televisione è un pannello di puntini fosforescenti, e noi non perderemo mai l'illusione che dietro quel pannello vi sia un mondo.

Anche gli altri moduli mentali hanno bisogno, per risolvere i loro problemi insolubili, dei propri imbrogli. Un fisico che voglia capire come il corpo si muove quando si contraggono i muscoli deve risolvere problemi di cinematica (la geometria del movimento) e dinamica (gli effetti delle forze). Ma un cervello, per capire come far contrarre i muscoli affinché il corpo si muova, deve risolvere problemi di cinematica inversa e dinamica inversa: che forze applicare a un oggetto per farlo muovere su una certa traiettoria. Come l'ottica inversa,



anche la cinematica e la dinamica inverse sono problemi mal posti. I nostri moduli motori li risolvono facendo ipotesi fuori luogo ma ragionevoli, ipotesi, naturalmente, non sull'illuminazione, ma sui corpi in movimento.

Il nostro senso comune riguardo agli altri è una sorta di psicologia intuitiva: cerchiamo di inferire convinzioni e desideri delle persone da ciò che esse fanno e, in base alle nostre intuizioni sulle loro convinzioni e i loro desideri, cerchiamo di predire ciò che faranno. La nostra psicologia intuitiva, però, deve presupporre che gli altri abbiano convinzioni e desideri; non possiamo sentire una convinzione o un desiderio

nella testa di un altro nel modo in cui sentiamo il profumo di un'arancia. Se non vedessimo il mondo sociale attraverso le lenti di un simile presupposto, saremmo come il robot Samaritano I, che si sacrifica per un sacco di fagioli, o come Samaritano II, che si getta fuori bordo per qualunque oggetto con una testa di tipo umano, anche se la testa appartiene a un grande pupazzo a molla. (Più avanti vedremo come chi soffre di una certa sindrome manchi del presupposto che le persone hanno una mente, e tratti realmente gli altri come pupazzi a molla). Anche i sentimenti d'amore per i nostri familiari recano inscritto uno specifico presupposto riguardo alle leggi del

mondo naturale, in questo caso un'inversione delle leggi ordinarie della genetica. I sentimenti familiari sono intesi ad aiutare i nostri geni a replicarsi, ma noi non possiamo vedere o fiutare i geni. Gli scienziati usano la genetica ordinaria per dedurre come i geni si distribuiscano fra gli organismi (meiosi e sessualità, per esempio, fanno sì che i figli di due persone condividano il cinquanta per cento dei loro geni); le nostre emozioni riguardo ai consanguinei usano una sorta di genetica inversa per capire quali degli organismi con cui interagiamo abbiano la probabilità di condividere i nostri geni (per esempio, se qualcuno sembra avere gli stessi vostri genitori, trattatelo come

se il suo benessere genetico corrispondesse in parte al vostro). Tornerò su questi argomenti in capitoli successivi.

La mente dev'essere fatta di parti specializzate perché deve risolvere problemi specializzati. Soltanto un angelo potrebbe essere un risolutore di problemi in generale; noi mortali non possiamo che trarre conclusioni fallibili da informazioni frammentarie. Ognuno dei nostri moduli mentali risolve il suo insolubile problema tramite un atto di fede su come funziona il mondo, tramite ipotesi indispensabili ma indifendibili: ipotesi il cui unico fondamento sta nel fatto che hanno funzionato abbastanza bene nel mondo dei nostri antenati.

La parola «modulo» fa pensare a componenti staccabili, e questo è fuorviante. È difficile che i moduli mentali siano visibili a occhio nudo come zone circoscritte sulla superficie del cervello, tipo questo o quel taglio di carne bovina sull'immagine di un manzo al supermercato. È più probabile che un modulo mentale assomigli a un rigagnolo che si distende disordinatamente su protuberanze e crepacci del cervello. O che sia frammentato in regioni connesse fra loro da fibre che le fanno funzionare come un'unità. La bellezza dell'elaborazione dell'informazione è la flessibilità della sua richiesta di territorio. Come la dirigenza di una grande industria può essere sparsa in

località collegate da una rete di telecomunicazioni, o un programma per computer può essere frammentato in parti diverse del disco o della memoria, il circuito sotteso a un modulo psicologico potrebbe essere distribuito per il cervello in modo casuale dal punto di vista dello spazio. I moduli mentali non hanno bisogno di essere rigidamente isolati l'uno dall'altro, di comunicare solo tramite poche e strette condutture. (È questo un senso specialistico della parola «modulo» che molti scienziati cognitivisti, seguendo una definizione di Jerry Fodor, hanno dibattuto)<sup>33</sup>. I moduli sono definiti non necessariamente dal tipo di informazioni che hanno a disposizione, quanto dagli

speciali compiti che svolgono con le informazioni che hanno a disposizione.

La metafora del modulo mentale è insomma un po' approssimativa; una migliore è quella, di Noam Chomsky, di «organo mentale»<sup>34</sup>. Nel corpo un organo è una struttura specializzata fatta su misura per svolgere una particolare funzione. Ma i nostri organi non si presentano in un vassoio avvolto nella plastica come cosce di pollo; sono integrati in un tutto complesso. Il corpo è composto di sistemi suddivisi in organi formati da tessuti costituiti di cellule. Alcuni tipi di tessuti, come l'epitelio, sono usati, con delle modifiche, in parecchi organi. Alcuni organi, come il sangue e la pelle, interagiscono con il

resto del corpo tramite una diffusa e intricata interfaccia, e non se ne possono tracciare i confini con una linea punteggiata. A volte non è chiaro dove finisce un organo e ne inizia un altro, o quanto dev'essere grande una parte di corpo per chiamarla un organo. (La mano è un organo? e il dito? e un osso del dito?). Ma questi sono pedanti problemi di terminologia, su cui anatomisti e fisiologi non hanno sprecato il loro tempo. Quello che è chiaro è che il corpo non è fatto di scatole di carne, ma ha una struttura eterogenea composta di molte parti specializzate. Ed è probabile che tutto ciò valga anche per la mente. Che stabiliamo o no esatti confini per le componenti della mente, è



chiaro che essa non è fatta di scatolette di carne mentali, ma ha una struttura eterogenea composta di molte parti specializzate.

I nostri organi fisici devono la loro complessa struttura all'informazione contenuta nel genoma umano, e lo stesso vale, ne sono convinto, per i nostri organi mentali. Noi non impariamo ad avere un pancreas, né impariamo ad avere un sistema visivo, o come acquisire la facoltà linguistica, il senso comune, o sentimenti di amore, amicizia e giustizia. Nessuna singola scoperta lo dimostra (come nessuna singola scoperta dimostra che la struttura del pancreas è innata), ma vi convergono molte linee

probatorie. Quella che più mi colpisce è la Sfida Robot. La mente non riuscirebbe a risolvere nemmeno uno dei grandi problemi di ingegneria che affronta di continuo se non possedesse i presupposti delle leggi vigenti in un determinato terreno di interazione con il mondo. Ogni programma elaborato dai ricercatori nel campo dell'intelligenza artificiale è stato specificamente progettato per un ambito particolare, come il linguaggio, la visione, il movimento, o uno dei tanti diversi generi di senso comune. Nella ricerca sull'intelligenza artificiale, succede a volte che l'orgoglioso padre di un programma lo decanti quale mero preannuncio di un sistema a funzioni

generalisti, di straordinaria potenza, da costruirsi nel futuro, ma perlopiù gli altri addetti ai lavori non prendono minimamente sul serio uscite propagandistiche come queste. La mia predizione è che nessuno costruirà mai un robot umanoide, e intendo un robot davvero umanoide, se non imbottendolo di sistemi computazionali fatti su misura per differenti problemi<sup>35</sup>.

Nel corso del libro ci imatteremo in altre prove che i nostri organi mentali devono il loro disegno base al nostro programma genetico. Ho già parlato di come la struttura della personalità e dell'intelligenza di gemelli monozygotici cresciuti separatamente sia in gran parte uguale; essa è quindi programmata dai

geni. Neonati e bambini piccoli, messi alla prova con metodi ingegnosi, mostrano di cogliere in età precoce le categorie fondamentali del mondo fisico e sociale, e a volte padroneggiano informazioni che non hanno mai ricevuto. Molti di noi nutrono convinzioni che sono in contraddizione con la nostra esperienza, ma che rispondevano a verità nell'ambiente in cui ci siamo evoluti, così come perseguono obiettivi che vanno contro il loro benessere, ma che in quell'ambiente giocavano a favore dell'adattamento. E, di contro alla diffusa convinzione che le culture possano variare arbitrariamente e senza limiti, la letteratura etnografica mostra

come i popoli del mondo condividano fin nei particolari la stessa psicologia universale<sup>36</sup>.

Ma il fatto che la mente abbia una complessa struttura innata non significa che l'apprendimento conti poco. Impostare il problema mettendo struttura innata e apprendimento uno contro l'altro come alternative o, il che non è molto meglio, come ingredienti complementari o forze interagenti, è un errore madornale. Non che la tesi secondo la quale fra struttura innata e apprendimento (o fra eredità e ambiente, natura e educazione, biologia e cultura) vi è interazione sia letteralmente sbagliata. Piuttosto, è una tesi che appartiene a quella categoria di idee di

così poco valore da non essere nemmeno sbagliate.

Immaginiamo il seguente dialogo:

«Questo nuovo computer ha una tecnologia sofisticatissima. Dispone di un processore da 500 MHZ, un gigabyte di RAM, un terabyte di memoria, un monitor 3-D a colori e realtà virtuale, output vocale, accesso senza fili al World Wide Web, competenza in decine di argomenti, edizioni della Bibbia, dell'*Encyclopaedia Britannica*, delle *Bartlett's Famous Quotations* e delle opere complete di Shakespeare. La sua progettazione ha preso decine di migliaia di ore di lavoro di *hackers*».

«Cioè, vuoi dire che non importa che cosa ci digito? Con tutto quello che ha dentro, quello che gli arriva da fuori non può essere molto importante. Qualunque testo

digiti, farà sempre le stesse cose».

La risposta, è evidente, non ha senso. Avere dentro un sacco di dati dovrebbe far sì che un sistema risponda agli input con più, non con meno intelligenza e flessibilità. Eppure quella risposta rende l'idea di come per secoli si è reagito all'ipotesi di una mente riccamente strutturata, high-tech.

E la posizione «interazionista», con la fobia che dimostra quando si tratta di specificare qual è la parte innata dell'interazione, non è molto migliore. Prendiamo queste affermazioni:

Il comportamento di un computer è frutto di una complessa interazione fra processore e input.

Per cercare di capire come funzioni un'automobile non vanno dimenticati né benzina né motore né guidatore. Sono tutti fattori importanti.

Il suono che esce da questo lettore cd rappresenta l'inestricabile fusione di due variabili fondamentali: struttura dell'apparecchio e disco che vi inserisci. Nessuna delle due può essere ignorata.

Queste affermazioni sono vere, ma inutili: non fanno capire niente, sono così provocatoriamente insignificanti, che sostenerle non è molto meglio che negarle. Per la mente, come per le macchine, le metafore che parlano di miscele di due ingredienti, come per un martini, o di battaglie tra forze uguali, come in un braccio di ferro, sono pervicaci modi sbagliati di pensare a un



congegno complesso designato a elaborare informazione. Certo, l'intelligenza umana implica in ogni sua parte cultura e apprendimento, ma l'apprendimento non è un gas che tutto pervade o un campo di forze, né si produce per magia. È reso possibile dal macchinario innato designato a produrlo. Affermare che esistono numerosi moduli innati significa affermare che esistono numerose macchine da apprendimento innate, ognuna delle quali apprende secondo una particolare logica. Per capire l'apprendimento abbiamo bisogno di nuovi modi di pensare che sostituiscano le metafore prescientifiche: miscele e forze, scrivere su fogli bianchi, scolpire blocchi di

marmo. Abbiamo bisogno di idee che colgano i modi in cui un congegno complesso può sintonizzarsi su aspetti imprevedibili del mondo e procurarsi i tipi di dati che gli servono per funzionare<sup>37</sup>.

L'idea che eredità e ambiente interagiscano non è sempre priva di senso, ma, a mio avviso, confonde due problemi: che cosa tutte le menti hanno in comune, e come le menti possono differire. Le insulse affermazioni di cui sopra possono essere rese intelligibili sostituendo «Come X funziona» con «Che cosa fa sì che X funzioni meglio di Y»:

*L'utilità* di un computer dipende sia dalla potenza del processore sia dalla

competenza di chi lo usa.

La *velocità* di un'automobile dipende dal motore, dal combustibile e dall'abilità del guidatore. Sono tutti fattori importanti.

La *qualità* del suono che esce da un lettore cd dipende da due variabili fondamentali: la sua struttura elettronica e meccanica, e la qualità della registrazione originale. Nessuna delle due può essere ignorata.

Quando ci interessa sapere quanto è migliore il funzionamento di un sistema rispetto a uno simile, è ragionevole che sorvoliamo sulle catene causali interne di ognuno di essi per prendere nota dei fattori che rendono il tutto veloce o lento, di alta o bassa fedeltà. È da una classifica del genere, applicata alle persone (per decidere chi debba andare

alla facoltà di Medicina e chi no, chi debba avere quel posto e chi no), che viene l'approccio natura *versus* educazione.

Ma questo libro si occupa di come funziona la mente, non del perché la mente di certe persone funzioni un po' meglio, per certi aspetti, di quella di altre. L'evidenza ci dice che, ovunque nel pianeta, gli esseri umani vedono, parlano e pensano fundamentalmente allo stesso modo. La differenza che corre fra Einstein e l'ultimo della classe è insignificante rispetto a quella fra l'ultimo della classe e il miglior robot esistente, o l'ultimo della classe e uno scimpanzé. È questo il mistero che voglio sfidare. Nulla potrebbe essere

più lontano dal mio intento di un raffronto fra i modi di sovrapporre curve a campana per giungere a qualche rudimentale indice di largo consumo come il QI. E, per questa ragione, l'importanza relativa di innato e appreso è un falso problema.

Il mettere l'accento su una progettazione innata non va confuso, però, con la ricerca di «un gene per» questo o quell'organo mentale. Pensiamo ai geni o presunti geni che hanno fatto i titoli dei giornali: geni della distrofia muscolare, della corea di Huntington, del morbo di Alzheimer, dell'alcolismo, della schizofrenia, della sindrome maniaco-depressiva, dell'obesità, degli impulsi violenti,

della dislessia, della enuresi e di qualche tipo di ritardo mentale. Sono geni di disturbi, tutti. Non si sono scoperti geni della civiltà, del linguaggio, della memoria, del controllo motorio, dell'intelligenza o di altri sistemi mentali completi, e probabilmente non se ne scopriranno mai. Il perché è stato sintetizzato da un uomo politico, Sam Rayburn, in queste parole: «Qualunque stupido può buttar giù a calci una baracca, ma per costruirne una ci vuole un carpentiere». Gli organi mentali complessi, come gli organi fisici complessi, sono indubbiamente costruiti secondo ricette genetiche a loro volta complesse, con molti geni che cooperano in modi ancora

incomprensibili. Un difetto in uno qualunque di essi può guastare l'intero congegno, proprio come un difetto di un pezzo qualunque di una macchina complicata (come, in un'automobile, una cinghia di distribuzione allentata) può farla fermare.

Le istruzioni genetiche di assemblaggio di un organo mentale non specificano ogni connessione nel cervello; non sono come lo schema dei fili di una radio fai da te. E non bisogna aspettarsi che ogni organo cresca sotto un particolare osso del cranio indipendentemente da qualunque altro fenomeno avvenga nel cervello. Il cervello e tutti gli altri organi si differenziano nello sviluppo embrionale

a partire da una palla di cellule identiche. Ogni parte del corpo, dalle unghie dei piedi alla corteccia cerebrale, assume la sua particolare forma e sostanza quando le sue cellule rispondono a informazioni di qualche genere che, nelle sue vicinanze, aprono una diversa parte del programma genetico. L'informazione può venire dal gusto della zuppa chimica in cui una cellula si trova, dalla forma delle serrature e chiavi molecolari con cui la cellula ha a che fare, dagli urti e strattoni meccanici che riceve dalle cellule vicine e da altri segnali ancora poco compresi. Le famiglie di neuroni che formeranno i diversi organi mentali, tutti discendenti di un lembo omogeneo



di tessuto embrionale, devono essere progettate per comportarsi da opportuniste mentre il cervello si assembla, afferrando ogni informazione disponibile per differenziarsi l'una dall'altra. A innescare la differenziazione possono essere le coordinate nel cranio, ma anche il pattern degli input provenienti da neuroni connessi. Visto che il cervello è destinato a essere un organo di computazione, sarebbe strano che durante il suo assemblaggio il genoma non sfruttasse la capacità del tessuto neurale di elaborare informazione.

Sappiamo che nelle aree sensoriali del cervello, dove meglio possiamo seguire le tracce di quanto avviene, i

neuroni, nelle prime fasi dello sviluppo fetale, vengono collegati in base a un'approssimativa ricetta genetica. Essi nascono nel numero giusto nei momenti giusti, migrano verso la loro sede, inviano connessioni ai loro bersagli, e si collegano ai tipi di cellule giuste nelle regioni generali giuste, tutto sotto la guida di tracciati chimici e di serrature e chiavi molecolari. Per effettuare connessioni precise, tuttavia, i neuroni neonati devono iniziare a funzionare, e il loro pattern di attivazione porta informazioni a valle, lungo la corrente, sulle loro esatte connessioni. Non si tratta di «esperienza», perché tutto può avvenire nel buio fitto dell'utero, a volte prima che bastoncini e coni funzionino, e

molti mammiferi vedono quasi perfettamente non appena nati. Si tratta, piuttosto, di qualcosa di simile a una compressione di dati genetici o a una serie di monoscopi generati internamente. Questi monoscopi possono attivare la corteccia all'estremità ricevente perché si differenzi, almeno a uno stadio del percorso, nel tipo di corteccia adatto a elaborare l'informazione in arrivo. (Per esempio, in animali a connessioni trasversali, per cui gli occhi sono connessi al cervello uditivo, quest'area mostra qualche traccia delle proprietà del cervello visivo). Come i geni controllino lo sviluppo del cervello è ancora ignoto, ma, per tracciare una ragionevole sintesi

di quanto finora sappiamo, possiamo dire che i moduli del cervello assumono la loro identità grazie a una combinazione del tipo di tessuto di cui sono costituiti in partenza, di dove sono nel cervello, e di quali pattern di input di attivazione ricevono durante i periodi critici di sviluppo<sup>38</sup>.

I nostri organi di computazione sono un prodotto della selezione naturale. Il biologo Richard Dawkins ha chiamato la selezione naturale l'Orologiaio cieco; nel caso della mente, possiamo chiamarla il Programmatore cieco. I nostri programmi mentali funzionano così bene perché sono stati modellati per selezione per consentire ai nostri

antenati di dominare rocce, utensili, piante, animali, e dominarsi l'un l'altro, al servizio in ultima istanza della sopravvivenza e della riproduzione.

La selezione naturale non è l'unica causa di mutamento evolutivo. Gli organismi mutano lungo le ere anche per accidenti statistici che fanno sì che alcuni vivano e altri muoiano, per catastrofi ambientali che spazzano via intere famiglie di creature, e per gli inevitabili sottoprodotti di mutamenti che sono frutto di selezione. Ma la selezione naturale è l'unica forza evolutiva che si comporta come un ingegnere, «progettando» organi che danno risultati, per quanto improbabili, favorevoli all'adattamento (tesi

propugnata dal biologo George Williams e da Dawkins). L'argomento da manuale a favore della selezione naturale, accettato anche da quanti ritengono che essa sia stata sopravvalutata (come il paleontologo Stephen Jay Gould), è l'occhio dei vertebrati. Come un orologio è composto di troppe parti perfettamente corrispondenti (ingranaggi, molle, perni e così via) per essere stato assemblato da un tornado o dal gorgo di un fiume, e richiede invece il progetto di un orologiaio, così l'occhio ha troppe parti perfettamente corrispondenti (cristallino, iride, retina e così via) per essere frutto di una forza evuzionistica casuale come una grande mutazione, una

tendenza statistica o il fortuito modellarsi di angoli e fessure fra altri organi. La struttura dell'occhio dev'essere un prodotto della selezione naturale di replicatori, unico non miracoloso processo naturale a nostra conoscenza capace di fabbricare macchine ben funzionanti. L'organismo appare come se fosse stato destinato a vedere bene ora perché deve la sua esistenza al successo, in passato, dei suoi predecessori nel veder bene. (Ma di questo parleremo più a lungo nel [capitolo III](#))<sup>39</sup>.

Molti riconoscono che la selezione naturale è l'artefice del corpo, ma, quando si tratta della mente, alt, si fermano. La mente, dicono, è il

sottoprodotto di una mutazione che ha ingrandito la testa, o è opera di un maldestro programmatore, o ha ricevuto la sua forma dall'evoluzione culturale piuttosto che da quella biologica. Tooby e Cosmides fanno notare una deliziosa ironia. L'occhio, questo indiscusso esempio di raffinata ingegneria della selezione naturale, non è, come qualunque vecchio organo, riducibile a ossa e carne, lontano dal mentale. Non digerisce cibi né, Superman a parte, cambia qualcosa nel mondo fisico. Qual è la funzione dell'occhio? È un organo di elaborazione dell'informazione, strettamente connesso al cervello (di cui, dal punto di vista anatomico, fa parte). E tutta la sua delicata ottica, tutti



gli intricati circuiti della retina non scaricano informazione in un orifizio spalancato e vuoto, né varcano un qualche abisso cartesiano fra mondo fisico e mondo mentale. Il ricevente di questo messaggio riccamente strutturato dev'essere un'opera di ingegneria non meno del mittente. Come abbiamo visto paragonando visione umana e visione robotica, le parti della mente che ci permettono di vedere sono in effetti un bel lavoro di ingegneria, e non c'è ragione di pensare che la qualità ingegneristica si abbassi man mano che l'informazione risale verso le facoltà che interpretano ciò che vediamo e agiscono di conseguenza<sup>40</sup>.

Il programma adattamentista in

biologia, o lo scrupoloso uso della selezione naturale per fare ingegneria inversa sulle parti di un organismo, è a volte messo in ridicolo come vuoto esercizio di spiegazione a posteriori. Nella satira del corsivista free-lance Cecil Adams, «la ragione per cui i nostri capelli sono castani è che questo permetteva alle scimmie nostre antenate di nascondersi fra le noci di cocco». Certo, le cattive «spiegazioni» evoluzionistiche non mancano. Perché gli uomini evitano di chiedere informazioni per strada? Perché ad avvicinare un estraneo i nostri antenati maschi rischiavano di farsi ammazzare. A che serve la musica? A riunire la comunità. Perché si è evoluta la felicità?

Perché avere attorno persone felici è bello, e quindi esse hanno attratto più alleati. Qual è la funzione dell'umorismo? Di alleviare la tensione. Perché si tende a sopravvalutare la possibilità di sopravvivere a una malattia? Perché aiuta a operare con efficacia nella vita.

Pensierini del genere suonano faciloni e zoppicanti insieme, ma non perché osino cercare di spiegare evolucionisticamente come funzionano certe parti della mente, bensì perché lo fanno male. Innanzi tutto, chi pensa così spesso non si preoccupa di stabilire i fatti. Qualcuno ha mai verificato che alle donne piaccia chiedere informazioni per strada? In una società di predatori una

donna, ad avvicinare un estraneo, non avrebbe rischiato nulla? Poi, anche a stabilire i fatti, in quel modo si cerca di spiegare un fatto enigmatico dandone per scontato un altro non meno enigmatico, il che non ci porta da nessuna parte. Perché rumori ritmici riuniscono una comunità? Perché piace stare con gente felice? Perché l'umorismo allevia la tensione? Gli autori di quelle spiegazioni trattano certe parti della nostra vita mentale come talmente ovvie (e ovvie, in fin dei conti, lo sono per tutti noi, qui dentro le nostre teste) da non richiedere alcuna spiegazione. Ma tutte le parti della mente, ogni reazione, ogni piacere, ogni gusto, entrano in gioco quando cerchiamo di spiegarne

l'evoluzione. Noi saremmo potuti evolvere come il robot Samaritano I (il suicida per i fagioli), o come gli scarabei stercorari, che devono trovare lo sterco delizioso, o come il masochista della vecchia barzelletta (masochista: «Picchiami!», sadico: «No!»).

Una buona spiegazione adattamentista deve poggiare su un'analisi ingegneristica indipendente dalla parte della mente che si cerca di spiegare. L'analisi inizia con un obiettivo da raggiungere e un mondo di cause ed effetti in cui raggiungerlo, e prosegue specificando che tipo di progetti sono più adatti di altri per raggiungerlo. Purtroppo, per quanti pensano che i dipartimenti di un'università riflettano

ragionevoli divisioni del sapere, questo significa che gli psicologi devono guardare al di là della psicologia se vogliono spiegare a cosa servano le parti della mente. Per capire la vista dobbiamo guardare all'ottica e ai sistemi visivi dei computer. Per capire il movimento dobbiamo guardare alla robotica. Per capire i sentimenti sessuali e familiari dobbiamo guardare alla genetica mendeliana. Per capire la cooperazione e il conflitto dobbiamo guardare alla matematica dei giochi e ai modelli economici<sup>41</sup>.

Una volta procurateci le specifiche di programma di una mente ben progettata, possiamo controllare se l'*Homo sapiens* ha una mente del genere. Prima facciamo

esperimenti e indagini per appurare i dati di fatto di una facoltà mentale, poi vediamo se la facoltà corrisponde alle specifiche: se dà segni di precisione, complessità, efficienza, affidabilità e specializzazione nel risolvere il problema a essa assegnato, specie in confronto al gran numero di progetti alternativi biologicamente sviluppabili.

La logica dell'ingegneria inversa guida le ricerche sulla percezione visiva da oltre un secolo, e forse è per questo che capiamo la visione meglio di quanto capiamo qualunque altra parte della mente. Non c'è alcuna ragione perché l'ingegneria inversa guidata dalla teoria evoluzionistica non debba farci penetrare anche in altre zone mentali. Un

esempio interessante è una nuova teoria della biologa Margie Profet sui disturbi, nausea e vomito specie mattutini, che accompagnano la gravidanza. Molte donne incinte ne soffrono, ed evitano certi cibi. Questo disturbo è in genere liquidato come un effetto collaterale degli ormoni, ma non si vede perché gli ormoni debbano provocare nausea e avversione per i cibi piuttosto che, diciamo, iperattività, aggressività o lussuria. Altrettanto insoddisfacente è la spiegazione freudiana secondo cui tali disturbi rappresentano la ripugnanza che la donna prova per il marito e il suo inconscio desiderio di abortire il feto oralmente.

La Profet è partita dall'ipotesi che



nausea e vomito debbano dare qualche vantaggio suscettibile di compensare lo svantaggio di una produttività e alimentazione più scarse. Di solito la nausea è una protezione contro l'ingerimento di tossine: il cibo velenoso viene espulso dallo stomaco prima che possa fare troppo danno, e il nostro desiderio di cibi simili sarà nel futuro minore. Forse quei disturbi della gravidanza proteggono le donne dall'ingerire o digerire cibi con tossine suscettibili di nuocere al feto durante lo sviluppo. Nonostante gli slogan dei negozi di alimentazione «sana e naturale», non c'è nulla di particolarmente sano nei cibi naturali. Al cavolo, creatura darwiniana, non

piace essere mangiato più di quanto piaccia a noi, e siccome non ha molti mezzi per difendersi con l'azione, ricorre alla guerra chimica. La maggior parte delle piante hanno sviluppato nei loro tessuti decine di tossine: insetticidi, insettifughi, irritanti, paralizzanti, veleni e altri generi di sabbia da gettare negli ingranaggi degli erbivori. Gli erbivori, a loro volta, hanno sviluppato delle contromisure, per esempio il fegato per rendere atossici i veleni e il senso del gusto che chiamiamo amaro per togliere ogni desiderio, in futuro, di ingerirne. Ma le comuni difese rischiano di non essere sufficienti a proteggere un minuscolo embrione.

Può darsi che tutto ciò, finora, non

suoni molto meglio della teoria dell'«aborto orale», ma a sostegno della sua ipotesi la Profet ha sintetizzato centinaia di studi, condotti indipendentemente l'uno dall'altro e dal suo. E ha fornito una scrupolosa documentazione a conferma che: 1) tossine vegetali in dosi tollerate dagli adulti possono provocare, se ingerite da donne incinte, fetopatie o aborto; 2) i disturbi della gravidanza hanno inizio quando i sistemi di organi dell'embrione sono in fase di sviluppo e l'embrione è più vulnerabile ai teratogeni (agenti chimici suscettibili di provocare malformazioni fetali), ma cresce con lentezza e ha un bisogno modesto di sostanze nutritive; 3) i disturbi della

gravidanza svaniscono quando i sistemi di organi dell'embrione sono quasi completi e il suo bisogno maggiore è di sostanze nutritive che gli consentano di crescere; 4) le donne che soffrono di disturbi della gravidanza evitano selettivamente i cibi amari, piccanti, molto saporiti e i cibi nuovi, quelli che di fatto è più probabile contengano tossine; 5) durante i disturbi della gravidanza il senso dell'odorato si acuisce moltissimo, e diviene in seguito meno forte del solito; 6) i popoli di raccoglitori e cacciatori (tra cui, presumibilmente, i nostri antenati) corrono un rischio ancora maggiore di ingerire tossine vegetali, perché, piuttosto che di piante domestiche per

essere gradevoli al palato, si cibano di piante selvatiche; 7) i disturbi della gravidanza sono universali, si riscontrano in tutte le culture umane; 8) le donne che soffrono di disturbi della gravidanza più forti corrono meno il rischio di abortire; 9) le donne che soffrono di disturbi della gravidanza più forti corrono meno il rischio di generare bambini con malformazioni o anomalie. La corrispondenza fra come un sistema di fabbricazione di bambini in un ecosistema naturale dovrebbe funzionare e come funzionano le sensazioni delle donne moderne è impressionante, e dà una certa fiducia sulla giustezza dell'ipotesi della Profet<sup>42</sup>.

La mente umana è un prodotto dell'evoluzione, quindi i nostri organi mentali o sono presenti anche nella mente delle scimmie (e forse di altri mammiferi e vertebrati), o sono frutto di un superamento, di una revisione della mente delle scimmie, in particolare degli antenati comuni di esseri umani e scimpanzé che vivevano circa sei milioni di anni fa in Africa. Ce lo ricordano molti titoli di libri sull'evoluzione umana: *La scimmia nuda*, *La scimmia elettrica*, *La scimmia profumata*, *La scimmia sbilenca*, *La scimmia acquatica*, *La scimmia pensante*, *La scimmia umana*, *La scimmia che parlava*, *Il terzo scimpanzé*, *Il primate eletto*. Alcuni dei

loro autori sono dei militanti dell'idea che fra esseri umani e scimpanzé ci sia ben poca differenza, e che mettersi a sottolineare talenti specificamente umani vuol dire fare dell'arrogante sciovinismo o equivale al creazionismo. Per certi lettori questa è una *reductio ad absurdum* dell'affresco evoluzionistico. Se la teoria dice che l'uomo «è nel migliore dei casi solo una scimmia rasata», come si esprimono Gilbert e Sullivan in *Princess Ida*, non si spiega il fatto evidente che la mente degli uomini è diversa da quella delle scimmie.

Noi siamo in effetti scimmie nude e sbilenche, ma ciò non toglie che abbiamo una mente ben diversa da quella delle scimmie. Lo smisurato

cervello dell'*Homo sapiens* è, da qualunque punto di vista lo si consideri, uno straordinario adattamento. Ci ha permesso di abitare ogni ecosistema della Terra, di rimodellare il pianeta, di andare a spasso sulla Luna e di scoprire i segreti dell'universo fisico. Gli scimpanzé, con tutta la loro vantata intelligenza, sono una specie minacciata, abbarbicata a qualche macchia di foresta, che vive come milioni di anni fa. E quando ci chiediamo il perché di questa differenza meritiamo qualcosa di più che sentirci ripetere che condividiamo la maggior parte del DNA con gli scimpanzé e che piccoli mutamenti possono produrre grandi effetti. Trecentomila generazioni e fino a



dieci megabyte di informazione genetica potenziale sono sufficienti a ristrutturare in misura considerevole una mente. Senza contare che questa è probabilmente più facile da ristrutturare del corpo: il software è più facile da modificare dell'hardware. Non dovrebbe sorprenderci scoprire negli esseri umani nuove impressionanti abilità cognitive, di cui il linguaggio è solo la più evidente.

Nulla di tutto ciò è incompatibile con la teoria dell'evoluzione. L'evoluzione è un processo conservatore, certo, ma non può esserlo più di tanto, altrimenti saremmo tutti delle spirogire. La selezione naturale introduce nei discendenti delle differenze perché li

dota di specializzazioni che li adattano a differenti nicchie. In qualunque museo di Storia naturale si trovano esempi di organi complessi che sono monopolio di una specie o di un gruppo di specie correlate fra loro: la proboscide dell'elefante, la zanna del narvalo, i fanoni della balena, il becco dell'ornitorinco, la corazza dell'armadillo. Spesso essi evolvono rapidamente, in termini geologici. La prima balena, per evolvere dall'antenato che aveva in comune con i suoi più vicini parenti viventi, ungulati come la mucca e il maiale, ci ha messo qualcosa come dieci milioni di anni. Sulla scia dei libri sull'evoluzione umana, un libro sulle balene potrebbe portare il titolo di

*La mucca nuda*, ma sarebbe deludente se passasse ogni pagina a meravigliarsi delle somiglianze fra balene e mucche, senza trovare mai un po' di tempo per occuparsi degli adattamenti che le fanno così diverse<sup>43</sup>.

Dire che la mente è un adattamento evoluzionistico non significa dire che ogni comportamento è adattivo in senso darwiniano. La selezione naturale non è un angelo custode che volteggi sulle nostre teste per assicurarsi che il nostro comportamento massimizzi sempre la salute biologica. Fino a tempi recenti gli scienziati di tendenza evoluzionistica si sentivano in dovere di rendere conto di fatti che sembrano dei suicidi

darwiniani, come il celibato, l'adozione e la contraccezione. Forse, azzardavano, celibi e nubili hanno più tempo per tirar su grandi nidiate di nipotini e nipotine, propagando così più copie dei loro geni che se avessero figli propri. Esercizi mentali del genere non sono però necessari. Le ragioni per cui non lo sono, articolate per la prima volta dall'antropologo Donald Symons, distinguono la psicologia evuzionistica dalla scuola di pensiero degli anni Settanta e Ottanta detta sociobiologia (benché le due impostazioni abbiano anche molte cose in comune)<sup>44</sup>.

Innanzitutto, la selezione opera su migliaia di generazioni. Per il novanta

per cento dell'esistenza umana, gli uomini hanno vissuto da cacciatori e raccoglitori in piccole bande nomadi. I nostri cervelli sono adattati a quel modo di vivere morto e sepolto, non alle nuove civiltà agricole e industriali. Non sono programmati per far fronte a folle anonime, alla scuola, alla lingua scritta, al governo, alla polizia, ai tribunali, agli eserciti, alla medicina moderna, alle istituzioni sociali ufficiali, all'alta tecnologia e altri nuovi venuti nell'esperienza umana. E poiché la mente moderna è adattata all'età della pietra, non a quella del computer, non c'è alcun bisogno di sforzarsi di trovare spiegazioni adattive di tutto quanto facciamo. Nel nostro ambiente

ancestrale non c'erano le istituzioni che oggi ci spingono a scelte non-adattive, come gli ordini religiosi, le agenzie di adozione e le società farmaceutiche, quindi fino a tempi recentissimi non c'è mai stata una pressione della selezione a resistere a quegli stimoli. Se nella savana del pleistocene vi fossero stati alberi di pillole contraccettive, forse ci saremmo evoluti in modo da fuggirne terrorizzati come di fronte a un ragno velenoso<sup>45</sup>.

In secondo luogo, la selezione naturale non è un burattinaio che tira i fili del comportamento con le sue mani. Opera progettando il generatore del comportamento: quel pacchetto di meccanismi di elaborazione di

informazione e perseguimento di obiettivi chiamati mente. La nostra mente è progettata per generare comportamenti che sarebbero stati adattivi, in media, nel nostro ambiente ancestrale, ma ogni specifica azione compiuta oggi è effetto di decine di cause. Il comportamento è l'esito di una lotta interna fra molti moduli mentali, e si gioca sulla scacchiera di opportunità e vincoli definita dai comportamenti altrui. Poco tempo fa, sulla copertina di «Time», si poteva leggere: «Adulterio: ce l'abbiamo nei geni?». È una domanda senza senso, perché né l'adulterio né alcun altro comportamento può essere nei geni. Un desiderio di relazioni adulterine potrebbe anche essere un

prodotto indiretto dei nostri geni, ma un desiderio può essere sopraffatto da altri desideri, anch'essi prodotti indiretti dei geni, come il desiderio di godere della fiducia della propria moglie. E, anche se nella lotta senza quartiere nella mente quel primo desiderio prevalesse, non potrebbe essere soddisfatto e trasformarsi in comportamento finché non arrivasse un partner in cui a sua volta quel desiderio avesse prevalso. Il comportamento in sé non si è evoluto; a evolversi è stata la mente.

L'ingegneria inversa è possibile solo se si ha una qualche idea dello scopo per il quale il congegno è stato progettato. Non si capisce lo



snocciolaolive finché non si capisce che è stato progettato per snocciolare le olive, non per fare da fermacarte o esercitare il polso. Gli scopi del progettista vanno cercati per ogni parte di un congegno complesso e per il congegno nel suo insieme. Le automobili hanno una componente, il carburatore, progettata per miscelare aria e benzina, e miscelare aria e benzina è un sottoscopo dello scopo ultimo, far viaggiare la gente. Benché il processo della selezione naturale non abbia in sé uno scopo, esso ha evoluto entità che (come l'automobile) sono altamente organizzate per raggiungere certi scopi e sottoscopi. Per fare ingegneria inversa della mente bisogna discernerele e

identificare nel suo progetto lo scopo ultimo. La mente umana è stata in ultima istanza progettata per creare bellezza? Per scoprire la verità? Per l'amore e il lavoro? Per l'armonia con gli altri esseri umani e con la natura?

La risposta è fornita dalla logica della selezione naturale. Lo scopo ultimo per raggiungere il quale è stata progettata la mente è la massimizzazione del numero di copie dei geni che l'hanno creata. La selezione naturale si preoccupa soltanto del destino a lungo termine di entità che si replicano, di entità cioè che mantengono un'identità stabile attraverso molte generazioni di copie. Essa predice solo che i replicatori i cui effetti tendono ad aumentare la

probabilità della loro propria replicazione finiranno per predominare. Quando poniamo domande tipo «Chi o che cosa si suppone che tragga beneficio da un adattamento?», o «Un progetto nelle cose viventi è un progetto *per che cosa?*», la risposta della teoria della selezione naturale è: replicatori stabili a lungo termine, geni. Persino i nostri corpi, i nostri sé, non sono i beneficiari ultimi della nostra progettazione. Come ha detto Gould: «Che cos'è il “successo riproduttivo individuale” di cui parla Darwin? Non può essere il passaggio del corpo di uno alla generazione successiva, perché proprio non puoi portartelo dietro, in questo senso soprattutto!». Il criterio con il quale i

geni vengono scelti è la qualità dei corpi che costruiscono, ma saranno i geni ad arrivare alla generazione successiva, non i corpi perituri, che vengono chiamati a vivere e lottare solo per qualche giorno.

Benché non manchi qualche resistenza (anche dello stesso Gould), la visione nell'ottica del gene predomina nella biologia evoluzionistica, e ha ottenuto uno straordinario successo. Ha posto, e sta trovandone le risposte, i più profondi interrogativi sulla vita, per esempio su come ha avuto origine, sul perché esistono le cellule, perché esistono i corpi, perché c'è il sesso, com'è strutturato il genoma, perché gli animali interagiscono socialmente, perché esiste

la comunicazione. È indispensabile per chi studia il comportamento animale come le leggi di Newton lo sono per gli ingegneri meccanici<sup>46</sup>.

Ma la teoria è quasi sempre fraintesa. Al contrario di quanto ritiene l'opinione popolare, la teoria dell'evoluzione incentrata sul gene non implica che obiettivo di ogni sforzo umano sia la diffusione dei propri geni. Con l'eccezione di quel medico che praticava l'inseminazione artificiale con il proprio seme, dei donatori che riforniscono la banca dello sperma dei premi Nobel, e di qualche altro stravagante, nessun essere umano (né animale) si dà da fare per disseminare i propri geni. La teoria è stata spiegata da

Dawkins in un libro intitolato *Il gene egoista*, una metafora scelta con cura. Non è la gente a disseminare egoisticamente i propri geni; sono i geni a disseminare egoisticamente se stessi. E lo fanno costruendo in un certo modo il nostro cervello. Facendoci godere la vita, la salute, il sesso, gli amici, i figli, i geni comprano un biglietto della lotteria per essere rappresentati nella prossima generazione, con probabilità che erano favorevoli nell'ambiente in cui ci siamo evoluti. I nostri scopi sono sottoscopi dello scopo ultimo dei geni, replicarsi. Ma il loro e i nostri scopi sono diversi. I nostri, consci o inconsci che siano, non hanno nulla a che fare con i geni; hanno a che fare con la salute,

l'amore, i figli, gli amici.

La confusione fra i nostri scopi e quelli dei geni ha dato origine a un pasticcio dopo l'altro. Il recensore di un libro sull'evoluzione della sessualità obietta che l'adulterio umano, a differenza dell'equivalente animale, non può essere una strategia per disseminare i geni, perché gli adulteri prendono misure per prevenire la gravidanza. Ma l'argomento è la strategia di chi? Il desiderio sessuale non è una strategia delle persone per disseminare i loro geni. Serve alle persone per raggiungere il piacere sessuale, il quale a sua volta è la strategia dei geni per diffondersi. Se poi i geni non si diffondono, è perché noi siamo più furbi di loro. Un libro

sulla vita emotiva degli animali lamenta che, se per i biologi l'altruismo non è altro che dare aiuto ai consanguinei e scambiarsi favori, cose che fanno entrambe l'interesse dei geni, non è davvero altruismo, ma una sorta di ipocrisia. Anche questo è un equivoco. Come a una cianografia non corrispondono necessariamente edifici blu, così ai geni egoisti non corrispondono necessariamente organismi egoisti. Come vedremo, a volte l'azione più egoista che un gene può fare è costruire un cervello altruista. I geni sono teatro nel teatro, non il monologo interiore degli attori.

*Psicologicamente correct*



La psicologia evoluzionistica di questo libro è una presa di distanza dalla visione della mente umana dominante nella nostra tradizione intellettuale, etichettata da Tooby e Cosmides come «Modello standard delle scienze sociali» (MSSS). L'MSSS propone una divisione fondamentale fra biologia e cultura. La biologia dà in dotazione agli esseri umani cinque sensi, qualche impulso come la fame e la paura e una generica capacità di apprendimento. Ma l'evoluzione biologica, secondo l'MSSS, è stata soppiantata dall'evoluzione culturale. La cultura è un'entità autonoma che realizza il suo desiderio di perpetuarsi creando aspettative e assegnando ruoli,

arbitrariamente variabili da una società all'altra. Anche i riformatori dell'MSSS hanno accettato tale impostazione dei problemi. La biologia è «solo importante quanto» la cultura, dicono questi riformatori; la biologia impone dei «vincoli» al comportamento, e ogni comportamento è un incontro di biologia e cultura<sup>47</sup>.

L'MSSS non è divenuto solo un'ortodossia intellettuale, ha acquisito autorità morale. Quando i sociobiologi iniziarono a metterlo in discussione, la reazione fu di una ferocia insolita anche per gli standard dell'invettiva accademica. A un convegno scientifico, al biologo E.O. Wilson fu rovesciata addosso una brocca d'acqua ghiacciata,

gli studenti presero in mano il megafono per chiederne a gran voce le dimissioni e affissero inviti a sabotarne a urla le conferenze. Furibondi manifesti e denunce di centinaia di pagine furono pubblicati da organizzazioni con nomi come «Scienza per il popolo», «Campagna contro il razzismo», «Il QI e la società di classe». In *Il gene e la sua mente*, Richard Lewontin, Steven Rose e Leon Kamin hanno lasciato cadere insinuazioni sulla vita sessuale di Donald Symons e hanno manipolato una legittima affermazione di Richard Dawkins trasformandola in una insensata. (Parlando dei geni, Dawkins ha detto: «Essi ci creano, corpo e mente»); gli autori lo hanno ripetutamente

citato facendogli dire: «Ci controllano, corpo e mente»). Pubblicando un articolo sulla genetica del comportamento (che studia i gemelli, i gruppi familiari e i figli adottivi), lo «Scientific American» lo ha intitolato *Eugenetica rivisitata*, allusione allo screditato movimento per migliorare il corredo genetico umano. E, occupandosi di psicologia evoluzionistica, ha pubblicato un articolo dandogli il titolo di *I nuovi darwinisti sociali*, allusione al movimento del Diciannovesimo secolo che giustificava le ineguaglianze sociali come una forma di saggezza della natura. Persino un'illustre ricercatrice nel campo della sociobiologia, la primatologa Sarah

Blaffer Hrdy, ha detto: «Mi domando se sia bene insegnare la sociobiologia a livello di scuole superiori, o anche di università... Il messaggio complessivo della sociobiologia va in direzione del successo dell'individuo. È machiavellico, e a meno che uno studente non abbia una struttura morale già ben salda, insegnandola rischieremmo di produrre dei mostri sociali. S'accorda perfettamente con l'etica yuppie "prima di tutto vengo io"»<sup>48</sup>.

Al divertimento si sono unite intere associazioni di studiosi, prendendo posizione su problemi empirici che ci si aspetterebbe piuttosto di vedere dibattuti in laboratorio e sul campo. Uno dei

documenti su cui si fonda l'MSSS è il ritratto di una Samoa idillica ed egualitaria tracciato da Margaret Mead e, quando l'antropologo Derek Freeman dimostrò che la descrizione dei fatti della Mead era inficiata da errori madornali, l'American Anthropological Association decise per votazione, in assemblea, di denunciare la scoperta di Freeman come non scientifica<sup>49</sup>.

Nel 1986, nel corso di un incontro su «Cervello e aggressività», venti cultori di scienze sociali stesero la Dichiarazione di Siviglia sulla violenza, successivamente adottata dall'UNESCO e sottoscritta da numerose organizzazioni scientifiche. Essa affermava di voler «impugnare un certo

numero di pretese scoperte biologiche che sono state usate, anche da alcuni nelle nostre discipline, per giustificare la violenza e la guerra»:

*È scientificamente scorretto* dire che abbiamo ereditato una tendenza a fare la guerra dai nostri antenati animali.

*È scientificamente scorretto* dire che la guerra o qualunque altro comportamento violento è geneticamente programmato nella nostra natura umana. *È scientificamente scorretto* dire che nel corso dell'evoluzione umana c'è stata una selezione a favore del comportamento aggressivo più che a favore di altri tipi di comportamento.

*È scientificamente scorretto* dire che gli esseri umani hanno un «cervello violento».

*È scientificamente scorretto* dire che la guerra è causata da un «istinto» o da una

qualunque singola motivazione...  
Concludiamo che la biologia non condanna  
l'Umanità alla guerra, e che l'Umanità può  
affrancarsi dalla schiavitù del pessimismo  
biologico e affrontare con fiducia i  
compiti di trasformazione richiesti  
nell'Anno internazionale della pace e negli  
anni a venire<sup>50</sup>.

Quali certezze morali possono aver  
spinto questi studiosi a manipolare  
citazioni, censurare idee, attaccare *ad  
hominem* chi propone idee, diffamarli  
tracciando nessi infondati con  
movimenti politici ripugnanti e  
mobilitare potenti istituzioni per  
legiferare su quanto è corretto e quanto è  
scorretto? Tali certezze vengono  
dall'opposizione a tre affermazioni che



implicherebbero l'idea di una natura umana innata.

Primo, se la mente ha una struttura innata, persone diverse (o classi, sessi, razze diverse) potrebbero avere strutture innate diverse. Il che giustificherebbe la discriminazione e l'oppressione.

Secondo, se comportamenti odiosi come l'aggressione, la guerra, lo stupro, lo spirito di fazione e il perseguimento di status e ricchezza sono innati, allora sono «naturali», quindi buoni. E anche se vengono giudicati discutibili, sono nei geni e non possono essere cambiati, perciò ogni tentativo di riforma sociale è futile.

Terzo, se il comportamento è causato dai geni, gli individui non possono

essere ritenuti responsabili delle loro azioni. Se lo stupratore segue l'imperativo biologico a disseminare i suoi geni, non è colpa sua.

A parte forse qualche cinico avvocato difensore e un manipolo di stravaganti che è improbabile leggano manifesti sulla «New York Review of Books», nessuno, di fatto, ha mai tratto conclusioni dementi del genere. Ma esse, si suppone, sono estrapolazioni che le masse incolte potrebbero compiere, e vanno soppresse le idee pericolose. In realtà, il problema di quei tre argomenti non è che le loro conclusioni sono così ripugnanti che a nessuno dovrebbe essere permesso di avvicinarsi alla china che vi porta. Il

problema è che una china del genere non c'è: sono argomenti le cui premesse non portano a quelle conclusioni. Per esporli basta prendere in esame la logica delle teorie e separare i problemi morali da quelli scientifici.

Non intendo dire con questo che gli scienziati debbano perseguire la verità nella loro torre d'avorio, senza lasciarsi distrarre da considerazioni etiche e politiche. Ogni atto umano che coinvolge un altro essere umano rientra nel campo della psicologia, come rientra nel campo della filosofia morale, ed entrambi sono importanti. Ma non sono la stessa cosa. Il dibattito sulla natura umana è stato intorbidato da pigrizia intellettuale, da una scarsa disponibilità a produrre

argomentazioni morali quando sorgono problemi di quel tipo. Piuttosto che ragionare a partire da principi su diritti e valori, si è avuta la tendenza a comprare un pacchetto morale bell'e fatto (in genere New Left o marxista), o a darsi a manovre di corridoio a favore di un ritratto della natura umana tutto buoni sentimenti, che ci risparmiasse la fatica di dover dibattere problematiche etiche.

L'equazione morale, nella maggior parte delle discussioni sulla natura umana, è semplice: innato uguale destra uguale male. Molti programmi fondati sull'idea di ereditarietà, è vero, sono stati di destra, e sono un male, come

l'eugenetica, la sterilizzazione forzata, il genocidio, la discriminazione su base razziale, etnica e sessuale e la giustificazione della divisione in caste economiche e sociali. E il Modello standard delle scienze sociali, va detto a suo merito, ha fornito alcuni dei fondamenti che hanno permesso a seri critici sociali di minare alla radice pratiche del genere.

Ma quell'equazione morale è sbagliata almeno altrettanto spesso di quanto è giusta. Capita che le pratiche di sinistra siano a loro volta un male, e chi le ha perseguite ha cercato di giustificarle usando la negazione della natura umana dell'MSSS. Le purghe di Stalin, il Gulag, i massacri di Pol Pot e

quasi cinquant'anni di repressione in Cina sono stati tutti giustificati sostenendo che il dissenso non è un frutto di menti razionali giunte a conclusioni diverse, ma un arbitrario prodotto culturale sradicabile rimodellando la società, «rieducando» quanti sono segnati dalla tara della vecchia educazione e, se necessario, ripartendo da capo con una nuova generazione di fogli ancora bianchi.

E, a volte, le posizioni di sinistra sono giuste perché la negazione della natura umana è sbagliata. In *Hearts and Minds*, documentario del 1974 sulla guerra in Vietnam, un ufficiale americano spiega che non possiamo applicare ai vietnamiti i nostri criteri

morali perché la loro cultura non attribuisce valore alla vita individuale, e quindi fa sì che non soffrano come noi quando qualcuno della loro famiglia viene ucciso. Mentre vengono pronunciate queste parole, il regista fa scorrere le immagini di persone in lacrime ai funerali di un caduto vietnamita, ricordandoci così che l'universalità dell'amore e del dolore confuta la ripugnante razionalizzazione dell'ufficiale. Per la maggior parte del nostro secolo, le madri oppresse da sensi di colpa hanno dovuto sopportare sciocche teorie che imputavano a loro qualunque disfunzione o differenza dei figli (messaggi contraddittori causano schizofrenia, la freddezza causa autismo,

l'autoritarismo causa omosessualità, l'assenza di limitazioni causa anoressia, un insufficiente «mammese» causa disturbi del linguaggio). I crampi mestruali, i disturbi della gravidanza e le doglie del parto sono stati liquidati come reazioni «psicologiche» delle donne alle aspettative culturali, piuttosto che essere trattati come legittimi problemi medici.

I diritti individuali si fondano sull'assunto che le persone hanno bisogni e necessità, e solo esse hanno l'autorità di dire quali sono. Se i desideri che la gente esprime non fossero che una sorta di iscrizione cancellabile o il frutto di un lavaggio del cervello riprogrammabile, si potrebbe



giustificare ogni atrocità. (È un'ironia perciò che ideologie di «liberazione» alla moda come quelle di Michel Foucault e di qualche femminista accademica evocano, per liquidare l'inconveniente delle persone che traggono piacere da presunte forme di oppressione, «autorità interiorizzate», «false coscienze» o «preferenze inautentiche» socialmente condizionate). La negazione della natura umana, non meno che la sua affermazione, può essere piegata a fini nefasti. Bisogna dire quali fini sono nefasti e quali idee sono sbagliate, e non confondere le due cose<sup>51</sup>.

E le tre presunte implicazioni di una natura umana innata? La prima, secondo

la quale una natura umana innata implica differenze umane innate, non è affatto un'implicazione. Il macchinario mentale di cui parlo è installato in ogni essere umano neurologicamente normale, e le differenze fra le persone possono non avere nulla a che fare con la sua struttura. Potrebbero benissimo venire da variazioni casuali nel processo di assemblaggio o da diverse storie di vita. E anche se le differenze fossero innate, potrebbero essere variazioni quantitative ed eccentricità secondarie nell'attrezzatura presente in tutti noi (quanto velocemente un modulo lavora, quale modulo prevale nella competizione all'interno della testa), non necessariamente più perniciose dei

tipi di differenze innate consentite dal Modello standard delle scienze sociali (un processo di apprendimento generico più veloce, una pulsione sessuale più forte).

Che la mente abbia una struttura universale non è solo possibile a livello logico, è probabilmente vero. Tooby e Cosmides fanno notare una conseguenza fondamentale della riproduzione sessuale: a ogni generazione, il progetto base di ogni persona è mescolato con quello di un'altra. Il che significa che noi dobbiamo essere qualitativamente simili. Se le strutture dei genomi di due persone corrispondessero a tipi diversi di macchine, come un motore elettrico e un motore a benzina, il nuovo *pastiche*

non porterebbe a una macchina funzionante. La selezione naturale è una forza omogeneizzante all'interno della specie; essa elimina la grande maggioranza delle varianti di progettazione macroscopiche perché non sono dei miglioramenti. La selezione naturale dipende dal fatto che vi è stata variazione nel passato, ma si nutre della variazione e la consuma. Per questo le persone normali hanno tutte gli stessi organi fisici, e per questo è certo che abbiamo tutti anche gli stessi organi mentali. Vi sono, certo, microscopiche variazioni fra le persone, perlopiù piccole differenze nella sequenza molecola per molecola delle nostre proteine. Ma a livello degli organi

funzionali, fisici e mentali, operiamo tutti allo stesso modo. Le differenze fra una persona e un'altra, per quanto infinitamente affascinanti per noi mentre viviamo la nostra vita, sono di secondario interesse quando ci chiediamo come funziona la mente. E lo stesso vale per le differenze, quale che ne sia l'origine, fra le medie di interi gruppi di persone, come le razze<sup>52</sup>.

I sessi, è naturale, sono un'altra faccenda. Gli organi riproduttivi maschile e femminile ci ricordano vividamente che progetti diversi dal punto di vista qualitativo sono possibili per i sessi, e sappiamo che le differenze vengono da uno speciale marchingegno, un «interruttore» genetico che innesta

una sequenza di biochimiche tessere da domino che attivano e disattivano famiglie di geni attraverso tutto il cervello e il corpo. Dimostrerò come alcuni di questi effetti causino differenze nel modo di funzionare della mente. Per uno dei tanti paradossi ricorrenti nell'approccio accademico alla natura umana, questa ricerca ispirata all'evoluzione ha proposto differenze sessuali che sono focalizzate sulla riproduzione e campi annessi, e molto meno offensive delle differenze fieramente rivendicate da alcune correnti del femminismo. Fra le rivendicazioni delle «femministe della differenza», vi sono quelle per cui le donne non praticano il ragionamento

lineare astratto, non trattano le idee con scetticismo né le valutano in un rigoroso dibattito, non argomentano a partire da principi morali generali e via insultando<sup>53</sup>.

Ma in ultima istanza, non possiamo limitarci a vedere chi è ritratto in maniera più lusinghiera: il problema è come affrontare le differenze di gruppo in cui ci imbattiamo. E qui dobbiamo essere pronti a un ragionamento morale. La discriminazione contro le persone sulla base della razza, del sesso o dell'etnia cui appartengono è sbagliata. Tale posizione può essere difesa in vari modi, che non hanno nulla a che vedere con le caratteristiche medie dei gruppi. Si può per esempio argomentare che è

ingiusto negare a una persona un beneficio sociale sulla base di fattori che sfuggono al suo controllo, o che chi è vittima di discriminazione ne soffre, o che un gruppo di vittime potrebbe reagire furiosamente, o che la discriminazione rischia di portare a orrori quali la schiavitù e il genocidio. (Chi è a favore di un'azione positiva potrebbe ammettere che la discriminazione inversa è un male, ma sostenere che si contrappone a un male ancora peggiore). Nulla che qualunque scienziato possa pretendere di scoprire toccherà mai nessuna di queste argomentazioni. L'ultima parola sulle non-implicazioni politiche delle differenze di gruppo spetta a Gloria



Steinem: «Non ci sono molti lavori che richiedano un pene o una vagina, e tutti gli altri dovrebbero essere aperti a chiunque».

La fallacia della seconda presunta implicazione di una natura umana, quella per cui, se i nostri ignobili moventi sono innati, non possono essere poi tanto ignobili, è così evidente che ha ricevuto un nome: fallacia naturalistica, l'idea per cui ciò che accade in natura è bene. Dimentichiamo le sciocchezze romantiche dei documentari naturalistici, pieni di creature grandi e piccole tutte dedite al bene e all'armonia dell'ecosistema. Come ha detto Darwin: «Che libro potrebbe scrivere, un

avvocato del diavolo, su tante opere della natura che sono malriuscite, dissipatrici, confusionarie, meschine e orribilmente crudeli!». Un esempio classico è quello degli icneumonidi, che paralizzano i bruchi e depositano le uova nel loro corpo perché i propri piccoli possano divorarne la carne viva dall'interno.

Come per tante specie, il curriculum dell'*Homo sapiens* è una sporca faccenda. La Storia documentata, dalla Bibbia a oggi, è un seguito di assassini, stupri, guerre, e l'etnografia onesta indica che i popoli di cacciatori-raccoglitori, come tutti gli altri, sono più selvaggi che nobili. I !Kung San del deserto del Kalahari vengono spesso

ritenuti un popolo relativamente pacifico, e lo sono, a paragone di altri popoli di cacciatori-raccoglitori: la percentuale di assassini, fra loro, è soltanto pari a quella di Detroit. Un mio amico linguista che studia i Wari della foresta pluviale amazzonica ha scoperto che la loro lingua ha un termine per designare le cose commestibili che include chiunque non sia un Wari. Gli esseri umani, è ovvio, non hanno un «istinto della guerra» né un «cervello violento», come ci assicura la Dichiarazione di Siviglia, ma non hanno neanche, propriamente parlando, un istinto della pace o un cervello non violento. Non possiamo attribuire tutto, nella Storia umana e nell'etnografia, alle

pistole giocattolo e ai supereroi dei fumetti<sup>54</sup>.

Questo significa che la «biologia condanna l'uomo alla guerra» (o allo stupro, all'assassinio, all'egoismo yuppie) e che qualunque forma di ottimismo sulla possibilità di migliorare un po' le cose va messa definitivamente da parte? Non c'è bisogno di uno scienziato per sostenere la tesi morale che la guerra non fa bene ai bambini né agli altri esseri viventi, o la tesi empirica che alcuni luoghi e periodi sono molto più pacifici di altri, e che dovremmo cercare di capire l'agente che li rende tali e riprodurlo. E non c'è bisogno dei luoghi comuni della Dichiarazione di Siviglia, né delle sue

disinformate affermazioni che la guerra sarebbe sconosciuta agli animali e che le gerarchie di potere, fra di essi, sarebbero una forma di legame e affiliazione diretta a beneficio del gruppo. Farsi un'idea realistica della psicologia della cattiveria umana non può nuocere. Per quel che vale, la teoria di una mente a moduli rende conto di spinte innate che portano ad azioni malvagie e di spinte innate che possono portare a evitarle. Non che questa scoperta sia monopolio della psicologia evoluzionistica: tutte le grandi religioni osservano che la vita mentale è spesso una lotta fra desiderio e coscienza<sup>55</sup>.

Quando poi si tratta della speranza di modificare i cattivi comportamenti, la

sapienza convenzionale richiede di nuovo di essere rovesciata: una natura umana complessa è suscettibile di permettere più libertà d'azione a favore del cambiamento che il foglio bianco del Modello standard delle scienze sociali. Una mente dalla struttura complessa permette che dentro la testa avvengano altrettanto complesse trattative, per cui un modulo può mandare a monte i piani malvagi di un altro. Nell'MSSS, invece, all'educazione è spesso attribuito un infido e irrevocabile potere. «Maschio o femmina?» è la prima domanda che facciamo su un nuovo essere umano, e da quel momento in poi i genitori trattano figli e figlie diversamente: li toccano, li confortano, li allattano, li

viziano e parlano loro in misura ineguale. Immaginiamo che questo comportamento abbia conseguenze a lungo termine sui figli, incluse tutte le documentate differenze sessuali nonché la tendenza a trattare a loro volta diversamente fin dalla nascita i propri figli. A meno di non far pattugliare le corsie delle maternità dalla sezione genitori della polizia, il cerchio si chiude. A questa stregua, non c'è niente da fare: la cultura condanna le donne all'inferiorità, siamo schiavi del pessimismo culturale, e il dubbio su noi stessi ci rende impotenti ad affrontare compiti di trasformazione...

Ma la natura non ci dice quali scelte dobbiamo compiere o come dobbiamo

vivere la nostra vita. Certe femministe e certi attivisti gay reagiscono infuriandosi alle banali osservazioni che la selezione naturale ha modellato le donne anche perché crescano e curino i bambini, e ha modellato uomini e donne perché abbiano rapporti eterosessuali. In queste osservazioni vedono un messaggio sessista e omofobico del tipo: solo i ruoli sessuali tradizionali sono «naturali», e gli stili di vita alternativi vanno condannati. La romanziera Mary Gordon, per esempio, mettendo in ridicolo l'osservazione di uno storico secondo il quale ciò che le donne hanno in comune è la capacità di far figli, ha scritto: «Se la qualità che definisce l'essere donna è la capacità di



far figli, allora non far figli (come, fra le altre, Florence Nightingale e Greta Garbo) è in qualche modo un mancare di compiere il tuo destino»<sup>56</sup>. Non sono sicuro del significato di espressioni come «qualità che definisce l'essere donna» e «compiere il tuo destino», ma so che felicità e virtù non c'entrano niente con ciò che la selezione naturale ci ha designati a compiere nell'ambiente ancestrale. Su felicità e virtù, decidere sta a noi. E dicendo questo non faccio l'ipocrita, anche se sono un normale maschio bianco eterosessuale. Benché sia già avanti nei miei anni procreativi, sono volontariamente, finora, senza figli, perché ho sciupato le mie risorse biologiche a leggere e scrivere, fare

ricerca, aiutare amici e studenti e perdere tempo, ignorando il solenne imperativo a disseminare i miei geni. Dal punto di vista darwiniano sono un terribile errore, un patetico perdente, un membro a pieno titolo della Società dei falliti. Ma io sono contento di essere così, e se ai miei geni non va, si buttino a mare.

E se diamo, infine, la colpa dei cattivi comportamenti ai nostri geni? Il neuroscienziato Steven Rose, recensendo un libro di E.O. Wilson in cui quest'ultimo diceva che gli uomini hanno un desiderio di poligamia maggiore delle donne, lo ha accusato di avere in realtà detto: «Signore, non prendetevela con i vostri mariti se vanno

a letto di qua e di là: non è colpa loro, sono geneticamente programmati così»<sup>57</sup>. Il titolo del libro scritto da Rose insieme a Lewontin e Kamin, *Not in Our Genes*, è un'allusione al *Giulio Cesare* di Shakespeare: «Men at some time are masters of their fates: The fault, dear Brutus, lies not in our stars, But in ourselves»\*.

Per Cassio la programmazione che si presumeva scusasse le colpe umane non era genetica, ma astrologica, il che tocca un punto chiave: non solo i geni, ma qualunque cosa sia causa del comportamento pone il problema del libero arbitrio e della responsabilità. La differenza fra lo spiegare un

comportamento e lo scusarlo è un antico tema del discorso morale, riflesso nel detto: «Comprendere non è perdonare».

In quest'epoca scientifica «comprendere» significa cercare di spiegare il comportamento come una complessa interazione fra: 1) i geni; 2) l'anatomia del cervello; 3) il suo stato biochimico; 4) l'educazione ricevuta in famiglia; 5) il modo in cui si è stati trattati dalla società; 6) gli stimoli ricevuti. Ognuno di questi fattori, non c'è dubbio, non soltanto le stelle e i geni, è stato impropriamente evocato come fonte delle nostre colpe e per affermare che padroni dei nostri destini non siamo noi.

1) Nel 1993 alcuni ricercatori

identificarono un gene associato a incontrollabili impeti di violenza. («Si pensi alle implicazioni che può avere» scrisse un giornalista. «Forse un giorno ci sarà una cura per l'hockey»). Subito dopo venne l'inevitabile titolo di giornale: «Sono i geni che l'hanno spinto a uccidere, dicono i suoi avvocati».

2) Nel 1982 un perito di parte nella difesa, basata sull'insanità mentale, di John Hinckley, che aveva sparato al presidente Reagan e ad altri tre uomini per far colpo sull'attrice Jodie Foster, sostenne che una TAC del cervello di Hinckley aveva mostrato dei solchi più larghi e dei ventricoli ingrossati, segno di schizofrenia, quindi di un disturbo

mentale che lo disculpava. (Il giudice non accettò la prova, ma la tesi dell'insanità mentale alla fine prevalse ugualmente).

3) Nel 1978 Dan White, date le dimissioni dal Board of Supervisore di San Francisco, entrò nell'ufficio del sindaco George Moscone e lo implorò di essere reintegrato. Quando Moscone gli disse di no, gli sparò uccidendolo, poi attraversò il palazzo fino all'ufficio del supervisore Harvey Milk, e uccise anche lui. I suoi avvocati sostennero con successo che al momento del crimine le sue capacità di intendere e di volere erano ridotte, che il suo non era stato un gesto premeditato: i dolci da quattro soldi di cui amava ingozzarsi avevano

provocato un disastro chimico nel suo cervello. Grazie a questa tattica, tristemente nota come «difesa al pan di Spagna», White fu condannato per omicidio volontario a sette anni di carcere. Allo stesso modo, grazie alla tattica ora nota come «difesa all'SPM (sindrome premestruale)», gli ormoni impazziti scagionarono una donna chirurgo che aveva aggredito un agente della polizia stradale colpevole di averla fermata perché guidava in stato di ubriachezza.

4) Nel 1989 Lyle ed Erik Menendez fecero irruzione nella camera da letto dei loro genitori miliardari e li uccisero con un fucile da caccia. Dopo essersi pavoneggiati in giro per diversi mesi

con Porsche e Rolex nuovi, confessarono. I loro avvocati sostennero di fronte a una giuria indecisa la tesi dell'autodifesa, anche se le vittime, quando erano state uccise, erano a letto, disarmate, a mangiare fragole e gelato. I Menendez figli, dissero gli avvocati, erano stati traumatizzati fino a convincersi che i genitori li avrebbero uccisi, perché il padre aveva abusato di loro per anni a livello fisico, sessuale ed emotivo. (In un nuovo processo, nel 1996, furono condannati all'ergastolo per omicidio).

5) Nel 1994 Colin Ferguson salì su un treno e si mise a sparare a caso a tutti i bianchi, uccidendone sei. L'avvocato *radical* William Kunstler avrebbe



voluto difenderlo invocando la «sindrome della rabbia nera», da cui un afroamericano può essere all'improvviso colpito a causa della tensione accumulata vivendo in una società razzista. (Ferguson rifiutò l'offerta e decise di difendersi da solo, senza successo).

6) Nel 1992 un condannato a morte per stupro e assassinio chiese a una Corte d'Appello la commutazione della pena perché aveva commesso i delitti sotto l'influenza della pornografia. Pensando alle correnti del femminismo per le quali spiegare biologicamente lo stupro attenua la responsabilità dello stupratore, mentre una buona tattica per combattere la violenza contro le donne è

attribuirne la colpa alla pornografia, questa linea di difesa – che si potrebbe chiamare «È la pornografia che me l'ha fatto fare» – suona ironica<sup>58</sup>.

Nella misura in cui la scienza progredisce e le spiegazioni del comportamento si fanno meno fantasiose, lo «spettro della discolpa strisciante», come lo chiama Dennett, è destinato a incombere sempre di più<sup>59</sup>. Senza una chiara filosofia morale, qualunque causa del comportamento può servire a vanificare il libero arbitrio e quindi la responsabilità morale. Che la scienza, indipendentemente da quanto scopre, sembri corrodere il libero arbitrio è indubbio, perché le spiegazioni di tipo scientifico non sono

compatibili con la misteriosa nozione di causa incausata che sottende la volontà. Se gli scienziati volessero dimostrare che il libero arbitrio esiste, che cosa dovrebbero cercare? Qualche evento neurale casuale che il resto del cervello amplifica in un segnale che innesca il comportamento? Ma un evento casuale non s'accorda con il concetto di libero arbitrio più di uno regolare, e non può essere la tanto ricercata sede della responsabilità morale. Non giudicheremmo uno colpevole se il suo dito ha premuto il grilletto mentre era meccanicamente collegato alla ruota di una roulette; perché dovrebbe essere diverso con una ruota della roulette dentro la testa? Lo stesso problema si

presenta nel caso di un'altra imprevedibile causa suggerita quale fonte del libero arbitrio, la teoria del caos per cui, secondo lo stereotipo, il battito delle ali di una farfalla innesca una serie di eventi che culmina in un uragano. Un battito di ali nel cervello che causi un uragano nel comportamento, se mai venisse scoperto, sarebbe ancora una causa del comportamento, e non s'accorderebbe con il concetto di volontà incausata che sottende la responsabilità morale.

O facciamo a meno di qualsivoglia morale, giudicandola una superstizione che con la scienza non ha nulla a che fare, o troviamo un modo per riconciliare la causazione (genetica o

d'altro genere) con la responsabilità e il libero arbitrio. Che la questione possa mai essere completamente risolta ne dubito, ma una riconciliazione parziale è senz'altro possibile. Come molti filosofi, sono del parere che scienza ed etica siano due sistemi autonomi che giocano con le medesime entità del mondo, allo stesso modo in cui poker e bridge sono giochi diversi che si giocano con il medesimo mazzo di cinquantadue carte. Il gioco della scienza tratta le persone quali oggetti materiali, e le sue regole sono i processi fisici che causano il comportamento tramite selezione naturale e neurofisiologia. Il gioco dell'etica tratta le persone quali agenti senzienti,

razionali, dotati di libero arbitrio, equivalenti, e la sua regola è il calcolo che assegna valore morale al comportamento per la sua natura intrinseca o le sue conseguenze.

Il libero arbitrio è un'idealizzazione degli esseri umani che rende il gioco dell'etica giocabile. La geometria euclidea richiede idealizzazioni quali linee rette infinite e circonferenze perfette, e le sue deduzioni sono valide e utili anche se nel mondo in realtà non esistono rette infinite né circonferenze perfette. Il mondo è vicino abbastanza all'idealizzazione perché i teoremi possano essere utilmente applicati. Allo stesso modo, la teoria etica richiede idealizzazioni quali agenti liberi,

senzienti, razionali, equivalenti, il cui comportamento è incausato, e le sue conclusioni possono essere valide e utili anche se nel mondo, come lo vede la scienza, non esistono in realtà eventi incausati. Finché non c'è vera e propria coercizione o evidente vizio di ragionamento, il mondo è abbastanza vicino all'idealizzazione del libero arbitrio perché la teoria morale gli possa essere applicata in modo sensato<sup>60</sup>.

Scienza e morale sono sfere di ragionamento separate, e solo riconoscendole come separate possiamo tenercele entrambe. Se fossero vere le affermazioni seguenti: che la discriminazione è un male soltanto se le

medie di gruppo sono le stesse, che guerra, violenza carnale e avidità sono un male solo se non se ne prova mai la tentazione, che si è responsabili delle proprie azioni solo se esse sono misteriose, allora, o gli scienziati dovrebbero essere pronti a falsificare i dati, o tutti noi a buttare nel cestino i nostri valori. Le argomentazioni scientifiche diventerebbero come quella copertina del «National Lampoon» che mostra un cagnolino con una pistola puntata alla tempia e, sotto, la didascalia: «Compra questa rivista o facciamo fuori il cane».

La lama che separa spiegazioni causali del comportamento da responsabilità morale del



comportamento è a doppio taglio. L'atto più recente della commedia morale sulla natura umana ha visto l'identificazione in alcuni uomini, da parte del genetista Dean Hamer, di un indicatore cromosomico dell'omosessualità, il cosiddetto gene gay. A costo di sconcertare «Scienza per il popolo», questa volta è la spiegazione genetica a essere politicamente corretta, perché, si presume, confuta posizioni di destra come quella di Dan Quayle, secondo il quale l'omosessualità «è più una scelta che una situazione biologica. Ed è una scelta sbagliata». Il gene gay è servito a sostenere che l'omosessualità non è una scelta di cui gli omosessuali possano essere ritenuti responsabili, bensì

un'involontaria inclinazione che non possono evitare, punto e basta. Ma è un ragionamento pericoloso. Altrettanto facilmente si potrebbe dire che il gene gay esercita un'influenza su alcune persone perché scelgano l'omosessualità. Inoltre, come ogni buon risultato scientifico, anche quello di Hamer potrebbe essere un giorno invalidato, e a che punto ci troveremmo allora? A dover concedere che l'intolleranza contro i gay in fin dei conti va bene? Contro la persecuzione degli omosessuali non si deve argomentare in termini di geni gay o cervelli gay, ma in quelli del diritto a praticare atti privati consensuali senza essere discriminati o vessati<sup>61</sup>.

La decisione di confinare ragionamento scientifico e morale in recinti separati sottende anche la metafora, cui ricorro così spesso, della mente come macchina e delle persone come robot. Ma così non si disumanizzano e reificano le persone, inducendo a trattarle da oggetti privi di vita? Uno studioso umanista ha formulato via internet questo lucido interrogativo: non si toglie all'esperienza umana ogni valore, reificando un modello di relazione basato su un rapporto Io-Esso e delegittimando, con conseguenze fondamentalmente distruttive per la società, ogni altra forma di discorso? Sì, ma solo se si è di mente così rigida da

non riuscire a passare da una posizione all'altra nel concettualizzare le persone a fini diversi. Un essere umano è allo stesso tempo una macchina e un libero agente senziente, a seconda dei fini del discorso, esattamente come è anche un contribuente, un assicuratore, un paziente del dentista e novanta chili di peso su un aereo, a seconda dei fini del discorso. La posizione meccanicistica ci consente di capire quali sono gli ingranaggi che ci fanno vivere e come ci integriamo nell'universo fisico. Quando, giunta la sera, questi discorsi si spengono, torniamo a parlarci da esseri umani liberi e pieni di dignità.

La confusione fra psicologia

scientifici e obiettivi morali e politici, con la pressione che ne risulta a credere in una mente priva di struttura, si è pericolosamente diffusa nelle università e nel discorso intellettuale moderno. Molti di noi sono rimasti perplessi di fronte alla presa del potere, nei dipartimenti umanistici, da parte delle dottrine del postmodernismo, poststrutturalismo e decostruzionismo, secondo cui l'oggettività è impossibile, il significato è autocontraddittorio, la realtà è una costruzione sociale. I motivi si chiariscono se si prendono in esame asserzioni tipiche quali: «Gli esseri umani hanno costruito e usato il genere; gli esseri umani possono decostruirlo e smettere di usarlo», e «il binomio

eterosessualità/omosessualità non esiste in natura, ma è costruito a livello sociale, quindi è decostruibile». Negando realtà alle categorie, al sapere e al mondo stesso, si può negare realtà agli stereotipi di genere, razza e inclinazione sessuale. Tale dottrina è fondamentalmente un modo contorto di giungere alla conclusione che l'oppressione delle donne, degli omosessuali e delle minoranze è un male. E la dicotomia fra «in natura» e «costruito a livello sociale» dimostra povertà d'immaginazione, perché omette una terza alternativa: che alcune categorie sono prodotti di una mente complessa progettata per mettersi in sintonia con quanto esiste in natura<sup>62</sup>.

Anche gli esponenti della critica sociale che va per la maggiore possono dire qualunque assurdit , purch  sia coerente con il Modello standard delle scienze sociali: che ragazzini vengono incoraggiati a litigare e fare la lotta; che i bambini imparano ad associare i dolci al piacere perch  i genitori li ricompensano con i dolci quando mangiano gli spinaci; che gli adolescenti gareggiano in acconciature e vestiti seguendo l'esempio offerto dalle gare di ortografia e dalle cerimonie di premiazione; che gli uomini sono condizionati dalla societ  a credere che fine del sesso sia l'orgasmo; che un'ottantenne   considerata meno fisicamente attraente di una ventenne

perché la nostra cultura fallica ha fatto di quest'ultima l'oggetto *cult* del desiderio. Non solo queste stupefacenti affermazioni mancano di qualunque prova, ma è difficile pensare che i loro stessi autori, nel profondo, ci credano. Sono asserzioni che si fanno senza preoccuparsi che siano vere o no; rientrano nel catechismo laico della nostra epoca.

La critica sociale contemporanea poggia su concezioni della mente che sono arcaiche. Le vittime esplodono sotto pressione, i ragazzi sono condizionati a fare questo o quello, le donne hanno subito un lavaggio del cervello, alle ragazze si insegna a essere così e così. Da dove vengono



spiegazioni del genere? Dal modello idraulico ottocentesco di Freud, dai cani che sbavano e i topi che premono pulsanti del behaviorismo, dai piani per il controllo della mente di certi brutti film da Guerra Fredda, dai bambini obbedienti a occhi spalancati del programma televisivo *Father Knows Best*.

Ma, quando ci guardiamo attorno, ci rendiamo conto che queste teorie semplicistiche non reggono. La nostra vita mentale non è una chiassosa aula parlamentare piena di fazioni in lotta. Nel trattare con gli altri, partiamo dal presupposto che sono complessi come noi, e immaginiamo che cosa essi immaginano che noi immaginiamo che

essi immaginino. I figli sfidano i genitori dal momento in cui nascono, e in seguito contraddicono ogni aspettativa: uno supera condizioni orribili per condurre una vita soddisfacente, un altro ha tutte le comodità e diventa un ribelle senza una causa. Uno Stato moderno allenta la presa, e i suoi popoli s'incaricano entusiasticamente delle vendette dei nonni. E non ci sono robot.

È mia convinzione che a offrirci le maggiori speranze di giungere a una comprensione di come funziona la mente che renda giustizia alla sua complessità sia una psicologia fondata su molte facoltà computazionali, frutto dell'opera di ingegneria della selezione naturale.

Ma non ve ne convincerò con il

discorsetto introduttivo di questo capitolo. Lo dimostrerò prendendo in esame problemi che vanno da come funzionano gli stereogrammi a che cosa rende bello un paesaggio, a perché l'idea di mangiare vermi ci disgusta, a perché gli uomini uccidono le loro ex-mogli. Che gli argomenti esposti finora vi abbiano persuaso o no, spero che vi abbiano fatto pensare, suscitando la vostra curiosità sulle spiegazioni che seguiranno.

---

\* Dei loro destini gli uomini sono a volte padroni: /La colpa, caro Bruto, non sta nelle nostre stelle, / Ma in noi stessi.

## II. MACCHINE PENSANTI

Come molti figli del baby-boom, mi sono trovato per la prima volta di fronte ai problemi filosofici viaggiando in un'altra dimensione, una dimensione non solo visiva e uditiva, ma mentale, una terra meravigliosa i cui confini erano quelli della fantasia. Sto parlando di *The Twilight Zone*, *Ai confini della realtà*, serie televisiva di Rod Sterling, popolare negli anni della mia infanzia (da cui è stato tratto anche un film). Spesso i filosofi cercano di chiarire concetti difficili facendo ricorso a

esperimenti di pensiero, situazioni ipotetiche stravaganti che ci aiutano a indagare le implicazioni delle nostre idee. *The Twilight Zone* le metteva in scena.

Uno dei primi episodi era intitolato *Il solitario*. James Corry sta scontando una condanna a cinquant'anni di reclusione solitaria su un desolato asteroide distante dalla Terra nove milioni di miglia. Allenby, capitano di una nave spaziale che cura i rifornimenti dell'asteroide, mosso a pietà, gli lascia una cassa contenente Alicia, un robot che ha tutto l'aspetto di una donna, e come una donna si comporta. Dapprima Corry prova avversione per «lei», ma ben presto, è chiaro, se ne innamora

perdutamente. Un anno dopo, Allenby torna portandogli la notizia che è stato graziato e può far ritorno sulla Terra. Ma, purtroppo, non può portare con sé che sette chili di ingranaggi, e Alicia pesa di più. Quando Corry si rifiuta di partire, Allenby, con riluttanza, tira fuori una pistola e spara ad Alicia in volto: ne escono matasse di fili fumanti. Poi dice a Corry: «Non ti lasci alle spalle altro che solitudine». Corry sconvolto, mormora: «Devo ricordarmelo. Devo ricordarmi di tenerlo a mente»<sup>1</sup>.

Rammento ancora l'orrore che provai, e le grandi discussioni che ne seguirono nella mia cerchia infantile di critici. (Perché non s'è portato via solo la testa?, chiese uno). La nostra emozione

nasceva dalla pena che provavamo per Corry per la perdita che aveva subito, e dalla sensazione che fosse stato fatto fuori un essere senziente. Naturalmente il regista aveva manipolato il pubblico facendo interpretare Alicia, piuttosto che a un mucchio di tubi, a una bella attrice. Ma, suscitando la nostra pena, aveva sollevato due problemi spinosi. È mai possibile che un congegno meccanico riproduca l'intelligenza umana, e al punto, test decisivo, di far innamorare di sé un vero essere umano? E se una macchina umanoide potesse essere costruita, sarebbe davvero cosciente, tanto che smantellarla sarebbe un omicidio, come quello cui sentivamo di avere assistito sul piccolo schermo?

I due interrogativi fondamentali sulla mente sono: «Che cosa rende possibile l'intelligenza?» e «Che cosa rende possibile la coscienza?». Con l'avvento della scienza cognitiva, l'intelligenza è divenuta intelligibile. Non è forse esagerato dire che a un livello di analisi estremamente astratto il problema è stato risolto. Ma la coscienza o facoltà senziente, la sensazione grezza del mal di denti, del rosso, del salato, del do sotto il rigo, sono ancora un enigma dentro un mistero dentro un enigma. Quando ci chiediamo che cos'è la coscienza, non abbiamo da darci una risposta migliore di quella che diede Louis Armstrong a una giornalista che gli chiedeva che cosa fosse il jazz:



«Signora, se ha bisogno di chiederlo, non lo saprà mai»<sup>2</sup>. Ma nemmeno la coscienza è un mistero assoluto come un tempo. Parti del mistero sono state carpite e trasformate in normali problemi scientifici. In questo capitolo mi chiederò in primo luogo che cos'è l'intelligenza, come un essere fisico – un robot o un cervello – potrebbe giungervi, e come vi giungono i nostri cervelli. Poi passerò a quello che comprendiamo e non comprendiamo della coscienza.

*La ricerca di vita intelligente  
nell'universo*

*La ricerca di vita intelligente*

*nell'universo* è il titolo di un numero dell'attrice comica Lily Tomlin, un'esplorazione delle follie e manie umane. Esso gioca sul doppio significato di «intelligenza»: capacità (come nella famosa definizione ironica di intelligenza: «Qualunque cosa i test del QI misurano»), e pensiero razionale, di tipo umano. Il significato cui faccio riferimento qui è il secondo.

Possiamo avere dei problemi a definire l'intelligenza, ma, quando ce la troviamo di fronte, la riconosciamo. A chiarire il concetto può forse contribuire un esperimento di pensiero. Supponiamo un alieno che appaia da tutti i punti di vista diverso da noi. Che qualità dovrebbe avere per farci pensare che è

intelligente? Il problema è stato affrontato, naturalmente, dagli scrittori di fantascienza: fa parte del loro lavoro. A quale maggiore autorità potremmo rivolgerci per una risposta? La miglior caratterizzazione dell'intelligenza che io abbia mai sentito l'ha fornita, infatti, lo scrittore David Alexander Smith rispondendo a un intervistatore che gli chiedeva: «Che cosa occorre per essere dei buoni alieni?».

Primo, bisogna dar prova, di fronte alle situazioni, di reazioni intelligenti ma impenetrabili. Devi poter osservare il comportamento dell'alieno e dire: «Non capisco in base a che regole prende le sue decisioni, ma agisce razionalmente in base a qualche insieme di regole»... Secondo, bisogna aver a cuore qualcosa. Bisogna

volere qualcosa e perseguirlo al di là degli ostacoli<sup>3</sup>.

Prendere decisioni «razionalmente», obbedendo a un insieme di regole, significa basarle su qualche fondamento di verità: la corrispondenza alla realtà o un'inferenza legittima. Un alieno che andasse a sbattere contro gli alberi, che giungesse sul ciglio di uno scoglio e continuasse a camminare finendo di sotto, o che facesse tutti i movimenti atti a tagliare un tronco, ma su una roccia o nel vuoto, non ci sembrerebbe intelligente. E nemmeno un alieno che vedesse entrare in una grotta tre belve feroci e uscirne due e vi entrasse come se fosse vuota.

Queste regole devono essere usate al

servizio del secondo criterio: volere e perseguire un obiettivo al di là degli ostacoli. Se non abbiamo la minima idea delle aspirazioni di una creatura, non può stupirci quando fa qualcosa per realizzarle: per quanto ne sappiamo, sbattere contro gli alberi o prendere a colpi d'ascia una roccia potrebbero essere il suo scopo, che sta brillantemente raggiungendo. In mancanza di una specificazione degli obiettivi di una creatura, la stessa idea di intelligenza è senza senso. Un fungo velenoso potrebbe ricevere il premio Nobel per l'impresa, compiuta con minuziosa precisione e sicura affidabilità, di stare esattamente dove sta. E nessuno potrebbe impedirci di

pensare, con il cognitivista Zenon Pylyshyn, che i sassi sono più intelligenti dei gatti, perché hanno il buon senso di andarsene quando li prendi a calci.

Infine, per raggiungere il suo obiettivo, la creatura deve usare le regole razionali in modi diversi a seconda degli ostacoli da superare. Come spiega William James:

Romeo vuole Giulietta come la limatura di ferro vuole il magnete; e se non sopraggiungono ostacoli, muove verso di lei in linea retta come fa la limatura. Ma, se tra di loro viene innalzato un muro, Romeo e Giulietta non restano a premere stupidamente la faccia contro i suoi due lati, come fanno limatura e magnete con il cartoncino. Romeo non tarda a trovare un

modo tortuoso, scalando il muro o non so che, per toccare le labbra di Giulietta direttamente. Con la limatura il percorso è stabilito; che raggiunga la meta dipende dai casi. Con l'innamorato è la meta che è stabilita; il percorso può essere modificato all'infinito<sup>4</sup>.

L'intelligenza, insomma, è la capacità di raggiungere obiettivi al di là di ostacoli per mezzo di decisioni basate su regole razionali (che obbediscono a criteri di verità). Gli informatici Allen Newell e Herbert Simon hanno ulteriormente arricchito quest'idea osservando che l'intelligenza consiste nello specificare un obiettivo, valutare quanto la situazione presente ne sia lontana, e mettere in atto una serie di operazioni

per ridurre la distanza. Forse è rassicurante pensare che, secondo questa definizione, gli esseri umani, non solo gli alieni, sono intelligenti. Noi abbiamo desideri e li perseguiamo tramite convinzioni che, quando tutto va bene, corrispondono almeno approssimativamente o probabilisticamente a verità<sup>5</sup>.

Spiegare l'intelligenza in termini di convinzioni e desideri non è affatto qualcosa di scontato. Secondo la vecchia teoria behavioristica dello stimolo e risposta, convinzioni e desideri non hanno nulla a che fare con il comportamento, anzi, non hanno nulla a che fare con la scienza, come gli spiriti e la magia nera. Esseri umani e



animali emettono una risposta a uno stimolo o perché quest'ultimo è stato in precedenza accoppiato a qualcosa capace di innescare riflessivamente quella risposta (per esempio sbavare al suono di una campanella che è stata accoppiata al cibo), o perché la risposta è stata ricompensata in presenza di quello stimolo (per esempio premere una leva che fa uscire una pallina di cibo). Come ha detto il celebre behaviorista B.F. Skinner: «La domanda non è se pensino le macchine, ma se pensino gli uomini».

Naturalmente, uomini e donne pensano; la teoria dello stimolo e risposta si è rivelata sbagliata. Perché Sally è uscita di corsa dal palazzo?

Perché credeva che stesse andando a fuoco e non voleva morire. La sua fuga non è una risposta prevedibile a qualche stimolo oggettivamente descrivibile nel linguaggio della fisica e della chimica. Forse è scappata via quando ha visto il fumo, forse in seguito a una telefonata in cui le è stato detto che nel palazzo era scoppiato un incendio, o alla vista dei pompieri, o al suono dell'allarme antincendio. Ma è anche vero che a nessuno di questi stimoli sarebbe necessariamente scappata. Non sarebbe scappata sapendo che il fumo veniva da un dolce che stava bruciando nel forno, o che la telefonata era di un amico attore che stava provando la sua parte, o che l'allarme era scattato per errore o per

una ragazzata, o perché un elettricista lo stava collaudando. La luce, il suono e le particelle misurabili dai fisici non sono legittime predizioni del comportamento. A predire il comportamento di Sally, e a predirlo bene, è stata la sua convinzione di essere in pericolo. Certo, questa convinzione è connessa agli stimoli che hanno influito su di lei, ma solo in modo tortuoso, indiretto, mediato da tutte le altre convinzioni di Sally su dove si trovava e su come funziona il mondo. E il suo comportamento non è dipeso meno dal suo voler fuggire il pericolo: se fosse stata una volontaria del corpo dei pompieri, o una suicida, o una fanatica decisa a immolarsi per attirare l'attenzione su una causa, o avesse avuto

i figli al piano di sopra, possiamo scommetterci, non sarebbe scappata.

Lo stesso Skinner non sostiene testardamente che a predire il comportamento siano stimoli misurabili come lunghezze d'onda e forme. Piuttosto, definisce gli stimoli in base alle sue proprie intuizioni. Non si fa nessun problema a chiamare il «pericolo», come la «lode», l'«inglese» e la «bellezza», un tipo di stimolo. Il che ha il vantaggio di far corrispondere la sua teoria alla realtà, ma è il vantaggio del furto sull'onesta fatica. Che cosa significhi che un congegno reagisce a una luce rossa o a un rumore acuto lo sappiamo, possiamo addirittura fabbricarne uno che lo faccia, ma gli

esseri umani sono gli unici congegni dell'universo che reagiscono al pericolo, alla lode, all'inglese e alla bellezza. La capacità di reagire a qualcosa di fisicamente nebuloso come una lode fa parte dell'enigma di cui stiamo cercando la soluzione, non della soluzione. Lode, pericolo, inglese e ogni altro fenomeno cui reagiamo, non meno che la bellezza, stanno negli occhi di chi guarda, e sono gli occhi di chi guarda che vogliamo spiegare. L'abisso che separa ciò che può essere misurato da un fisico da ciò che può causare il comportamento è la ragione per cui dobbiamo attribuire alla gente convinzioni e desideri<sup>6</sup>.

Nella vita d'ogni giorno noi tutti

prediciamo e spieghiamo il comportamento degli altri in base a ciò che pensiamo sappiano e a ciò che pensiamo vogliano. Convinzioni e desideri sono gli strumenti esplicativi della nostra psicologia intuitiva, e la psicologia intuitiva è ancora la più utile e completa scienza del comportamento che esista. Per predire la grande maggioranza delle azioni umane, come aprire il frigorifero, salire sull'autobus, tirar fuori il portafoglio, non c'è bisogno di applicare un modello matematico, condurre una simulazione della rete neurale al computer o pagare uno psicologo: basta chiedere alla nonna.

Non che al senso comune si debba riconoscere più autorità in psicologia

che in fisica e in astronomia. Ma nel predire, controllare e spiegare il comportamento quotidiano, questa parte del senso comune dà prova di tanto potere e precisione, rispetto a qualunque altra alternativa mai praticata, che è altamente probabile che sia destinata a essere in qualche modo incorporata nelle nostre migliori teorie scientifiche. Chiamo un amico sull'altra costa degli Stati Uniti e ci mettiamo d'accordo per incontrarci a Chicago, all'ingresso del bar di un certo hotel, un dato giorno di qui a due mesi alle 19:45. Io predico, lui predice, e chiunque ci conosce predice, che quel giorno a quell'ora ci incontreremo. E ci incontriamo. Incredibile! In quale altro campo la

gente comune, ma anche uno scienziato, è in grado di predire al centimetro e al minuto, mesi in anticipo, le traiettorie di due oggetti distanti migliaia di chilometri? E sulla base di informazioni trasmesse in pochi secondi di conversazione? Il calcolo sotteso a questa previsione è psicologia intuitiva: consiste nel sapere che io voglio incontrare il mio amico e viceversa, e che ognuno di noi è convinto che l'altro si troverà in un certo momento in un certo posto, e sa che sequenza di corse in macchina, percorsi a piedi e voli in aereo ci porteranno lì. È ben difficile che una scienza della mente o del cervello possa mai far meglio. Il che non significa che la psicologia intuitiva



basata su convinzioni e desideri sia in sé una scienza, ma indica che la psicologia scientifica dovrà spiegare come un grosso pezzo di materia, qual è un essere umano, possa avere convinzioni e desideri, e com'è che convinzioni e desideri fanno così bene il loro lavoro<sup>7</sup>.

La spiegazione tradizionale dell'intelligenza vede il corpo umano pervaso da un'entità immateriale, l'anima, concepita in genere come una sorta di spettro o spirito. Ma va incontro a un problema insormontabile: com'è che il fantasma interagisce con la solida materia? Com'è che un etereo nulla reagisce a lampi di luce, urti, colpi di clacson e fa muovere braccia e gambe?

Un altro problema è la schiacciante evidenza che la mente è l'attività del cervello. La presunta anima immateriale, come oggi sappiamo, può essere tagliata a metà con un coltello, alterata da sostanze chimiche, avviata o fermata per via elettrica e spenta per sempre da un colpo violento o da mancanza di ossigeno. Al microscopio il cervello mostra una complessità di struttura chimica che lascia a bocca aperta, e che corrisponde perfettamente alla ricchezza della mente.

Un'altra spiegazione è che la mente viene da una qualche straordinaria forma di materia. Pinocchio prende vita da un magico pezzo di legno trovato da Geppetto, un pezzo di legno capace di

parlare, ridere e muoversi. Purtroppo, una meraviglia del genere nessuno l'ha mai scoperta. A prima vista, si potrebbe pensare che la sostanza meravigliosa sia il tessuto cerebrale. Darwin scrive che il cervello «secerne» la mente, e recentemente il filosofo John Searle ha sostenuto che le proprietà fisico-chimiche del tessuto cerebrale producono in qualche modo la mente, così come il tessuto mammario produce latte e il tessuto vegetale zucchero. Ma non dimentichiamo che gli stessi tipi di membrane, pori e sostanze chimiche si trovano nel tessuto cerebrale di tutto il regno animale, per non parlare dei tumori cerebrali e delle colture sotto vetro. Questi grumi di tessuto neurale

hanno tutti le stesse proprietà fisico-chimiche, ma non tutti giungono all'intelligenza umana. Certo, qualcosa del tessuto del cervello umano è necessario alla nostra intelligenza, ma le proprietà fisiche non bastano, come le proprietà fisiche dei mattoni non bastano a spiegare l'architettura e quelle delle particelle di ossido la musica. Cruciale è qualcosa nella strutturazione del tessuto neurale.

L'intelligenza è stata spesso attribuita a qualche sorta di flusso di energia o di campo di forza. Globi, vapori luminosi, aure, vibrazioni, campi magnetici e linee di forza hanno un posto di primo piano nello spiritismo, nella pseudoscienza e nel kitsch fantascientifico. La psicologia

della Gestalt ha cercato di spiegare le illusioni visive in termini di campi di forza elettromagnetici sulla superficie del cervello, ma questi campi non sono mai stati trovati. A volte la superficie del cervello è stata descritta come un medium in continua vibrazione che supporta ologrammi o altri tipi di interferenze di onde, ma anche quest'idea non ha avuto buon esito. Il modello idraulico, con la pressione psichica che aumenta, esplode o si scarica lungo canali alternativi, è al centro della teoria freudiana e di decine di metafore d'uso quotidiano: la rabbia trabocca, la si scarica o la si soffoca, sotto pressione si esplode, i nervi saltano, i sentimenti li si sfoga. Ma

nemmeno le emozioni più intense corrispondono letteralmente a un accumulo e a una scarica di energia (in senso fisico) da qualche parte del cervello. Nel [capitolo VI](#) cercherò di persuadervi che il cervello non opera tramite pressioni interne, ma le produce apposta in una tattica negoziale, come un terrorista con l'esplosivo legato alla cintura.

Un problema di tutte queste idee è che, se anche scopriremo una qualche gelatina, o vortice, o vibrazione, o globo che parla e combina pasticci come il pezzo di legno di Geppetto, o che, più in generale, prende decisioni basate su regole razionali e persegue obiettivi al di là di ostacoli, ci troveremmo ancora

di fronte al mistero di come compie simili imprese.

No, l'intelligenza non viene da uno speciale tipo di spirito, o di materia, o di energia, ma da un articolo diverso: l'informazione. L'informazione è una correlazione fra due cose che nasce da un processo regolare (e non per puro caso). Noi diciamo che gli anelli di un tronco danno informazioni sull'età dell'albero perché il loro numero è correlato con quest'età (più l'albero è vecchio, più anelli ha), e tale correlazione non è una coincidenza, ma frutto del modo in cui d'albero cresce. Quello di correlazione è un concetto logico e matematico; a definire una correlazione non è la sostanza di cui

sono fatte le entità correlate<sup>8</sup>.

L'informazione in sé non ha niente di speciale; se ne trova ovunque ci siano cause che portano a effetti. Speciale è l'elaborazione dell'informazione. Possiamo guardare a un pezzo di materia che porta informazione su una qualche situazione come a un simbolo; esso può «stare per» quella situazione. Ma, in quanto pezzo di materia, può fare anche altre cose, cose fisiche, tutte quelle che quel tipo di materia in quel tipo di situazione può fare secondo le leggi della fisica e della chimica. Gli anelli danno informazioni sull'età dell'albero, ma non cessano per questo di riflettere la luce e assorbire materie coloranti. Le orme danno informazioni sui movimenti



degli animali, ma risucchiano anche l'acqua e creano mulinelli nel vento.

Ecco, qui c'è un'idea. Supponiamo di fabbricare una macchina con parti sensibili alle proprietà fisiche di qualche simbolo. Una leva o una cellula fotoelettrica o una trappola o un magnete viene messo in funzione dal pigmento assorbito dall'anello di un albero, o dall'acqua risucchiata da un'orma, o dalla luce riflessa da un segno fatto con il gesso, o dalla carica magnetica di un pezzettino di ossido. E supponiamo che la macchina, a quel punto, faccia succedere qualcosa in qualche altro pezzo di materia. Imprime nuovi segni su un pezzo di legno, modella tracce nel fango, carica qualche altra particella di

ossido. Finora non è accaduto nulla di speciale; non ho descritto altro che una catena di eventi fisici prodotti da uno stupido marchingegno.

Lo speciale viene ora: immaginiamo di cercare di interpretare il pezzo di materia modificato usando lo schema secondo il quale quello originale portava informazione. Contiamo, per esempio, i nuovi anelli nel legno e interpretiamoli come l'età di un dato albero in un dato momento, anche se non sono stati prodotti dalla crescita di un albero. E ammettiamo che la macchina sia stata accuratamente progettata affinché l'interpretazione dei suoi nuovi segni abbia un senso, affinché cioè essi diano informazioni su qualcosa nel

mondo. Immaginiamo per esempio una macchina che passa allo scanner gli anelli di un pezzo di tronco, imprime un segno su una tavola vicina per ognuno di essi, passa a un pezzo di tronco più piccolo proveniente da un albero tagliato nello stesso momento, ne passa allo scanner gli anelli, e cancella un segno sulla tavola per ognuno di essi. A contare i segni sulla tavola abbiamo l'età del primo albero nel momento in cui è stato piantato il secondo. La nostra macchina sarebbe una sorta di macchina razionale, che da premesse vere giunge a conclusioni vere, non grazie a qualche speciale tipo di materia o di energia, o perché qualche sua parte sia in sé intelligente o razionale. Non ci troviamo

di fronte ad altro che a una catena ingegnosamente prodotta di normali eventi fisici, il cui primo anello è una configurazione di materia che porta informazione. La nostra macchina razionale deve la sua razionalità a due proprietà indissolubilmente fuse nell'entità che chiamiamo simbolo: un simbolo fornisce informazione e fa accadere cose (gli anelli da un lato sono in correlazione con l'età dell'albero e dall'altro possono assorbire il raggio di luce di uno scanner). Quando le cose che vengono fatte accadere forniscono a loro volta informazione, chiamiamo l'intero sistema un elaboratore di informazioni, o computer.

Tutto questo progetto potrebbe

apparire una speranza irrealizzabile. Che garanzia c'è che qualunque ammasso di cose possa essere configurato in modo tale da cadere, o oscillare, o brillare nella maniera giusta affinché, a interpretarne gli effetti, l'interpretazione abbia senso? (Più precisamente, affinché abbia senso rispetto a qualche legge o rapporto preesistente che giudichiamo degno d'interesse; a qualunque ammasso di cose si può dare, a posteriori, un'interpretazione artificiosa). Come possiamo fidarci che una macchina traccerà segni effettivamente corrispondenti a qualche situazione del mondo dotata di significato – come l'età di un albero al momento in cui ne è stato

piantato un altro, o l'età media dei rampolli dell'albero, o qualunque altra – invece che segni privi di significato, che non corrispondono a niente?

La garanzia sta nell'opera del matematico Alan Turing, ideatore di una macchina ipotetica i cui simboli in input e in output possono corrispondere, a seconda delle specifiche della macchina, a un gran numero di interpretazioni sensate. La macchina consiste di un nastro suddiviso in quadrati, di una testina leggi-scrivi capace di stampare o leggere un simbolo e di muovere il nastro in ambedue le direzioni, di un puntatore designato a indicare un numero stabilito di segni sulla macchina, e di una serie di riflessi

meccanici. Ogni riflesso è innescato dal simbolo che viene letto e dalla posizione del puntatore in quel momento, e imprime un simbolo sul nastro, muove il nastro e/o sposta il puntatore. Alla macchina è concesso tanto nastro quanto le occorre. È questo progetto che prende il nome di macchina di Turing.

Che cosa può fare questo semplice marchingegno? Può registrare simboli che stanno per un numero o una serie di numeri, e stampare simboli che stanno per nuovi numeri di valore corrispondente a qualunque funzione matematica risolvibile tramite una sequenza passo dopo passo di operazioni (addizione, moltiplicazione,

elevazione a potenza, scomposizione in fattori e così via; per dare un'idea dell'importanza della scoperta di Turing senza addentrarmi in dettagli tecnici, non posso essere più preciso). Può applicare le regole di qualunque utile sistema logico per derivare asserzioni vere da altre asserzioni vere. Può applicare le regole di qualunque grammatica per trarne frasi ben strutturate. L'equivalenza fra macchine di Turing, funzioni matematiche calcolabili, logiche e grammatiche ha indotto il logico Alonzo Church a ipotizzare che qualunque ricetta o serie di passi che assicuri di produrre la soluzione di un qualche problema in un periodo di tempo finito (vale a dire, qualunque



algoritmo) sia eseguibile su una macchina di Turing<sup>9</sup>.

Che cosa significa? Significa che, nella misura in cui il mondo obbedisce a equazioni matematiche risolvibili passo dopo passo, si può costruire una macchina che simuli il mondo e faccia predizioni su di esso. Nella misura in cui il pensiero razionale corrisponde alle regole della logica, si può costruire una macchina che produca pensiero razionale. Nella misura in cui una lingua è espressa da una serie di regole grammaticali, si può costruire una macchina che generi proposizioni grammaticali. Nella misura in cui il pensiero consiste nell'applicare qualunque serie di ben specificate

regole, si può costruire una macchina che, in qualche modo, pensi.

Turing ha dimostrato che macchine razionali, macchine che usano le proprietà fisiche dei simboli per innescare nuovi simboli dotati di un qualche senso, si possono costruire, e anche con facilità. L'informatico Joseph Weizenbaum ha fatto vedere una volta come assemblarne una con un dado, qualche sasso e un rotolo di carta igienica. E non c'è neanche bisogno di avere un magazzino pieno di macchine del genere, una per le addizioni, un'altra per le radici quadrate, una terza per le frasi in inglese e così via: ne esiste un tipo, chiamato macchina di Turing universale, che può registrare una

descrizione di ogni altra macchina di Turing e poi mimarle tutte alla perfezione. Una singola macchina può essere programmata per svolgere qualunque compito possa essere svolto con una serie qualunque di regole.

Questo significa che il cervello umano è una macchina di Turing? No di certo. Da nessuna parte sono in funzione macchine di Turing, tantomeno nella nostra testa. In pratica sono inutili: troppo goffe, troppo difficili da programmare, troppo grandi e troppo lente. Ma non è questo che conta. Turing voleva solo dimostrare che qualche assemblaggio di congegni poteva funzionare da intelligente elaboratore di simboli. Non molto tempo dopo la sua

scoperta, sono stati progettati degli elaboratori di simboli più pratici, alcuni dei quali destinati a divenire i grandi cervelli elettronici IBM e Univac e, più tardi, i nostri Macintosh e PC. Ma sono tutti degli equivalenti della macchina di Turing universale. Se ignoriamo dimensioni e velocità, e li dotiamo di tutta la memoria di cui hanno bisogno, possiamo programmarli per produrre gli stessi output in risposta agli stessi input.

Quali modelli della mente umana, sono stati proposti ancora altri tipi di elaboratori di simboli. Questi modelli vengono spesso simulati su computer commerciali, ma si tratta solo di una funzione in più. Il computer commerciale è programmato innanzi

tutto per emulare l'ipotetico computer mentale (creando quella che gli informatici chiamano una macchina virtuale), più o meno come un Macintosh può essere programmato per emulare un pc. Solo il computer mentale virtuale viene preso sul serio, non i chip di silicio che lo emulano. Poi sul computer mentale virtuale viene fatto funzionare un programma destinato a creare un modello di qualche sorta di pensiero (soluzione di un problema, comprensione di una frase). È nato un nuovo modo di comprendere l'intelligenza umana.

Lasciate che vi mostri come funziona uno di questi modelli. In un'epoca in cui i veri computer sono così sofisticati da

risultare, per i profani, incomprensibili quasi come la mente, vedere un esempio di computazione al rallentatore è illuminante. Solo così ci si può fare un'idea di come sia possibile collegare fra loro semplici congegni e ottenere un elaboratore di simboli che mostra vera e propria intelligenza. La macchina di Turing, con tutti i suoi sobbalzi, non è la migliore delle pubblicità per la teoria che la mente è un computer, quindi ricorrerò a un modello che possa almeno vagamente pretendere di somigliare al nostro computer mentale. Vi farò vedere come risolve un problema di vita quotidiana, cioè i rapporti di parentela, abbastanza complesso da lasciarci impressionati a vederlo risolvere da una

macchina.

Il modello che useremo è chiamato sistema di produzione. Esso fa a meno dell'aspetto dei computer commerciali più smaccatamente non-biologico: la lista ordinata di passi di programmazione che il computer segue fedelmente uno dopo l'altro. Un sistema di produzione contiene una memoria e una serie di riflessi, detti a volte «demoni» perché sono semplici, autonome entità che se ne stanno lì ad aspettare di mettersi in azione. La memoria è come una bacheca in cui si affiggono avvisi. Ogni demone è un riflesso rotuleo che aspetta di leggere sulla bacheca un particolare avviso e risponde affiggendone uno proprio.

Collettivamente i demoni costituiscono un programma. Man mano che vengono messi in azione dagli avvisi della memoria e affiggono avvisi propri, mettendo così in azione, a loro volta, altri demoni, e così via, l'informazione in memoria cambia finendo per contenere il corretto output per un dato input. Alcuni demoni sono connessi a organi di senso e vengono messi in azione da informazioni nel mondo, invece che da informazioni in memoria. Altri sono connessi ad appendici e rispondono muovendole, invece che affiggendo in memoria altri messaggi<sup>10</sup>.

Supponiamo che la vostra memoria a lungo termine contenga cognizioni riguardo alla vostra famiglia e a quella



delle persone a voi vicine. Il contenuto di tali cognizioni è una serie di proposizioni tipo «Alex è il padre di Andrew». Secondo la teoria computazionale della mente, tale informazione è incorporata in simboli: un insieme di segni fisici in correlazione con lo stato del mondo espresso da quelle proposizioni.

Tali simboli, nonostante la popolare ma falsa teoria secondo cui pensiamo nella nostra lingua madre, non possono essere parole e frasi inglesi. Come ho mostrato nell'*Istinto del linguaggio*, le frasi di una lingua parlata come l'inglese o il giapponese sono fatte per la comunicazione vocale fra esseri sociali impazienti e intelligenti. Esse riescono a

essere concise perché tralasciano ogni informazione che l'ascoltatore è in grado di attingere mentalmente dal contesto. Il «linguaggio del pensiero» in cui è espressa la conoscenza, invece, non può lasciare nulla all'immaginazione, perché è l'immaginazione. Un altro problema dell'uso dell'inglese come strumento di conoscenza è che le frasi inglesi possono essere ambigue. Quando il serial killer Ted Bundy ottiene una sospensione della sua condanna a morte e i giornali titolano «Bundy Beats Date with Chair», noi reagiamo con un attimo di ritardo, perché la nostra mente assegna alla stringa di parole due diversi significati: 1) «Bundy picchia

(*beats*) la ragazza con cui ha appuntamento (*date*) con una sedia (*chair*)», e 2) «Bundy rimanda (*beats*) l'appuntamento (*date*) con la sedia elettrica (*chair*)». Se una singola stringa di parole in inglese può corrispondere a due significati nella mente, i significati nella mente non possono essere stringhe di parole in inglese. Infine, le frasi di una lingua parlata sono infarcite di articoli, preposizioni, suffissi di genere e altra robbaccia grammaticale, necessaria per aiutare l'informazione a passare da una testa all'altra tramite bocca e orecchie, canali lenti, ma inutile dentro una singola testa, dove l'informazione può essere trasmessa direttamente da folti fasci di neuroni. In

un sistema di conoscenza, insomma, gli enunciati non sono frasi in inglese, ma piuttosto iscrizioni in un più ricco linguaggio del pensiero, il «mentalese».

Nel nostro esempio, la porzione di mentalese che cattura i rapporti di parentela si presenta in due tipi di enunciati. Un esempio del primo è Alex padre-di Andrew: un nome, seguito da un rapporto di parentela, seguito da un nome. Un esempio del secondo è Alex è-maschio: un nome seguito dal suo sesso. Non fatevi fuorviare dal fatto che uso, per le iscrizioni in mentalese, parole e sintassi di una lingua parlata: è una cortesia che faccio a voi lettori per aiutarvi a seguire ciò per cui i simboli stanno. Per quanto riguarda la macchina,

si tratta semplicemente di diverse configurazioni di segni. Finché ognuno di essi viene coerentemente usato per qualcuno (il simbolo usato per Alex sempre per Alex e mai per nessun altro), e sono configurati secondo un piano coerente (in modo che conservino l'informazione su chi è il padre di chi), possono essere segni qualunque in qualunque configurazione. Potete pensarli come codici a barre riconoscibili da uno scanner, o serrature che ammettono un'unica chiave, o forme cui si adatta un'unica sagoma. In un computer commerciale si tratta, naturalmente, di pattern di cariche nel silicio, e nel cervello di attivazioni di serie di neuroni. Il punto chiave è che

nulla nella macchina li intende come voi o come me; parti della macchina rispondono alle loro forme e sono indotte a fare qualcosa, esattamente come un distributore automatico di chewing-gum risponde alla forma e al peso delle monete lasciando cadere un pacchetto di chewing-gum.

L'esempio che segue è un tentativo di demistificare la computazione, di rivelarvi il trucco; e, per rendere più chiara possibile la mia spiegazione (i simboli stanno per qualche concetto e, nello stesso tempo, fanno meccanicamente accadere cose), seguirò l'attività del nostro sistema di produzione descrivendo tutto due volte: concettualmente, nei termini del

contenuto del problema e della logica che lo risolve, e meccanicamente, nei termini dei rozzi movimenti con i quali il sistema rileva e imprime segni. Il sistema è intelligente perché i due livelli corrispondono esattamente: idea-per-segno, passaggio logico-per-movimento.

Chiamiamo la porzione di memoria del sistema che reca le iscrizioni sui rapporti di parentela Memoria a lungo termine, e identifichiamo un'altra parte come Memoria a breve termine, un notes per i calcoli. Una parte della Memoria a breve termine è un'area per obiettivi; essa contiene una lista di domande cui il sistema «cercherà» di rispondere. Il sistema vuole sapere se Gordie è il suo zio biologico.

In partenza, la memoria si presenta così:



MEMORIAA LUNGO TERMINE

Abel genitore-di me  
 Abel è-maschio  
 Bella genitore-di me  
 Bella è-femmina  
 Claudia fratello/  
 sorella-di me  
 Claudia è-femmina  
 Duddie fratello/  
 sorella-di me  
 Duddie è-maschio  
 Edgar fratello/  
 sorella-di Abel  
 Edgar è-maschio  
 Fanny fratello/  
 sorella-di Abel  
 Fanny è-femmina  
 Gordie fratello/  
 sorella-di Bella  
 Gordie è-maschio

MEMORIAA BREVE TERMINEOBIETTIVO

Gordie zio-di me?

Concettualmente parlando, il nostro obiettivo è trovare la risposta a una domanda; la risposta è affermativa se ciò che in essa si chiede è vero. Meccanicamente parlando, il sistema deve determinare se una stringa di segni

nella colonna *Obiettivo*, seguita da un punto di domanda (?), abbia un equivalente in un'identica stringa di segni da qualche parte nella memoria. A rispondere a queste domande consultando, come un'enciclopedia, le colonne *Obiettivo* e *Memoria a lungo termine* alla ricerca di segni identici è designato uno dei demoni. Quando esso individua una corrispondenza, traccia accanto alla domanda un segno indicante che ha ricevuto una risposta affermativa. Per comodità, diamo a questo segno l'aspetto di: Sì.

SE: Obiettivo = bla-bla-bla?

Memoria a lungo termine = bla-bla-bla

ALLORA: SEGNA OBIETTIVO

Si

La sfida concettuale affrontata dal sistema consiste nel fatto che esso non sa esplicitamente chi è zio di chi; tale cognizione è implicita nelle altre cose che sa. Per dirla in termini meccanici: non c'è nessun segno zio-di nella *Memoria a lungo termine*; ci sono solo segni come fratello/sorella-di e genitore-di. Concettualmente parlando, abbiamo bisogno di dedurre la cognizione della qualità di zio dalla cognizione di quella di genitore e da quella di fratello/sorella. Meccanicamente parlando, abbiamo bisogno che un demone tracci un'iscrizione zio-di affiancata da segni appropriati trovati nelle iscrizioni

fratello/sorella-di e genitore-di.  
Concettualmente parlando, abbiamo bisogno di scoprire chi sono i nostri genitori, identificare i loro fratelli/sorelle e poi selezionare i maschi. Meccanicamente parlando, abbiamo bisogno che il demone successivo tracci nell'area *Obiettivo* nuove iscrizioni che avviino le opportune ricerche nella memoria:

SE: obiettivo = Q zio-di P

ALLORA: AGGIUNGI OBIETTIVO

Trova genitori di P

Trova fratelli/sorelle di genitori

Distingui zii/zie

Questo demone viene messo in azione

da un'iscrizione zio-di nella colonna *Obiettivo*. In effetti, la colonna *Obiettivo* ne ha una, quindi il demone si mette al lavoro e aggiunge a essa qualche nuovo segno:

MEMORIAA LUNGO TERMINE

Abel genitore-di me  
 Abel è-maschio  
 Bella genitore-di me  
  
 Bella è-femmina  
 Claudia fratello/  
 sorella-di me  
 Claudia è-femmina  
 Duddie fratello/  
 sorella-di me  
 Duddie è-maschio  
 Edgar fratello/  
 sorella-di Abel  
 Edgar è-maschio  
 Fanny fratello/  
 sorella-di Abel  
 Fanny è-femmina  
 Gordie fratello/  
 sorella-di Bella  
 Gordie è-maschio

MEMORIAA BREVE TERMINEOBIETTIVO

Gordie zio-di me?  
 Trova genitori di me  
 Trova fratelli/  
 sorelle di genitori  
 Distingui zii/zie

Dev'esserci poi un marchingegno, qualche altro demone o un'attrezzatura extra dentro questo demone, che sostituisca l'etichetta P con una lista delle etichette che stanno per i nomi: me, Abel, Gordie e così via. Ometto questi

particolari per non complicare le cose.

Le nuove iscrizioni nell'*Obiettivo* spingono all'azione altri demoni dormienti. Uno di essi (concettualmente parlando) cerca i genitori del sistema, e lo fa (meccanicamente parlando) copiando tutte le iscrizioni che contengono i nomi dei genitori nella *Memoria a breve termine* (a meno che le iscrizioni non siano già presenti, naturalmente; questa clausola evita che il demone si metta a fare stupidamente copie su copie come l'Apprendista stregone di Goethe).

SE: Obiettivo = Trova genitori di P

Memoria a lungo termine = X genitore-di  
P

Memoria a breve termine  $\neq$  X genitore-di  
P

ALLORA: COPIA IN Memoria a breve  
termine

X genitore-di P

CANCELLA OBIETTIVO

La nostra bacheca si presenta adesso  
così:



## MEMORIA

A LUNGO TERMINE

Abel genitore-di me  
Abel è-maschio

Bella genitore-di me

Bella è-femmina

Claudia fratello/  
sorella-di me

Claudia è-femmina

Duddie fratello/  
sorella-di me

Duddie è-maschio

Edgar fratello/  
sorella-di Abel

Edgar è-maschio

Fanny fratello/  
sorella-di Abel

Fanny è-femmina

Gordie fratello/  
sorella-di Bella

Gordie è-maschio

## MEMORIA

A BREVE TERMINE

Abel genitore-di me

Bella genitore-di me

OBIETTIVO

Gordie zio-di me?

Trova fratelli/  
sorelle di genitori  
Distingui zii/zie

Ora che conosciamo i genitori, possiamo trovare i loro fratelli e sorelle. Meccanicamente parlando: ora che i nomi dei genitori sono scritti nella *Memoria a breve termine*, può entrare in azione un demone che copia le

iscrizioni sui fratelli e le sorelle dei genitori:

SE: Obiettivo = Trova fratelli/sorelle di genitori

Memoria a breve termine = X genitore-di Y

Memoria a lungo termine = Z fratello/sorella-di X

Memoria a breve termine  $\neq$  Z fratello/sorella-di X

ALLORA: Copia in memoria a breve termine Z fratello/sorella-di X

CANCELLA OBIETTIVO

Ed ecco il suo operato:

## MEMORIA

A LUNGO TERMINE

Abel genitore-di me  
 Abel è maschio  
 Bella genitore-di me  
 Bella è-femmina  
 Claudia fratello/  
 sorella-di me  
 Claudia è-femmina  
 Duddie fratello/  
 sorella-di me  
 Duddie è-maschio  
 Edgar fratello/  
 sorella-di Abel  
 Edgar è-maschio  
 Fanny fratello/  
 sorella-di Abel  
 Fanny è-femmina  
 Gordie fratello/  
 sorella-di Bella  
 Gordie è-maschio

## MEMORIA

A BREVE TERMINE

Abel genitore-di me  
 Bella genitore-di me  
 Edgar fratello/  
 sorella-di Abel  
 Fanny fratello/  
 sorella-di Abel  
 Gordie fratello/  
 sorella-di Bella

OBIETTIVO

Gordie zio-di me?  
 Distingui zii/zie

Per ora, stiamo considerando zie e zii insieme. Per separarli abbiamo bisogno di individuare i maschi. Meccanicamente parlando, il sistema ha bisogno di vedere quali iscrizioni hanno

nella *Memoria a lungo termine* degli equivalenti con accanto il segno è-maschio. Ecco il demone che compie la verifica:

SE: Obiettivo = Distingui zii/zie

Memoria a breve termine = X genitore-di Y

Memoria a lungo termine = Z fratello/sorella-di X

Memoria a breve termine = Z è-maschio

ALLORA: DEPOSITA IN MEMORIA A LUNGO TERMINE

Z zio-di Y

CANCELLA OBIETTIVO

È questo il demone che più direttamente incarna le cognizioni del

sistema riguardo al significato di «zio»: un fratello/sorella maschio di genitore. Esso aggiunge l'iscrizione sulla qualità di zio alla *Memoria a lungo termine*, non a quella a breve termine, perché l'iscrizione rappresenta un frammento di conoscenza che resta permanentemente vero.

MEMORIAA LUNGO TERMINE

Edgar zio-di me  
 Gordie zio-di me  
 Abel genitore-di me  
 Abel è-maschio  
 Bella genitore-di me  
 Bella è-femmina  
 Claudia fratello/  
 sorella-di me  
 Claudia è-femmina  
 Duddie fratello/  
 sorella-di me  
 Duddie è-maschio  
 Edgar fratello/  
 sorella-di Abel  
 Edgar è-maschio  
 Fanny fratello/  
 sorella-di Abel  
 Fanny è-femmina  
 Gordie fratello/  
 sorella-di Bella  
 Gordie è-maschio

MEMORIAA BREVE TERMINE

Abel genitore-di me  
 Bella genitore-di me  
 Edgar fratello/  
 sorella-di Abel  
 Fanny fratello/  
 sorella-di Abel  
 Gordie fratello/  
 sorella-di Bella

OBIETTIVO

Gordie zio-di me?

Concettualmente parlando, abbiamo appena dedotto ciò su cui stavamo indagando. Meccanicamente parlando, abbiamo appena creato iscrizioni segno

per segno identiche nella colonna *Obiettivo* e in quella *Memoria a lungo termine*. Il primissimo demone che ho menzionato, che cerca doppioni del genere, è spinto a tracciare il segno che indica che il problema è stato risolto:

## MEMORIA

A LUNGO TERMINE

Edgar zio-di me  
 Gordie zio-di me  
 Abel genitore-di me  
 Abel è-maschio  
 Bella genitore-di me  
 Bella è-femmina  
 Claudia fratello/  
 sorella-di me  
 Claudia è-femmina  
 Duddie fratello/  
 sorella-di me  
 Duddie è-maschio  
 Edgar fratello/  
 sorella-di Abel  
 Edgar è-maschio  
 Fanny fratello/  
 sorella-di Abel  
 Fanny è-femmina  
 Gordie fratello/  
 sorella-di Bella  
 Gordie è-maschio

## MEMORIA

A BREVE TERMINE

Abel genitore-di me  
 Bella genitore-di me  
 Edgar fratello/  
 sorella-di Abel  
 Fanny fratello/  
 sorella-di Abel  
 Gordie fratello/  
 sorella-di Bella

OBIETTIVO

Gordie zio-di me? Sì

Che cosa abbiamo ottenuto? Abbiamo costruito, a partire da inanimate componenti di distributore automatico di chewing-gum, un sistema che ha



compiuto qualcosa di vagamente mentale: ha dedotto la verità di un enunciato di cui non s'era mai occupato prima. Partendo da idee su specifici genitori e specifici fratelli e sorelle, e dalla conoscenza del significato di essere zio, esso ha prodotto idee vere su degli specifici zii. Il trucco, lo ripeto, viene dall'elaborazione di simboli: configurazioni di materia che hanno a un tempo proprietà rappresentazionali e causali, cioè che danno informazioni su qualcosa e, contemporaneamente, prendono parte a una catena di eventi fisici. Tali eventi costituiscono una computazione: la macchina infatti è stata costruita in modo tale che, se l'interpretazione dei simboli che la

mettono in moto è un enunciato vero, l'interpretazione dei simboli creati dalla macchina è anch'essa un enunciato vero. La teoria computazionale della mente è l'ipotesi che l'intelligenza sia computazione in questo senso.

«Questo senso» è un senso ampio, ed evita un po' della zavorra di altre definizioni di computazione. Non abbiamo bisogno, per esempio, di assumere che la computazione sia costituita da una sequenza di passi discreti, che i simboli debbano essere o pienamente presenti o pienamente assenti (invece che essere più forti o più deboli, più attivi o meno attivi), che una risposta corretta sia garantita in un periodo finito di tempo, o che il valore

di verità sia «assolutamente vero» o «assolutamente falso», invece che una probabilità o un grado di certezza. La teoria computazionale include quindi un genere alternativo di computer, con molti elementi attivi in un grado corrispondente alla probabilità che un certo enunciato sia vero o falso, e in cui i livelli di attività mutano uniformemente per registrare nuove e più o meno accurate probabilità. (Come vedremo in seguito, potrebbe essere così che funziona il cervello). L'idea chiave è che la risposta alla domanda «che cosa rende un sistema intelligente?» non sia il tipo di sostanza di cui è composto, o il tipo di energia che vi scorre, ma il significato delle parti della macchina e

la strutturazione dei mutamenti al suo interno così da rispecchiare rapporti che conservano la verità (comprese le verità probabilistiche e confuse)<sup>11</sup>.

### *Computazione naturale*

Perché dovrete sottoscrivere la teoria computazionale della mente? Perché ha risolto problemi filosofici millenari, ha impresso la spinta iniziale alla rivoluzione del computer, ha posto i problemi significativi delle neuroscienze, e ha fornito alla psicologia un programma di ricerca straordinariamente proficuo.

Generazioni di pensatori si sono rotti la testa sul problema di come la mente

possa interagire con la materia. Per dirla con Jerry Fodor: «L'autocommiserazione può far versare lacrime, e così le cipolle». Com'è che le nostre intangibili convinzioni, i desideri, le immagini, i progetti e gli obiettivi riflettono il mondo attorno a noi e tirano le leve con le quali noi, a nostra volta, modelliamo il mondo? Descartes, secoli dopo la sua morte, è diventato (ingiustamente) lo zimbello degli scienziati per avere suggerito che mente e materia sono due cose di tipo diverso che interagiscono in qualche modo in una parte del cervello detta ghiandola pineale. Il filosofo Gilbert Ryle ha messo in ridicolo quest'idea in generale battezzandola la «Dottrina dello spettro

nella macchina» (espressione poi adottata come titolo di libri dallo scrittore Arthur Koestler e dallo psicologo Stephen Kosslyn, e come titolo di un album dal gruppo rock The Police). Ryle e altri filosofi sostengono che termini mentalistici quali «convinzioni», «desideri» e «immagini» non hanno alcun senso, e sono frutto di volgari equivoci di linguaggio, come se a udire l'espressione «per amor del cielo» ci si mettesse alla ricerca del cielo. Spiritosi psicologi behavioristi hanno giudicato tali invisibili entità tanto poco scientifiche quanto la Fata del primo dente, cercando di bandirle dalla psicologia<sup>12</sup>.

Poi sono venuti i computer: mucchi di

metallo senza nessuna fata, del tutto esorcizzati, che è impossibile spiegare facendo a meno del repertorio dei termini mentalistici tabù. «Perché il mio computer non stampa?». «Perché il programma *non sa* che hai sostituito la tua stampante ad aghi con una laser. Continua a *pensare* di stare *parlando* con quella ad aghi e *tenta* di stampare il documento *chiedendole di riconoscere* il suo messaggio. Ma il messaggio la stampante *non lo capisce*, e *lo ignora*, perché *si aspetta* che l'input inizi con "%!". Il programma *si rifiuta* di cedere il controllo mentre *sonda* la stampante, quindi devi *attirare l'attenzione* del monitor affinché possa *strapparglielo*. Una volta che il programma avrà

*imparato* che stampante gli è connessa, potranno *comunicare*.» Più il sistema è complesso e più chi lo usa è esperto, più la loro conversazione tecnica assomiglia alla trama di una telenovela.

Gli psicologi behavioristi obietterebbero che si tratta semplicemente di un uso a dir poco libero del linguaggio. Le macchine, in realtà, non capiscono né tentano niente, e quei due parlano senza far caso a quello che dicono, rischiando così di farsi indurre in gravi errori concettuali. Che cosa c'è che non va, in questo discorso? I filosofi accusano gli scienziati del computer di pensare in modo confuso? Ma, in materia di precisione e completezza, un computer è quanto di



più implacabilmente esigente, formalistico, pedante, caparbio vi sia nell'universo. A giudicare da quell'accusa, verrebbe da pensare che siano i confusi informatici a chiamare un filosofo quando il loro computer va in tilt, e non viceversa. Una spiegazione migliore è che la computazione ha finalmente demistificato i termini mentalistici. Le convinzioni sono iscrizioni in memoria, i desideri iscrizioni negli obiettivi, il pensiero è computazione, le percezioni sono iscrizioni prodotte da sensori, tentare è eseguire operazioni messe in moto da un obiettivo.

(Ma, state per obiettarci, noi esseri umani sentiamo qualcosa quando

abbiamo una convinzione, o un desiderio, o una percezione, mentre una mera iscrizione non ha il potere di creare sensazioni del genere. Giusto. Cerchiamo però di tener distinto il problema di spiegare l'intelligenza da quello di spiegare le sensazioni cosce. Per ora cerco di spiegare l'intelligenza; alla coscienza ci arriveremo dopo, in questo stesso capitolo).

La teoria computazionale della mente riabilita inoltre una volta per sempre il famigerato omuncolo. Un'obiezione classica all'idea che i pensieri siano rappresentazioni interne (obiezione diffusa fra gli scienziati che cercano di dimostrare quanto sono realistici) è che una rappresentazione richiederebbe un

omino nella testa che la guardasse, e l'omino richiederebbe un omino ancora più piccolo che guardasse le rappresentazioni dentro di lui, e così via, all'infinito. Ma ancora una volta siamo di fronte alla scenetta del teorico che insiste con l'ingegnere elettrico che, se l'ingegnere ha ragione, nel suo impianto devono esserci sciami di folletti. Parlare di omuncoli è indispensabile in informatica. Le strutture di dati vengono continuamente lette, interpretate, esaminate, riconosciute, rivedute, e i sottoprogrammi che lo fanno sono impudicamente chiamati «agenti», «demoni», «supervisori», «monitor», «interpreti» e «esecutivi». Perché tutto

questo parlare di omuncoli non porta a una regressione all'infinito? Perché una rappresentazione interna non è una realistica fotografia del mondo, e l'omuncolo che «la guarda» non è una copia in miniatura dell'intero sistema, che ne richiede l'intera intelligenza. Questo sì, non spiegherebbe niente. Una rappresentazione è piuttosto una serie di simboli corrispondenti ad aspetti del mondo, e a ogni omuncolo è richiesto soltanto di reagire in pochi modi circoscritti ad alcuni dei simboli, impresa ben più semplice di quella che compie il sistema nel suo insieme. L'intelligenza del sistema emerge dalle attività dei non tanto intelligenti demoni meccanici dentro di esso. Il punto,

messo per la prima volta in chiaro da Jerry Fodor nel 1968, è stato succintamente espresso da Daniel Dennett:

Gli homunculi sono spauracchi solo se duplicano per intero i talenti che sono chiamati a spiegare... Ma se si riesce a fare in modo che una squadra o un comitato di homunculi relativamente ignoranti, limitati, ciechi, produca il comportamento intelligente dell'intero sistema, si è fatto un progresso. Un grafo di flusso rappresenta normalmente lo schema organizzativo di un comitato di homunculi (investigatori, bibliotecari, ragionieri, dirigenti); ogni blocco indica un homunculus assegnando una funzione, senza dire come debba essere realizzata (si dice soltanto: colloca qui un ometto che esegua questo compito). Se poi diamo

un'occhiata più attenta ai singoli blocchi, vediamo che la funzione di ognuno viene realizzata suddividendola, tramite un altro grafo di flusso, tra altri homunculi ancora più piccoli, ancora più stupidi. Alla fine, seguitando a inserire blocchi nei blocchi, raggiungeremo homunculi così stupidi (non dovranno far altro che rispondere sì o no, se interrogati) da poter essere, come si usa dire, «sostituiti da una macchina». Dallo schema si eliminano gli homunculi raffinati organizzando eserciti di tali idioti che fanno il lavoro<sup>13</sup>.

Ma potreste ancora chiedervi come si fa a presumere che i segni scarabocchiati e cancellati dai demoni dentro il computer rappresentino o stiano per cose nel mondo. Chi decide che questo segno nel sistema corrisponde a quel pezzetto di

mondo? Nel caso del computer, la risposta è ovvia: decidiamo noi qual è il significato dei simboli perché costruiamo noi la macchina. Ma chi significa i significati dei simboli che, si presume stanno dentro di noi? I filosofi chiamano questo problema il problema dell'«intenzionalità» (in modo confusivo, perché non ha nulla a che vedere con le intenzioni). Le risposte correnti sono due. Una dice che un simbolo è connesso con il suo referente nel mondo tramite i nostri organi di senso. La faccia della madre riflette la luce, che stimola l'occhio, che produce una cascata di sagome o circuiti simili, che iscrivono nella mente il simbolo madre. L'altra risposta dice che

la peculiare struttura di manipolazioni di simboli prodotta dal primo simbolo rispecchia la peculiare struttura di rapporti tra referente del primo simbolo e referenti dei simboli prodotti. Una volta che, per qualunque ragione, siamo d'accordo che madre significa madre, zio significa zio e così via, le nuove interdipendenti dichiarazioni di parentela generate dai demoni si rivelano prodigiosamente e ripetutamente vere. Il marchingegno scrive Bella madre-di me, ed è vero, Bella è mia madre. madre significa «madre» perché gioca un ruolo nelle inferenze sulle madri<sup>14</sup>.

Sono le teorie dette «causale» e «del ruolo inferenziale», e i filosofi ostili



all'una o all'altra si sono divertiti a escogitare assurdi esperimenti di pensiero per confutarle. Edipo non voleva sposare sua madre, ma l'ha fatto lo stesso. Perché? Perché sua madre ha innescato in lui il simbolo Giocasta invece del simbolo mamma, e il suo desiderio diceva «se è mamma, non sposarla». Gli effetti causali di Giocasta, che era in realtà la madre di Edipo, sono irrilevanti; a contare è stato soltanto il ruolo inferenziale giocato dentro la testa di Edipo dai simboli Giocasta e mamma. Un fulmine colpisce un albero morto nel bel mezzo di una palude e, per un'incredibile coincidenza, la melma coalesce in una replica molecola per molecola di me in

questo momento, ricordi compresi. L'Uomo della palude non ha mai avuto alcun rapporto con mia madre, ma la maggior parte della gente direbbe che i suoi pensieri sulla madre sono pensieri su mia madre, proprio come i miei. Ancora una volta, giungiamo alla conclusione che perché un simbolo sia un simbolo di qualcosa non è necessaria una causazione da parte di qualcosa nel mondo; basta il suo ruolo inferenziale.

Ma, ma, ma! Supponiamo che la sequenza di passaggi di elaborazione dell'informazione di un computer che sta giocando a scacchi si riveli, per una curiosa coincidenza, identica a quella degli eventi bellici della Guerra dei sei giorni (Cavallo = Moshe Dayan, Torre

in c7 = l'esercito israeliano conquista le alture del Golan, e così via). Il programma sarebbe dall'inizio alla fine «sulla» Guerra dei sei giorni tanto quanto è «sulla» partita a scacchi? Supponiamo di scoprire, un bel giorno, che i gatti non sono animali, ma robot controllati da Marte. Ogni regola inferenziale che computasse «se è un gatto, dev'essere un animale» diverrebbe inoperante. Il ruolo inferenziale del nostro simbolo mentale gatto cambierebbe fino a farsi quasi irriconoscibile. Ma certamente non cambierebbe il significato di gatto: a vedere sgattaiolare Felix il Robot si continuerebbe a pensare «gatto». E sono due punti a favore della teoria causale.

Una terza concezione è riassunta dalla parodia pubblicitaria televisiva di «Saturday Night Live»: avete ragione tutti e due, è una cera per pavimenti e anche una guarnizione per dolci. È insieme che i ruoli causale e inferenziale di un simbolo determinano ciò che esso rappresenta. (In questa visione i pensieri dell'Uomo della palude riguarderebbero mia madre perché egli ha un rapporto causale declinato al futuro con lei: la riconoscerebbe, incontrandola). I ruoli causale e inferenziale tendono a essere in sincronia perché la selezione naturale ha progettato sia i nostri sistemi percettivi sia i nostri moduli inferenziali in modo da funzionare bene, per la maggior parte del tempo, in questo

mondo. Non tutti i filosofi sono d'accordo sul fatto che causazione più inferenza più selezione naturale siano sufficienti a inchiodare un concetto di «significato» capace di funzionare alla perfezione in tutti i mondi. («Supponiamo che l'Uomo della palude abbia un gemello identico su un altro pianeta...»). Ma in questo caso, si potrebbe rispondere, tanto peggio per quel concetto di significato. Il significato potrebbe avere senso solo relativamente a un congegno progettato (da ingegneri o dalla selezione naturale) per funzionare in un particolare tipo di mondo. In altre parole: Marte, Uomo della palude, Twilight Zone, non si accettano scommesse. Che la teoria

causale-e-inferenziale sia o meno a prova di filosofo, essa solleva il velo del mistero su come un simbolo in una mente o in una macchina possa significare qualcosa<sup>15</sup>.

Un altro segno che la teoria computazionale della mente è sulla pista giusta è l'esistenza dell'intelligenza artificiale: computer che eseguono compiti intellettuali di tipo umano. Qualunque discount può vendervi un computer capace di far calcoli, immagazzinare e recuperare dati, disegnare, controllare l'ortografia, inoltrare la posta, scegliere caratteri tipografici meglio di un essere umano. E un negozio di software ben fornito può

vendervi programmi che giocano a scacchi da campioni e riconoscono i caratteri alfabetici e i discorsi ben pronunciati. I clienti più facoltosi possono comprare programmi che rispondono a domande su argomenti circoscritti, controllano braccia di robot che saldano e dipingono a spruzzo e riproducono la competenza umana in centinaia di campi quali investire in borsa, diagnosticare malattie, prescrivere medicine e rimediare a guasti. Nel 1996 il computer Deep Blue ha sconfitto il campione del mondo di scacchi Gary Kasparov in una partita ed è andato in pareggio in altre due prima di perdere, e perché un computer sconfigga un campione del mondo senza

appello è solo questione di tempo. Se non ci sono robot della classe Terminator, nel mondo ci sono migliaia di programmi di intelligenza artificiale su scala minore, incluso qualcuno nascosto nel vostro personal computer, nella vostra macchina e nel vostro televisore. E il progresso continua<sup>16</sup>.

Se questi limitati successi meritano di essere menzionati, è a causa dell'appassionato dibattito tra «Quello che i computer presto faranno» e «mai faranno»<sup>17</sup>. Un fronte sostiene che i robot sono dietro l'angolo (a dimostrare che la mente è un computer); l'altro che questo non accadrà mai (a dimostrare che non lo è). È un dibattito che sembra uscito dritto dalle pagine di *La parola*



*agli esperti*, di Christopher Cerf e Victor Navasky:

«Le persone bene informate sanno che è impossibile trasmettere la voce via cavo e che, se anche fosse possibile, la cosa non avrebbe alcun valore». *Editoriale*, «The Boston Post», 1865

«Fra cinquant'anni... non saremo più costretti all'assurdità di allevare un intero pollo per mangiarne il petto o le ali, ma alleveremo queste parti separatamente in condizioni adatte». WINSTON CHURCHILL, 1932

«Macchine volanti più pesanti dell'aria sono impossibili». LORD KELVIN, pioniere della termodinamica e dell'elettricità, 1895

«[Nel 1965] l'automobile di lusso sarà

probabilmente lunga sei metri, e avrà un motore a turbina a gas, fratello minore del motore a reazione». LEO CHERNE, direttore-editore di «The Research Institute of America», 1955

«Quali che possano essere i futuri progressi della scienza, l'uomo non arriverà mai sulla Luna». LEE DEFOREST, inventore del tubo a vuoto, 1957

«Gli aspirapolvere a energia nucleare saranno probabilmente una realtà entro dieci anni». ALEX LEWYT, produttore di aspirapolvere, 1955<sup>18</sup>

L'unica predizione della futurologia indubitabilmente giusta è che in futuro i futurologi di oggi faranno la figura degli sciocchi. Quali saranno le conquiste ultime dell'intelligenza artificiale non lo

sappiamo; dipenderanno da un'infinità di fattori pratici che verranno scoperti solo lungo la strada. Ciò che è indiscutibile è che macchine che computano possono essere intelligenti.

Conoscenza scientifica e successo tecnologico sono connessi solo debolmente. Da qualche tempo sappiamo parecchio sull'articolazione dell'anca e sul cuore, ma l'articolazione dell'anca artificiale è cosa di tutti i giorni, mentre al cuore artificiale non si riesce ad arrivare. Quando si guarda all'intelligenza artificiale nel tentativo di capire qualcosa dei computer e della mente, non bisogna dimenticare le trappole disposte lungo il percorso fra teoria e applicazione. Il nome giusto da

dare allo studio della mente informato dai computer non è quello di Intelligenza artificiale, ma di Computazione naturale<sup>19</sup>.

La teoria computazionale della mente si è tranquillamente trincerata nella neuroscienza, lo studio della fisiologia del cervello e del sistema nervoso, e l'idea che l'attività fondamentale del cervello sia l'elaborazione di informazioni ha toccato, in questo campo, ogni angolo. L'elaborazione dell'informazione è ciò che fa sì che i neuroscienziati s'interessino più di neuroni che di cellule gliali, anche se la glia occupa più posto nel cervello. L'assone (lunga fibra di output) di un

neurone è designato, fin nelle singole molecole, a trasmettere informazione ad alta fedeltà su lunghe distanze, e quando il suo segnale elettrico è trasdotto in segnale chimico alla sinapsi (giunzione fra neuroni), il formato fisico dell'informazione cambia, mentre l'informazione in sé rimane la stessa. Inoltre, come vedremo, l'arborizzazione dei dendriti (fibre di input) su ogni neurone sembra eseguire le operazioni logiche e statistiche base che sottendono la computazione. Termini della teoria informatica quali «segnali», «codici», «rappresentazioni», «trasformazioni» e «elaborazione» o «processamento» pervadono il linguaggio della neuroscienza<sup>20</sup>.

L'elaborazione dell'informazione definisce inoltre i legittimi interrogativi legati all'argomento. L'immagine retinica è capovolta, come facciamo quindi a vedere il mondo dritto? Se la corteccia visiva è nel retro del cervello, perché non abbiamo la sensazione di vedere nel retro della testa? Com'è possibile che un uomo cui è stata amputata una gamba ne senta un fantasma nel posto in cui prima si trovava? Com'è possibile che la nostra esperienza di un cubo verde abbia origine da neuroni che non sono né verdi né cubici? Ogni neuroscienziato sa che questi sono pseudoproblemi; ma perché? Perché sono attinenti a proprietà del cervello che non influiscono

minimamente sulla trasmissione e l'elaborazione di informazioni.

Se una teoria scientifica è buona soltanto nella misura in cui lo sono i fatti che spiega e le scoperte che ispira, il punto più a favore della teoria computazionale della mente è il suo impatto sulla psicologia. Skinner e altri behavioristi sostenevano che ogni discorso su eventi mentali non era che sterile speculazione; solo connessioni stimolo-risposta potevano essere studiate in laboratorio e sul campo. Si è rivelato vero l'esatto contrario. Prima che, negli anni Cinquanta e Sessanta, Newell e Simon e gli psicologi George Miller e Donald Broadbent introducessero idee computazionali, la

psicologia si trascinava faticosamente. Il suo programma era fatto di psicologia fisiologica, che significava riflessi, di percezione, che significava colpi di clacson, di apprendimento, che significava topi, di memoria, che significava sillabe senza senso, di intelligenza, che significava QI, e di personalità, che significava test della personalità. Da allora essa ha portato in laboratorio le domande dei più profondi pensatori della Storia e ha compiuto migliaia di scoperte, su ogni aspetto della mente, inimmaginabili solo pochi decenni fa.

Questa fioritura è stata dovuta a un programma di ricerca, cruciale per la psicologia, stabilito dalla teoria



computazionale: scoprire la forma delle rappresentazioni mentali (le iscrizioni di simboli usate dalla mente) e i processi (i demoni) che vi accedono. Platone diceva che siamo rinchiusi in una caverna e conosciamo il mondo solo attraverso le ombre che esso getta sulla parete. La nostra caverna è il cranio, e le ombre sono le rappresentazioni mentali. Tutto ciò che possiamo sapere del mondo è l'informazione in una rappresentazione interna. Pensiamo, per analogia, a come funzionano le rappresentazioni esterne. Il mio estratto conto registra ogni deposito come una singola somma. Se deposito diversi assegni e un po' di contante, non posso controllare se il totale comprende uno

specifico assegno; nella rappresentazione quest'informazione è stata obliterata. Inoltre, e soprattutto, la forma di una rappresentazione determina quali inferenze si possano facilmente trarne, perché i simboli e la loro configurazione sono le uniche cose a cui un omuncolo tanto stupido da poter essere sostituito da una macchina sa reagire. La nostra rappresentazione dei numeri funziona perché ci permette di addizionarli con poche operazioni da scansafatiche: scorrere le tabelline e riportare le cifre. I numeri romani non sono sopravvissuti, se non decorativamente, perché l'addizione con essi è molto più complicata, e la moltiplicazione e la divisione

praticamente impossibili.

La strada del rigore in psicologia passa attraverso una chiara definizione delle rappresentazioni mentali. Molte spiegazioni del comportamento hanno qualcosa di fiabesco perché spiegano fenomeni psicologici nei termini di altri, altrettanto misteriosi, fenomeni psicologici. Perché si hanno più problemi con questo che con quel compito? Perché il primo è «più difficile». Perché si generalizza un fatto riguardante un oggetto riferendolo a un altro oggetto? Perché i due oggetti sono «simili». Perché si nota quest'evento e non quell'altro? Perché il primo «risalta di più». Spiegazioni del genere sono truffe. Difficoltà, somiglianza, risalto

stanno nella mente dell'osservatore, che è ciò che dovremmo cercare di spiegare. Per un computer è più difficile ricordare il succo di *Cappuccetto rosso* che un numero di venti cifre, per noi è il contrario. Noi troviamo due pallottole di carta di giornale simili, anche se le loro forme sono del tutto diverse, mentre troviamo due facce diverse, anche se le loro forme sono quasi identiche. Per gli uccelli migratori che si orientano sulle stelle, le posizioni delle costellazioni nei diversi momenti della notte sono in risalto; la gente normale le nota a malapena.

Se facciamo un salto e passiamo al livello delle rappresentazioni, tuttavia, troviamo specie di entità più solide,

suscettibili di essere considerate e comparate con maggior rigore. Per avere un qualche valore, una teoria della psicologia dovrebbe predire che le rappresentazioni richieste dal compito «difficile» contengono più simboli (li si conti!) o danno il via a una catena di demoni più lunga rispetto al compito «facile». Dovrebbe predire che le rappresentazioni di due cose «simili» hanno più simboli in comune e meno simboli propri delle rappresentazioni di cose «dissimili». Le entità «che risaltano» dovrebbero avere rappresentazioni diverse dalle loro vicine; quelle «che non risaltano» rappresentazioni uguali.

La ricerca in psicologia cognitiva ha

cercato di triangolare le rappresentazioni interne della mente misurando risultati, tempi di reazione ed errori delle persone mentre ricordano, risolvono problemi, riconoscono oggetti e generalizzano dall'esperienza. Il modo in cui si generalizza è forse il segno più eloquente che la mente usa rappresentazioni mentali, e ne usa un sacco.

Supponiamo che per imparare a leggere un nuovo, fantasioso carattere tipografico, pieno di svolazzi e ghirigori, vi ci voglia un po'. Fate pratica con qualche parola, finché diventate veloci come con qualunque altro carattere. A questo punto incontrate una parola familiare che non era fra

quelle con cui avete fatto pratica, diciamo «alce». Dovete imparare da capo che è un sostantivo? Imparare da capo che il suo referente è un animale? L'aspetto del referente? Che è dotato di una massa, respira e allatta i piccoli? No di certo. Ma questo vostro banale talento dice qualcosa. Le vostre cognizioni riguardo alla parola «alce» non possono essere direttamente connesse con la forma fisica delle lettere stampate. Se lo fossero, all'apparire di lettere nuove le vostre cognizioni, non avendo alcuna connessione con esse, non sarebbero a vostra disposizione finché non aveste appreso le connessioni da capo. Le vostre cognizioni devono essere in

realità connesse con un nodo, un numero, un indirizzo in memoria, o una voce di un dizionario mentale rappresentante la parola astratta «alce», e questa voce dev'essere neutrale rispetto a come è stampata o pronunciata. Quando avete imparato il nuovo carattere tipografico, avete creato un nuovo attivatore visivo per le lettere dell'alfabeto, che a loro volta hanno attivato la vecchia voce «alce», e tutto ciò che vi era legato s'è fatto istantaneamente disponibile, senza che abbiate dovuto riconnettere, pezzo per pezzo, tutto quello che sapevate sull'alce al nuovo modo di stampare «alce». Ecco come sappiamo che la vostra mente contiene rappresentazioni mentali specifiche di voci astratte



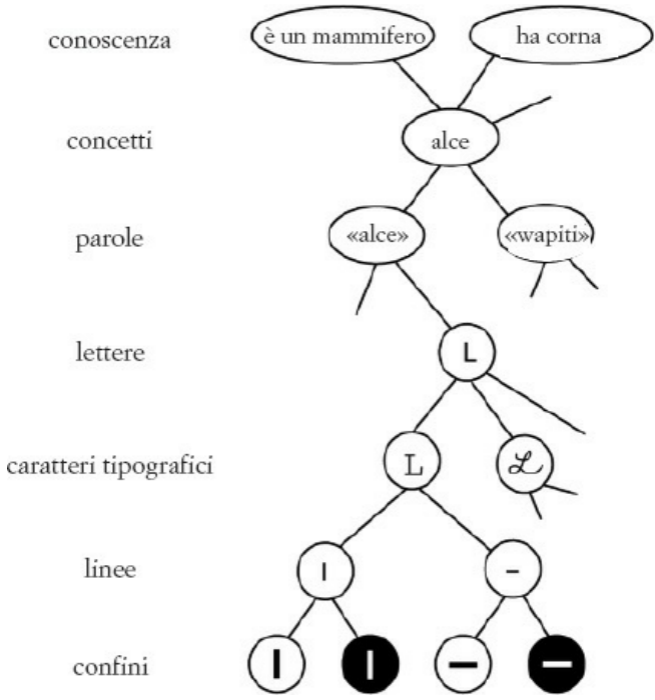
riguardanti parole, non solo le forme delle parole quando sono stampate.

Questi salti, e il repertorio di rappresentazioni interne di cui sono indice, costituiscono il segno distintivo della cognizione umana. Se sapete che un altro nome dell'alce è *wapiti*, potete prendere tutti i dati connessi con la parola alce e trasferirli istantaneamente a *wapiti*, senza dover saldare una per una nuove connessioni a questa parola. A trasferirsi, è chiaro, sono solo le vostre cognizioni zoologiche; non potete aspettarvi che *wapiti* finisca per essere pronunciato come «alce». Il che indica che avete un livello di rappresentazione specifico per i concetti dietro le parole, non soltanto per le parole stesse. Le

vostre cognizioni sull'alce sono attaccate al concetto; le parole «alce» e *wapiti* sono anch'esse attaccate al concetto; e la compitazione a-l-c-e e la pronuncia [ 'alt[e] ] sono attaccate alla parola «alce»<sup>21</sup>.

A partire dal carattere tipografico, siamo andati in su; adesso andiamo in giù. Se avete imparato il carattere tipografico come inchiostro nero su carta bianca, non dovete impararlo di nuovo se l'inchiostro è bianco e la carta rossa. Questo svela una rappresentazione per i confini visivi. Ogni colore confinante con qualunque altro è visto come un confine; i confini definiscono linee; una configurazione di linee crea un carattere alfanumerico.

Le varie rappresentazioni mentali connesse con un concetto quale un alce sono raffigurabili in un singolo diagramma, chiamato a volte rete semantica, rappresentazione della conoscenza o database proposizionale.



Questo è un frammento dell'immenso e multimediale dizionario, enciclopedia

e manuale per l'uso che abbiamo in testa. Troviamo questi strati su strati di rappresentazioni ovunque guardiamo nella mente. Supponiamo che vi chieda di comporre la parola «alce» usando il carattere che volete, uno qualunque, ma con la mano sinistra (se non siete mancini), o scrivendola nella sabbia con il dito del piede, o tracciandola con una piccola pila tenuta fra i denti. Verrà fuori confusa, ma riconoscibile. Forse dovrete far pratica per arrivare a dei movimenti più uniformi, ma non dovrete imparare da capo le linee che compongono ogni lettera, tantomeno l'alfabeto o come si compita ogni parola. Tale trasferimento di capacità deve far leva su un livello di

rappresentazione per il controllo motorio che specifica una traiettoria geometrica, non le contrazioni muscolari o i movimenti degli arti che la realizzano. La traiettoria verrebbe tradotta in reali movimenti da programmi di controllo di livello inferiore per ogni appendice.

Oppure ripensiamo a Sally che, nelle prime pagine di questo capitolo, scappa dall'edificio in fiamme. Il suo desiderio deve aver assunto la forma della rappresentazione astratta scappa-dal-pericolo. Non può aver assunto la forma corri-via-dal-fumo, perché avrebbe potuto essere innescato da segni diversi dal fumo (e in qualche caso il fumo non l'avrebbe innescato), e la fuga avrebbe

potuto realizzarsi in molti tipi di azioni, non solo nel correre. E tuttavia, la reazione comportamentale di Sally si è foggata per la prima volta lì in quel momento. Sally dev'essere modulare: una parte di lei valuta il pericolo, un'altra decide se scappare, un'altra ancora immagina come scappare.

La combinatoria del mentalese, e di altre rappresentazioni composte di parti, spiega l'inesauribile repertorio del pensiero e dell'azione umani. Qualche elemento e qualche regola che li combina possono generare un numero incredibilmente grande di rappresentazioni diverse, perché il numero di rappresentazioni possibili cresce esponenzialmente con la loro

dimensione. Ne è un esempio lampante la lingua. Ammettiamo che abbiate dieci scelte a disposizione per la parola con cui iniziare una frase, dieci scelte per la seconda (il che dà cento inizi di due parole), dieci per la terza (il che dà mille inizi di tre parole) e così via. (Dieci è, in effetti, la media geometrica approssimativa del numero di scelte di parole a disposizione a ogni punto per mettere insieme una frase grammaticale e sensata). Un po' d'aritmetica mostra che il numero di frasi di venti parole o meno (lunghezza non insolita) è circa  $10^{20}$ : un uno seguito da venti zeri, o cento miliardi di miliardi, o cento volte il numero di secondi passati dalla nascita dell'universo. Ma se porto



quest' esempio, è perché vi stupiate non dell'immensità della lingua, bensì dell'immensità del pensiero. La lingua, dopotutto, non è un mugolio: ogni frase esprime un'idea distinta. (Non esistono frasi realmente sinonime). Oltre a qualsivoglia pensiero ineffabile, possiamo maneggiare qualcosa come cento miliardi di miliardi di pensieri effabili diversi<sup>22</sup>.

L'immensità combinatoria delle strutture pensabili si ritrova in molte sfere dell'attività umana. John Stuart Mill, da giovane, si allarmò scoprendo che il numero finito di note musicali, in congiunzione con la massima lunghezza pratica di un brano musicale, significava che il mondo sarebbe presto rimasto

senza melodie. Quando il filosofo fece questa malinconica scoperta, Brahms, Cajkovskij, Rachmaninov e Stravinskij non erano ancora nati, per non parlare degli interi generi rappresentati da ragtime, jazz, musical di Broadway, electric blues, country e western, rock and roll, samba, reggae e punk. È improbabile che ci troveremo mai a corto di melodie, perché la musica è combinatoria: se ogni nota di una melodia può essere scelta fra, diciamo, otto note in media, vi sono 64 coppie di note, 512 motivi di tre note, 4096 frasi di quattro note e così via, che danno miliardi su miliardi di brani musicali<sup>23</sup>.

Una categoria di prove che dentro la

nostra testa vi sono numerosi tipi di rappresentazioni di dati è costituita dalla facilità con cui ogni giorno generalizziamo le nostre cognizioni. Ma le rappresentazioni mentali si rivelano anche nel laboratorio dello psicologo, capace, con tecniche ingegnose, di cogliere una mente nell'atto di saltellare da una rappresentazione all'altra. Ne danno una chiara dimostrazione lo psicologo Michael Posner e i suoi colleghi. Dei volontari che, seduti di fronte a uno schermo, vi vedono lampeggiare brevemente coppie di lettere (A A per esempio), sono invitati a premere un pulsante se le lettere sono le stesse, un altro se sono diverse (A B per esempio). A volte le lettere che si

corrispondono sono entrambe maiuscole o entrambe minuscole (A A o a a); cioè, sono fisicamente identiche. A volte una è maiuscola e l'altra minuscola (A a o a A); sono cioè la stessa lettera dell'alfabeto, ma fisicamente diverse. Quando le lettere sono fisicamente identiche, le persone premono il pulsante più velocemente e facendo meno errori di quando sono fisicamente diverse, presumibilmente perché le elaborano come forme visive, e possono metterle in corrispondenza semplicemente per la loro geometria, la loro sagoma. Quando invece una lettera è A e l'altra a, devono convertirle in un formato in cui siano equivalenti, vale a dire «la lettera a»; tale conversione

aggiunge al tempo di reazione circa un decimo di secondo. Ma se una lettera lampeggia e quella che la segue arriva dopo qualche secondo, non ha più importanza che siano fisicamente identiche o meno; ad A A si reagisce altrettanto lentamente che ad A a. La veloce comparazione delle sagome non è più possibile. A quanto pare, dopo qualche secondo la mente converte automaticamente una rappresentazione visiva in una alfabetica, eliminando l'informazione sulla sua geometria<sup>24</sup>.

Un simile gioco di prestigio da laboratorio rivela che il cervello umano usa almeno quattro principali formati di rappresentazione. Uno è l'immagine visiva, specie di sagoma in un mosaico

bidimensionale, pittorico. (Di immagini visive parleremo nel [capitolo IV](#)). Un altro è una rappresentazione fonologica, una stringa di sillabe che facciamo girare nella nostra mente come un tratto di nastro, prevedendo i movimenti della bocca e immaginando che suono abbiano le sillabe. Questa rappresentazione a stringa è una componente importante della nostra memoria a breve termine; interviene per esempio quando guardiamo un numero di telefono e ce lo ripetiamo a mente per il tempo che ci serve a comporlo. La memoria fonologica a breve termine dura da uno a cinque secondi e può ritenere da quattro a sette «pezzi». (La memoria a breve termine viene misurata in pezzi invece

che in suoni perché ogni item può essere un'etichetta indicante una struttura d'informazione molto più grande nella memoria a lungo termine, come il contenuto di una frase o di un enunciato). Un terzo formato è la rappresentazione grammaticale: sostantivi e verbi, proposizioni e periodi; temi e radici, fonemi e sillabe, tutti organizzati in alberi gerarchici. Nell'*Istinto del linguaggio* ho spiegato come queste rappresentazioni determinino ciò che entra a far parte di una frase e come si comunichi e si giochi con la lingua<sup>25</sup>. Il quarto formato è il mentalese, la lingua del pensiero in cui si esprime la nostra conoscenza concettuale. Quando chiudiamo un libro, dimentichiamo quasi

tutto della formulazione in parole e caratteri tipografici delle frasi e di come esse siano disposte sulla pagina. Ciò che ci portiamo dietro è il contenuto, il succo. (Nei test di memoria, la gente «riconosce» frasi che non ha mai letto, quando sono parafrasi di frasi che ha letto). Il mentalese è il medium che cattura il contenuto, il succo; ne ho usato un po' nella bacheca del sistema di produzione che ha identificato gli zii, e nei livelli «conoscenza» e «concetti» della rete semantica rappresentata nell'ultimo schema. Il mentalese è anche la lingua franca della mente, il traffico d'informazione fra moduli mentali che ci permette di descrivere ciò che vediamo, immaginare ciò che ci viene descritto,



eseguire istruzioni e così via. Questo traffico è visibile nell'anatomia del cervello<sup>26</sup>. L'ippocampo e strutture connesse, che depositano i nostri ricordi nella memoria a lungo termine, e i lobi frontali, che ospitano il circuito preposto all'assunzione di decisioni, non sono direttamente connessi con le aree del cervello che elaborano gli input sensoriali grezzi (il mosaico di confini e colori e il nastro di tonalità sonore variabili). La maggior parte delle loro fibre di input portano quelli che i neuroscienziati chiamano input «altamente elaborati», provenienti da regioni una o due fermate a valle rispetto alle prime aree sensoriali. L'input consiste di codici per oggetti,

parole e altri concetti complessi<sup>27</sup>.

Perché così tanti tipi di rappresentazioni? Non sarebbe più semplice un esperanto della mente? In realtà, sarebbe diabolicamente complicato. L'organizzazione modulare del software mentale, con il suo confezionare la conoscenza in formati distinti, è un bell'esempio di come evoluzione e ingegneria convergano su soluzioni simili. Brian Kernighan, un mago del mondo del software, ha scritto insieme a P.J. Plauger un libro intitolato *The Elements of Programming Style* (gioco di parole sul titolo di un famoso manuale di scrittura di Strunk e White, *The Elements of Style*). In esso i due autori offrono consigli su come rendere

un programma potente, efficiente e in grado di evolversi. Una delle loro massime recita: «Sostituire le espressioni ripetitive con appelli a una funzione comune». Se un programma, per esempio, deve calcolare l'area di tre triangoli, non deve avere tre comandi diversi, ognuno con le coordinate di uno dei triangoli iscritte nella sua personale copia della formula, per ottenere l'area di un triangolo. Deve riportare la formula una volta sola. Dev'esserci una funzione «calcolare l'area del triangolo» e devono esserci degli slot, X, Y e Z, che stiano per le coordinate di qualunque triangolo. Tale funzione verrà chiamata in causa tre volte, con le coordinate di input inserite negli slot X,

Y e Z. Questo principio di progettazione diviene ancora più importante nella misura in cui la funzione si complica e da una formula di una riga passa a un sottoprogramma a più stadi. Esso ha ispirato queste altre massime, tutte, si direbbe, seguite dalla selezione naturale nel progettare la nostra mente modulare a più formati.

Modularizzare.

Usare sottoprogrammi.

Far sì che ogni modulo svolga una sola funzione bene.

Assicurarsi che ogni modulo nasconda qualcosa.

Collocare input e output in sottoprogrammi.

Un secondo principio trova espressione nella massima:

Scegliere la rappresentazione dei dati che rende il programma semplice.

Kernighan e Plauger portano l'esempio di un programma che legge una riga di testo e deve stamparla centrata all'interno di un bordo. La riga di testo può essere immagazzinata in molti formati (una stringa di caratteri, una lista di coordinate e così via), ma il gioco da ragazzi della centratura è opera di un formato solo: l'allocazione di ottanta slot di memoria consecutivi che rispecchiano le ottanta posizioni nel display input-output. La centratura può essere eseguita in pochi passaggi, senza

errori, per input di qualsiasi dimensione; con qualunque altro formato, il programma dovrebbe essere più complicato.

Presumibilmente, l'evoluzione dei diversi formati di rappresentazione usati dalla mente umana (immagini, sequenze fonologiche, alberi gerarchici, mentalese) è dovuta al fatto che consentono a programmi semplici (cioè stupidi demoni o omuncoli) di calcolare, a partire da essi, cose utili<sup>28</sup>.

E se vi piace la stratosfera intellettuale in cui si trovano ammassati insieme «sistemi complessi» d'ogni tipo, potreste essere sensibili all'argomentazione di Herbert Simon, secondo cui la struttura modulare

dei computer e della mente è un caso speciale della struttura modulare, gerarchica di tutti i sistemi complessi. I corpi contengono tessuti fatti di cellule contenenti organetti; le forze armate sono costituite da armate composte di divisioni composte di battaglioni e infine di reparti; i libri sono divisi in capitoli suddivisi in paragrafi, sottoparagrafi, capoversi e periodi; gli imperi sono fatti di paesi, province e territori. Questi sistemi «quasi scomponibili» sono caratterizzati da ricche interazioni fra gli elementi appartenenti alla stessa componente e scarse interazioni fra gli elementi appartenenti a componenti diverse. I sistemi complessi sono gerarchie di

moduli perché solo elementi uniti in moduli possono restare stabili abbastanza a lungo da essere assemblati in moduli sempre più grandi<sup>29</sup>. Simon lo spiega con la parabola di due orologiai, Hora e Tempus:

Gli orologi che essi costruivano erano composti ciascuno da circa mille parti. Tempus li costruiva in modo tale che se ne aveva uno parzialmente montato e doveva posarlo (ad esempio per rispondere al telefono) immediatamente le componenti si disunivano ed era necessario ricominciare da capo il montaggio...

Gli orologi che costruiva Hora non erano meno complicati di quelli di Tempus. Ma Hora li aveva progettati in modo tale da poter costruire dei sottoblocchi di circa dieci pezzi ciascuno. Dieci di questi



sottoblocchi potevano essere uniti e formare dei sottoblocchi più grandi; e un sistema di dieci di questi ultimi costituiva l'orologio completo. Quindi Hora, quando per rispondere al telefono doveva interrompere la costruzione di un orologio parzialmente montato, perdeva solo una piccola parte del suo lavoro e montava i suoi orologi in una frazione delle ore-uomo che invece occorreivano a Tempus<sup>30</sup>.

La nostra complessa attività mentale ha la saggezza di Hora. Nel vivere la nostra vita, non dobbiamo romperci la testa su ogni scarabocchio, o pianificare ogni contrazione muscolare. Grazie ai simboli delle parole, qualunque carattere tipografico può mettere in moto qualunque frammento di sapere. Grazie ai simboli degli obiettivi, qualunque

segno di pericolo può mettere in opera qualunque mezzo di fuga.

La ricompensa per la lunga esposizione della computazione mentale e della rappresentazione mentale che vi ho fatto subire è, spero, una comprensione della complessità, della sottigliezza e della flessibilità di cui la mente umana è capace anche se non è altro che una macchina, il computer di bordo di un robot fatto di tessuti. Per spiegare l'intelligenza non c'è bisogno di spiriti o di forze occulte. Né, per sforzarci di apparire scientifici, dobbiamo ignorare l'evidenza e sostenere che gli esseri umani sono fasci di associazioni condizionate, marionette dei geni o seguaci di bruti istinti.

Possiamo ammettere sia l'agilità e il discernimento del pensiero umano sia una cornice meccanicistica in cui spiegarlo. I capitoli successivi, che cercano di gettar luce sul buon senso, le emozioni, i rapporti sociali, lo humour e le arti, poggiano sulle fondamenta di una psiche computazionale complessa.

### *Il campione in difesa*

Naturalmente, se fosse inimmaginabile che la teoria computazionale della mente sia falsa, significherebbe che non ha alcun contenuto. In effetti, essa è stata attaccata frontalmente. Come c'era da aspettarsi con una teoria divenuta così

indispensabile, la cerbottana non bastava; per tirarla giù, bisognava minarne le fondamenta. Nell'impresa si sono buttati due brillanti scrittori. Ed entrambi hanno scelto armi all'altezza del compito, anche se armi che non potrebbero essere più opposte: uno ha fatto appello al buon senso, l'altro alla fisica e alla matematica esoteriche.

Il primo attacco è venuto dal filosofo John Searle, che, nel 1980, ha creduto di aver confutato la teoria computazionale della mente con un «esperimento di pensiero» ispirato a un altro filosofo, Ned Block (ironicamente, tra i maggiori fautori della teoria computazionale). La versione di Searle dell'esperimento è divenuta celebre come la «Stanza

cinese». Un uomo che non conosce il cinese viene messo in una stanza. Da sotto la porta sono fatti scivolare dentro dei pezzi di carta pieni di scarabocchi. L'uomo dispone di una lunga lista di complicate istruzioni tipo «quando vedi (scarabocchio scarabocchio scarabocchio), scrivi (scarabacchio scarabacchio scarabacchio)». Alcune delle regole gli dicono di far passare i suoi scarabocchi da sotto la porta. A seguire le istruzioni, non ha problemi. Ma, a sua insaputa, gli scarabocchi e scarabacchi sono caratteri cinesi, e le istruzioni un programma di intelligenza artificiale per rispondere a domande su questioni in cinese. Per quanto ne sa chi sta dall'altra parte della porta, nella

stanza c'è uno che parla cinese. Se capire significa eseguire un idoneo programma per computer, quel tipo deve capire il cinese, perché sta eseguendo un programma del genere. Invece di cinese non capisce una parola; sta soltanto manipolando dei simboli. Quindi la comprensione e, per estensione, ogni aspetto dell'intelligenza, non coincide con la manipolazione di simboli, o la computazione<sup>31</sup>.

Searle asserisce che ciò che manca al programma è l'intenzionalità, la connessione fra un simbolo e quel che esso significa. Molti l'hanno interpretato come se avesse detto che al programma manca la coscienza, e in effetti Searle ritiene che coscienza e intenzionalità

siano strettamente connesse, perché, quando abbiamo un pensiero o usiamo una parola, noi siamo coscienti di quello che intendiamo. Intenzionalità, coscienza e altri fenomeni mentali sono causati, conclude Searle, non dall'elaborazione di informazione, bensì da «reali proprietà fisico-chimiche di reali cervelli umani» (anche se che cosa siano queste proprietà non lo dice mai).

La «Stanza cinese» ha scatenato una quantità assolutamente incredibile di commenti. A essa hanno ribattuto più di un centinaio di articoli, e io vi ho visto una buona ragione per cancellare il mio nome da tutti i *discussion groups* di Internet. A chi sostiene che a capire il cinese è l'intera stanza (uomo più foglio

di istruzioni), Searle replica: bene, ammettiamo che quel tipo mandi a memoria le istruzioni, faccia i calcoli a mente e se ne esca. La stanza non c'è più, e il nostro manipolatore di simboli continua a non capire il cinese. A chi afferma che all'uomo manca una connessione sensomotoria con il mondo, e che il fattore cruciale che fa difetto è questo, Searle risponde: supponiamo che gli scarabocchi in entrata siano gli output di una telecamera e gli scarabocchi in uscita i comandi per il braccio di un robot. Ora le connessioni le ha, ma continua a non parlare cinese. Di fronte a chi obietta che il suo programma non rispecchia ciò che fa il cervello, Searle può evocare



l'equivalente di Block della «Stanza cinese», la «Palestra cinese»: in un'immensa palestra, milioni di persone si comportano come se fossero neuroni e si urlano l'un l'altro dei segnali attraverso degli walkie-talkie, duplicando una rete neurale che risponde a domande su questioni in cinese. Ma la palestra non capisce il cinese più di quanto lo capisca l'uomo della stanza<sup>32</sup>.

La tattica di Searle consiste nel fare ripetutamente appello al nostro buon senso. Sembra quasi di sentirlo: «Via! Non vorrete sostenere che quel tipo sa il cinese?! Andiamo! Non ne capisce una parola. Non è mai uscito da Brooklyn», e così via. Ma la storia della scienza

non si è dimostrata molto gentile, per non dir peggio, con le semplici intuizioni del buon senso. I filosofi Patricia e Paul Churchland ci chiedono di immaginare come l'argomento di Searle avrebbe potuto essere usato contro la teoria di Maxwell secondo cui la luce consiste di onde elettromagnetiche. Un uomo tiene in mano una calamita facendola dondolare su e giù. Sta creando radiazione elettromagnetica, ma non ne esce luce; quindi, la luce non è un'onda elettromagnetica. L'esperimento di pensiero rallenta le onde fino a una gamma nella quale noi esseri umani non le vediamo più come luce. Affidandoci alle nostre intuizioni nell'esperimento di

pensiero, concludiamo, sbagliando, che neanche onde veloci possono essere luce. Allo stesso modo, Searle rallenta la computazione mentale a un ritmo al quale noi esseri umani non vi vediamo più comprensione (perché capire è in genere qualcosa di molto più veloce). Affidandoci alle nostre intuizioni nell'esperimento di pensiero, concludiamo, sbagliando, che neanche una computazione veloce può essere comprensione. Ma se venisse fuori una versione accelerata della grottesca storiella di Searle, se incontrassimo una persona che sembrasse conversare intelligentemente in cinese, ma in realtà eseguisse in frazioni di secondo milioni di regole memorizzate, negheremmo che

capisca il cinese? Non è tanto sicuro<sup>33</sup>.

La mia personale opinione è che l'indagine di Searle riguardi meramente le parole «capire», «comprensione». A meno che non si applichino certe condizioni stereotipe, si è restii a servirsene: le regole della lingua vengono usate rapidamente e inconsciamente, e i contenuti della lingua sono connessi con le credenze dell'intera persona. Se si esita ad adottare la comunissima parola *capire* per indicare situazioni eccentriche che violano lo stereotipo del fenomeno, anche se ne preservano l'essenza, be', scientificamente parlando non c'è alcun problema. Si può cercare un'altra parola, o mettersi d'accordo per usare la

vecchia in senso tecnico, che importanza ha? La spiegazione di ciò che fa funzionare la comprensione è la stessa. La scienza, dopotutto, si occupa dei princìpi che fanno sì che le cose funzionino, non di quali cose siano «veramente» esempi di una parola familiare. Se uno scienziato spiega il funzionamento del gomito umano dicendo che è una leva di seconda classe, non lo si confuta tirando in ballo uno che stringe una leva d'acciaio di seconda classe e dice: «Ma guarda, quel tizio non ha tre gomiti!».

Quanto alle «proprietà fisico-chimiche del cervello», ho già accennato al problema: i tumori cerebrali, i cervelli dei topi, il tessuto neurale

tenuto in vita in una bacinella non capiscono, ma le loro proprietà fisico-chimiche sono le stesse del nostro cervello. La differenza la spiega la teoria computazionale: quei pezzi di tessuto neurale non sono organizzati in pattern di connettività che attuino il genere giusto di elaborazione dell'informazione. Non hanno parti, per esempio, che distinguono i sostantivi dai verbi, e le loro forme di attività non mettono in atto le regole della sintassi, della semantica e del buon senso. Anche questa, naturalmente, può essere chiamata una differenza di proprietà fisico-chimiche (nello stesso senso in cui due libri differiscono nelle loro proprietà fisico-chimiche), ma allora il

termine diventa privo di significato, perché non può più essere definito nel linguaggio della fisica e della chimica.

Con gli esperimenti di pensiero, le giravolte sono di prammatica. La replica definitiva alla «Stanza cinese» di Searle sta forse in un racconto dello scrittore di fantascienza Terry Bisson, che ha avuto ampia diffusione su internet, in cui l'incredulità va nella direzione opposta. Il capitano di una flotta di esplorazione interplanetaria sta parlando con il suo comandante in capo:

«Sono fatti di carne».

«Carne?»...

«Nessun dubbio. Ne abbiamo tirati su parecchi, da parti diverse del pianeta, li abbiamo portati a bordo dei nostri

ricognitori e li abbiamo analizzati da cima a fondo. Tutta carne».

«È impossibile. E i segnali radio? I messaggi alle stelle?».

«Usano le onde radio per parlare, ma i segnali non vengono da loro. Vengono da macchine».

«E chi le ha fatte le macchine? È lui che vogliamo contattare».

«Loro, le hanno fatte. È quello che sto cercando di dirle. Della carne ha fatto le macchine».

«Ridicolo! Come può della carne fare una macchina? Mi sta chiedendo di credere in carne senziente».

«Non glielo sto chiedendo, glielo sto dicendo. Queste creature sono l'unica razza senziente del settore, e sono fatte di carne».

«Forse sono come gli Orfolei. Sa, intelligenza a base di carbonio che passa



attraverso uno stadio di carne».

«No. Nascono carne e muoiono carne. Li abbiamo studiati per la durata di diverse delle loro vite, e non ci è voluto molto. Ha idea di quanto duri la vita della carne?».

«Mi risparmi. Va bene, forse sono solo parzialmente carne. Come i Weddilei. Una testa di carne con dentro un cervello di plasma elettronico».

«No, ci abbiamo pensato, visto che hanno teste di carne come i Weddilei. Ma, gliel'ho detto, li abbiamo analizzati. Sono carne da cima a fondo».

«Niente cervello?».

«Oh, un cervello c'è, eccome. Solo che è fatto di carne!».

«E allora... che cos'è che pensa?».

«Non capisce? È il cervello, è la carne che pensa».

«Carne pensante! Mi sta chiedendo di credere nella carne pensante!».

«Sì, carne pensante! Carne cosciente. Carne amante. Carne sognante. La carne è tutto! S'è fatto un'idea?»<sup>34</sup>.

L'altro attacco alla teoria computazionale della mente è venuto dal fisico matematico Roger Penrose in un best-seller intitolato *La mente nuova dell'imperatore* (niente male come battuta!). Penrose non fa appello al buon senso, ma ad astruse questioni di logica e fisica. Il famoso teorema di Gödel, sostiene, implica che i matematici e, per estensione, gli esseri umani in genere, non sono programmi per computer. Gödel ha dimostrato più o meno questo: che ogni sistema formale (come un programma per computer o una serie di assiomi e regole inferenziali in

matematica) anche moderatamente potente (potente abbastanza da affermare le verità aritmetiche) e coerente (che non genera affermazioni contraddittorie) può generare affermazioni che sono vere ma che il sistema non può dimostrare essere vere. Poiché noi matematici umani possiamo semplicemente vedere che tali affermazioni sono vere, non siamo sistemi formali come i computer. A parere di Penrose, l'abilità del matematico viene da un aspetto della coscienza che non può essere spiegato come computazione. Anzi, non può essere spiegato con l'attività dei neuroni, che sono troppo grossi. Non può essere spiegato dalla teoria dell'evoluzione di Darwin. Non può

essere spiegato dalla fisica quale comunemente la intendiamo. Gli effetti meccanici quantistici, da interpretare in una ancora inesistente teoria della gravità quantistica, operano nei microtubuli che costituiscono il microscheletro dei neuroni. Tali effetti sono così strani che potrebbero ben corrispondere alla stranezza della coscienza<sup>35</sup>.

L'argomentazione matematica di Penrose è stata liquidata come fallace dai logici, e le altre sue asserzioni sono state poco amabilmente commentate da esperti delle relative discipline. Un grosso problema è che le doti che Penrose attribuisce al suo idealizzato matematico, come la certezza che il

sistema di regole cui ci si affida sia coerente, i matematici veri non le possiedono. Un altro è che quasi sicuramente gli effetti quantistici si neutralizzano nel tessuto nervoso. Un terzo problema è che i microtubuli sono ovunque fra le cellule, e non sembrano svolgere alcun ruolo riguardo a come il cervello giunge all'intelligenza. Un quarto è che non c'è il minimo indizio di come la coscienza possa sorgere dalla meccanica quantistica<sup>36</sup>.

Le argomentazioni di Penrose e Searle hanno qualcosa in comune, oltre al loro bersaglio. A differenza della teoria che attaccano, mancano a tal punto di legami con la pratica scientifica delle scoperte e delle spiegazioni che si sono

rivelate empiricamente sterili: non hanno ispirato intuizioni né scoperte su come funziona la mente. L'implicazione più interessante di *La mente nuova dell'imperatore* è stata messa in luce da Dennett. Denunciando la teoria computazionale della mente, Penrose finisce per ottenere l'effetto contrario. La teoria computazionale si accorda così bene con la nostra comprensione del mondo che, per cercare di rovesciarla, l'autore ha dovuto rifiutare la maggior parte della neuroscienza, della biologia evuzionistica e della fisica contemporanee!

*Sostituiti da una macchina*

Nel racconto di Lewis Carroll, *Ciò che la tartaruga disse ad Achille*, il pieveloce guerriero raggiunge la lenta tartaruga, sfidando il paradosso di Zenone per cui un qualunque vantaggio concesso a quest'ultima dovrebbe renderla irraggiungibile. (Nel tempo che occorrerebbe ad Achille per colmare la distanza, la tartaruga avanzerebbe di un altro po', nel tempo occorrente per colmare questa distanza, avanzerebbe ancora di un altro po', all'infinito.) La tartaruga propone ad Achille un paradosso logico analogo; Achille tira fuori dall'elmo un enorme taccuino e una matita, e la tartaruga gli detta la Prima proposizione di Euclide:

A. Due elementi che sono uguali a un terzo

sono uguali tra loro.

B. I due lati di questo triangolo sono uguali al terzo.

Z. I due lati di questo triangolo sono uguali tra loro.

Indotto dalla tartaruga, Achille conviene che chiunque accetti A e B e «se A e B, allora Z», deve accettare anche Z. Ma a questo punto la tartaruga non è d'accordo con la sua logica. Si hanno tutti i diritti, obietta, di rifiutare la conclusione Z: nessuno ha mai scritto la regola «se-allora» nella lista delle premesse che si devono accettare. E sfida Achille a obbligarla alla conclusione Z. Il guerriero risponde aggiungendo alla lista, sul suo taccuino, C.



C. Se A e B sono vere, Z deve essere vera.

Ma non si riesce a capire, ribatte la tartaruga, perché si debba ammettere che solo perché A e B e C sono vere, Z è vera. Achille aggiunge un'altra voce:

D. Se A e B e C sono vere, Z deve essere vera.

E ammonisce la tartaruga che, se ancora si rifiutasse di accettare Z, «la logica ti afferrerebbe per la gola, e ti costringerebbe ad accettarla». La tartaruga ribatte:

«Qualunque logica sia abbastanza buona da discutere con me, vale la pena prenderne nota... Dunque, scrivi nel tuo taccuino. La chiameremo:

E. Se A e B e C e D sono vere, Z deve essere vera».

«Vedo» disse Achille, e c'era un velo di tristezza nella sua voce. A questo punto il narratore, dovendo sbrigare certi affari urgenti in banca, fu costretto a lasciare la felice coppia, e non ripassò per quel posto che alcuni mesi dopo. Achille era ancora seduto sul dorso della tenace tartaruga, e stava scrivendo sul suo taccuino, che sembrava riempito quasi del tutto. La tartaruga stava dicendo: «Hai preso nota dell'ultimo passaggio? Se non ho perso il conto, questo è il mille e uno. Ce ne sono altri parecchi milioni»<sup>37</sup>.

La soluzione del paradosso, com'è chiaro, è che nessun sistema inferenziale segue regole esplicite dall'inizio alla fine. A un certo punto deve, come disse

Jerry Rubin (e più tardi la Nike Corporation), *just do it*, fallo e basta. Cioè, la regola dev'essere semplicemente eseguita dall'attività riflessa, di forza bruta, del sistema, senza altre domande. A questo punto il sistema, se messo in opera come macchina, non segue regole, ma obbedisce alle leggi della fisica. Allo stesso modo, se le rappresentazioni vengono lette e scritte da demoni (regole per sostituire simboli con simboli), e i demoni hanno dentro di loro demoni più piccoli (e più stupidi), alla fine bisogna chiamare un *ghost-buster* e sostituire i demoni più piccoli e più stupidi con macchine: nel caso di persone e animali, macchine fatte di neuroni, reti neurali.

Vediamo ora come la nostra interpretazione del funzionamento della mente possa trovare fondamento in semplici idee su come funziona il cervello.

Le prime indicazioni al riguardo sono venute dai matematici Warren McCulloch e Walter Pitts, che hanno studiato le proprietà «neuro-logiche» di neuroni interconnessi. I neuroni sono complicati, e ancora non li capiamo, ma McCulloch e Pitts e la maggior parte di quanti, da allora, hanno costruito modelli di reti neurali, hanno identificato una funzione che i neuroni svolgono, la più significativa. I neuroni sommano una serie di quantità, confrontano la somma con una soglia, e

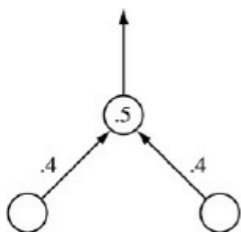
indicano se la soglia viene superata. Questa è una descrizione concettuale. La corrispondente descrizione fisica è: un neurone attivo è attivo in misura variabile, e il suo livello di attività è influenzato dai livelli di attività degli assoni provenienti da altri neuroni congiunti nelle sinapsi ai dendriti (strutture di input) del neurone. Una sinapsi ha una forza da positiva (eccitatoria) a zero (nessun effetto) a negativa (inibitoria). Il livello di attivazione di ogni assoni in entrata è moltiplicato dalla forza della sinapsi. Il neurone somma questi livelli in arrivo; se il totale eccede una soglia, diviene più attivo, inviando a sua volta un segnale a ogni neurone connesso.

Benché i neuroni siano sempre attivi e i segnali in entrata si limitino a farli essere attivi a un ritmo avvertibilmente più veloce o più lento, è a volte comodo definirli spenti (ritmo di riposo) o accesi (ritmo elevato) <sup>38</sup>.

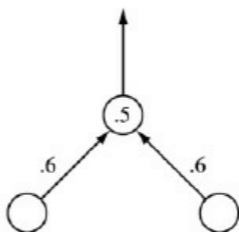
McCulloch e Pitts hanno mostrato come questi neuroni giocattolo possano essere connessi per creare porte logiche. Le porte logiche implementano le relazioni logiche base «e», «o» e «non» sottese alle inferenze semplici. «A e B» (concettualmente) è vero se A è vero e B è vero. Una porta E (meccanicamente) produce un output se entrambi i suoi input sono accesi. Per creare una porta E da neuroni giocattolo (si veda la figura in questa pagina), occorre che la soglia

dell'unità di output sia maggiore di ognuno dei pesi in entrata, ma minore della loro somma, come nella minirete a sinistra. «A o B» (concettualmente) è vero se A è vero o se B è vero. Una porta O (meccanicamente) produce un output se uno dei suoi input è acceso. Per crearne una, occorre che la soglia sia minore di ognuno dei pesi in entrata, come nella minirete al centro. Infine «non A» (concettualmente) è vero se A è falso, e viceversa. Una porta NON (meccanicamente) produce un output quando non riceve input, e viceversa. Per crearne una, la soglia dev'essere a zero, in modo che il neurone si attivi quando non riceve input, e il peso in entrata dev'essere negativo, di modo che

un segnale in entrata spenga il neurone, come nella minirete sulla destra.



E



O



NON

Supponiamo che ogni neurone giocattolo rappresenti una proposizione semplice. Le minireti possono essere connesse tra loro, con l'output di una che fornisce l'input all'altra, per valutare la verità di una proposizione complessa. Una rete neurale, per esempio, potrebbe valutare



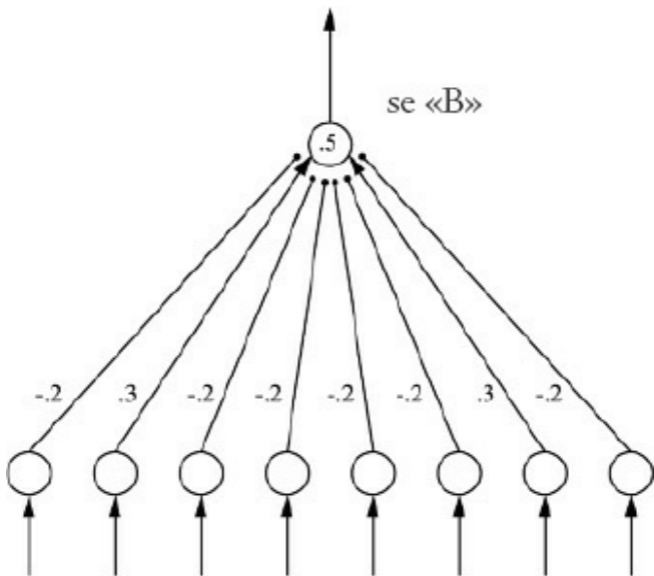
l'affermazione  $\{[(X \text{ mastica il suo bolo}) \text{ e } (X \text{ ha zoccoli fessi})] \text{ o } [(X \text{ ha pinne}) \text{ e } (X \text{ ha scaglie})]\}$ , sintesi di ciò che occorre perché un animale sia kasher. Se una rete di neuroni giocattolo fosse connessa a qualche tipo di memoria espandibile (come un rotolo di carta che si muova sotto un timbro di gomma e un cancellino), sarebbe una macchina di Turing, un potentissimo computer.

È assolutamente non pratico, tuttavia, rappresentare proposizioni, o anche i concetti che le compongono, in porte logiche, siano fatte di neuroni o di semiconduttori. Il problema è che ogni concetto e proposizione va connesso a priori come unità separata. Sia i computer sia i cervelli, invece,

rappresentano i concetti come pattern di attività su insiemi di unità. Ne è un semplice esempio l'umile byte, che rappresenta nel vostro computer un carattere alfanumerico. La rappresentazione della lettera B è 01000010, dove le cifre (bits) corrispondono a minuscoli pezzi di silicio disposti in fila. Il secondo e settimo pezzo, corrispondenti agli uno, sono carichi, e gli altri, corrispondenti agli zero, scarichi. Un byte può essere fatto anche di neuroni giocattolo, e un circuito per riconoscere il pattern B può essere fatto come una semplice rete neurale (figura in questa pagina).

Potete immaginare che questa rete sia una delle parti che compongono un

demone. Se la fila in basso di neuroni giocattolo è connessa alla memoria a breve termine, il neurone in alto rileva se la memoria a breve termine contiene un esempio del simbolo B.

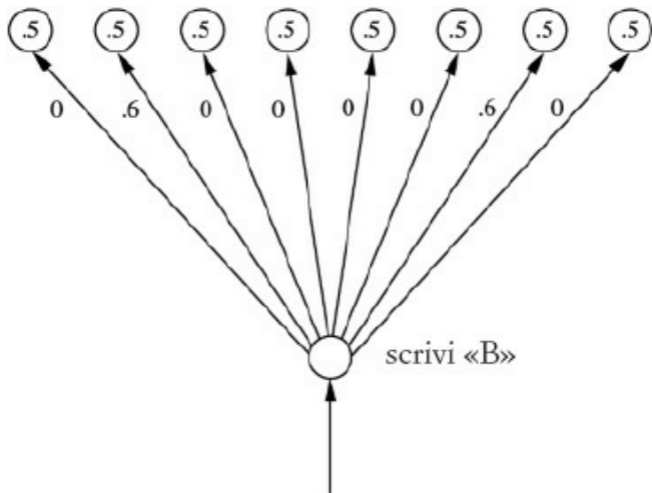


E in questa pagina è illustrata una rete che, come parte di un demone, scrive il simbolo B in memoria<sup>39</sup>.

Siamo sulla strada buona per fabbricare con neuroni giocattolo un normale computer digitale, ma cambiamo un po' direzione e facciamone uno più biomorfo. Prima di tutto, possiamo usare i neuroni giocattolo per implementare non la logica classica, ma la logica delle sfumature. In molti campi, riguardo alla verità di un enunciato, non si hanno convinzioni del tipo «tutto o niente». L'alternativa, per un oggetto, può essere non solo di far parte di una categoria o starne fuori, ma anche di costituire un esempio migliore o peggiore all'interno

di quella categoria.

Prendiamo la categoria «verdura». La maggior parte della gente converrà che il sedano è una verdura in piena regola, mentre l'aglio ne è solo un esempio così così.



E se dobbiamo credere agli argomenti addotti dall'amministrazione Reagan per giustificare la sua politica di risparmio sulle mense scolastiche, anche il ketchup è una sorta di verdura; ma la stessa amministrazione, dopo una valanga di critiche, dovette ammettere che non ne è proprio un buon esempio. Concettualmente parlando, noi evitiamo di dire che una cosa è o non è una verdura, e diciamo che è un esempio migliore o peggiore di verdura. Meccanicamente parlando, non insistiamo più perché un'unità rappresentante la «verdurità» sia accesa o spenta, ma le concediamo di avere un valore da 0 (per un sasso) a 0,1 (per il ketchup) a 0,4 (per l'aglio) a 1 (per il

sedano).

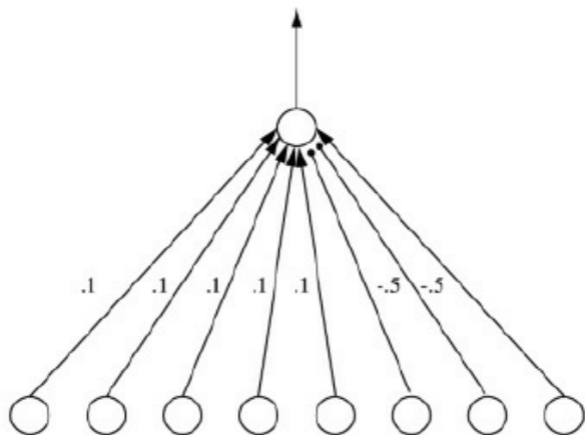
Possiamo anche smantellare il codice arbitrario che mette ogni concetto in rapporto con una stringa senza senso di bits. Ogni bit può guadagnarsi da vivere rappresentando qualcosa. Uno potrebbe rappresentare la verità, un altro la fogliosità, un altro ancora il fare cric-croc sotto i denti e così via. Ognuna di queste unità rappresentanti proprietà della verdura potrebbe essere connessa con un piccolo peso all'unità verdura stessa. Altre unità, rappresentanti proprietà che alla verdura mancano, come «magneticità» o «mobilità», potrebbero essere connesse con pesi negativi. Concettualmente parlando, più una cosa ha proprietà della verdura, più

è un buon esempio di verdura. Meccanicamente parlando, più unità rappresentanti proprietà della verdura sono accese, più è alto il livello di attivazione dell'unità verdura.

Una volta che a una rete si è permesso di essere un po' duttile, essa può rappresentare gradi di prova, probabilità di eventi e prendere decisioni statistiche. Supponiamo che ogni unità di una rete rappresenti una prova che incastra il maggiordomo (impronte digitali sul coltello, lettere d'amore alla moglie della vittima e così via). Supponiamo che il nodo superiore rappresenti la conclusione che è stato lui. Concettualmente parlando, più indizi si hanno che potrebbe essere stato lui,



più forte è la nostra convinzione che è stato proprio lui.



verde/foglioso/fa cric-croc.../magnetico/mobile...

Meccanicamente parlando, più unità indizi sono accese, più si attiva l'unità conclusione. Potremmo implementare nella rete procedure statistiche diverse

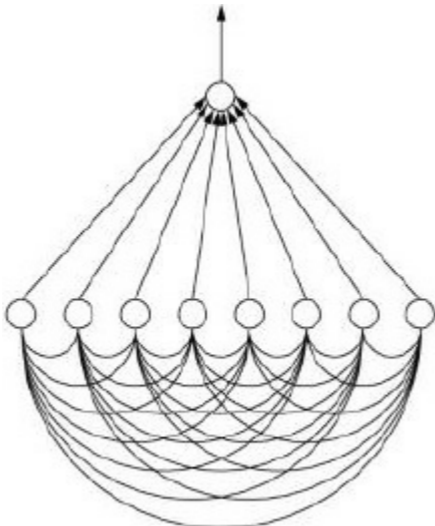
progettando l'unità conclusione in modo che integri i suoi input in modi diversi. L'unità conclusione, per esempio, potrebbe essere un'unità soglia come quelle delle inflessibili porte logiche; il che porterebbe alla politica di emettere una sentenza solo se il peso delle prove supera un valore critico («oltre ogni ragionevole dubbio», diciamo). Oppure l'unità conclusione potrebbe aumentare la sua attività gradualmente; il suo grado di sicurezza potrebbe crescere lentamente con l'arrivo alla spicciolata dei primi indizi, accelerare il ritmo di crescita con il loro accumularsi, e stabilizzarsi quando gli arrivi iniziano a diminuire. Questi sono due dei tipi di unità che coloro che costruiscono

modelli di reti neurali amano usare.

Ma possiamo azzardare ancora di più, e prendere ispirazione dal fatto che con i neuroni, a differenza che con i chips di silicio, le connessioni sono a buon mercato. Perché non connettere ogni unità a ogni altra? Una rete del genere incorporerebbe non solo la cognizione che verdità predice verdurità, che fare cric-croc sotto i denti predice verdurità, eccetera, ma anche che verdità predice fare cric-croc sotto i denti, fare cric-croc sotto i denti predice fogliosità, verdità predice mancanza di mobilità e così via.

Grazie a questa mossa, iniziano ad accadere cose interessanti. La rete comincia a somigliare ai processi del

pensiero umano, diversamente dalle reti con connessioni discontinue. Per questo gli psicologi e i ricercatori nel campo dell'intelligenza artificiale, per modellare molti esempi di riconoscimento di pattern semplici, hanno usato reti in cui tutto è connesso a tutto. Hanno costruito reti per i tratti copresenti nelle lettere, per le lettere copresenti nelle parole, per le parti di animali copresenti negli animali, per i mobili copresenti in una stanza.



Spesso il nodo decisionale in cima viene eliminato, e si calcolano solo le correlazioni fra le proprietà. Queste reti, dette a volte autoassociatori, hanno cinque caratteristiche ben congegnate.

Innanzitutto, un autoassociatore è una

memoria indirizzabile per contenuto, ricostruttiva. In un computer commerciale i bits in sé sono privi di senso, e i bytes che essi compongono hanno indirizzi arbitrari, come quelli delle case lungo una via, senza alcun rapporto con il loro contenuto. Alle posizioni in memoria si accede tramite indirizzo, e per sapere se un pattern è stato immagazzinato da qualche parte in memoria bisogna passarli al vaglio tutti (o usare ingegnose scorciatoie). In una memoria indirizzabile per contenuto, invece, la specificazione di un item accende automaticamente ogni posizione in memoria che ne contiene una copia. Poiché un item viene rappresentato in un autoassociatore attivando le unità che ne

rappresentano le proprietà (in questo caso sedano, verdità, fogliosità e così via), e poiché queste unità sono connesse l'una all'altra con pesi forti, le unità attivate si rafforzano a vicenda e, dopo pochi giri in cui l'attivazione si riverbera per tutta la rete, tutte le unità pertinenti all'item si bloccano nella posizione «acceso». Il che indica che l'item è stato riconosciuto. Un singolo autoassociatore può ospitare nella sua batteria di connessioni molti insiemi di pesi, non solo uno, quindi può immagazzinare molti item contemporaneamente.

E c'è di meglio. Le connessioni sono abbastanza ridondanti da far sì che, se all'autoassociatore viene presentata

anche soltanto una parte del pattern relativo a un item, soltanto verdità e fare cric-croc sotto i denti, diciamo, il resto del pattern, la fogliosità, viene completato automaticamente. Il che ricorda per certi versi la mente. Noi non abbiamo bisogno, per gli item in memoria, di etichette di recupero predefinite; quasi ogni aspetto di un oggetto può riportare alla mente l'oggetto intero. Possiamo ricordare «verdura», per esempio, pensando a cose verdi e fogliose o verdi e che fanno cric-croc sotto i denti o fogliose e che fanno cric-croc. Ne è un esempio visivo la nostra capacità di completare una parola a partire da qualche suo frammento. Nella figura qui sotto non



vediamo un insieme casuale di tratti, né una sequenza arbitraria di lettere, *mihb* per esempio, ma una parola che è più probabile incontrare in questo libro, cioè la parola *mind* (mente).



MIND

Un secondo vantaggio, detto «degrado graduale», aiuta a fare i conti con input confusi o difetti di hardware. Chi, quando al comando stampa file il computer risponde con il messaggio d'errore stampa file: comando non valido, non prova la tentazione di lanciare una scarpa contro lo schermo?

In *Prendi i soldi e scappa* il rapinatore di banche Virgil Starkwell, cioè Woody Allen, quando la cassiera gli chiede perché abbia scritto che la tiene «sotto giro», si trova messo in scacco dalla sua calligrafia. In un fumetto di Gary Larson, attaccato alla parete dello studio di più di uno psicologo cognitivista, un pilota che sta sorvolando un naufrago su un'isola deserta, leggendo il messaggio che questi ha tracciato sulla sabbia, si mette a gridare alla radio: «Aspetta, aspetta!... Annulla tutto, mi sembra che dica "AIATO"». Noi esseri umani, nella vita reale, facciamo di meglio, forse perché siamo dotati di autoassociatori che usano la prevalenza di elementi di informazione mutuamente coerenti per

ignorare un elemento insolito. «Stanpa» attiva il più familiare pattern «stampa», «sotto giro» viene tradotto in «sotto tiro», «aiato» in «aiuto». Allo stesso modo, un solo bit errato sul disco, un po' di corrosione in qualche connessione o un breve sbalzo di corrente possono bloccare e far collassare un computer. Un essere umano stanco, ubriaco o con danni cerebrali, invece, non si blocca e non collassa; sarà più lento, meno preciso, ma di solito riesce a mettere insieme una risposta intelligibile.

Un terzo vantaggio è che gli autoassociatori possono eseguire una versione semplice del tipo di computazione detto soddisfazione di

vincolo. Molti problemi che gli esseri umani risolvono hanno un carattere uovo-o-gallina. Un esempio tratto dal [capitolo I](#) è che noi calcoliamo la luminosità di una superficie partendo da un'ipotesi sulla sua angolatura, e ne calcoliamo l'angolatura partendo da un'ipotesi sulla sua luminosità, senza conoscere a priori con certezza né l'una né l'altra. Problemi del genere abbondano nei ragionamenti sulla percezione, il linguaggio e il buon senso. Sto guardando una piega o un bordo? Sto sentendo la vocale [ɛ] (come in pieno) o la vocale [a] (come in piano) con un accento barese? Sono vittima di un atto di cattiveria o di stupidità? Tali ambiguità sono a volte risolvibili

scegliendo l'interpretazione coerente con il massimo numero di interpretazioni di altri eventi ambigui, se sono tutti risolvibili insieme. Per esempio, se un suono è interpretabile come «faccia» o «feccia» e un altro come «piano» o «pieno», posso risolvere l'incertezza se sento un locutore pronunciare entrambe le parole con lo stesso suono vocalico. Voleva dire senz'altro «lo faccia piano», ragionerei, perché «lo faccia piano» è l'unica ipotesi che non viola qualche vincolo.

«Feccia» e «pieno» darebbero «lo feccia pieno», che viola le regole della grammatica e della plausibilità del significato; «faccia» e «pieno» possono essere scartate in ragione del vincolo

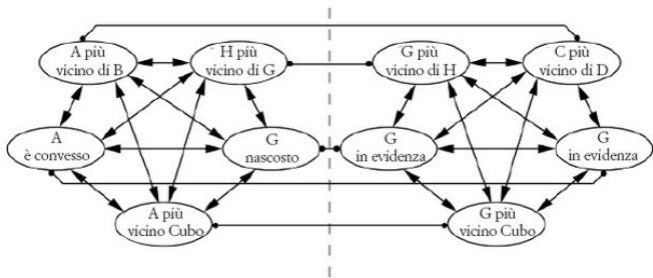
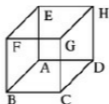
che le due vocali sono state pronunciate allo stesso modo; «feccia» e «piano» possono essere scartate perché violano entrambi questi vincoli.

Se le compatibilità andassero verificate tutte una per volta, questo genere di ragionamento richiederebbe un sacco di tempo. Ma in un autoassociatore esse sono codificate a priori nelle connessioni, e la rete può valutarle tutte insieme. Supponiamo che ogni interpretazione sia un neurone giocattolo, uno per «feccia», uno per «faccia» e così via. E supponiamo che coppie di unità le cui interpretazioni sono coerenti siano connesse con pesi positivi e coppie di unità le cui interpretazioni sono incoerenti con pesi

negativi. L'attivazione si riverbererà per l'intera rete e, se tutto va bene, essa si stabilizzerà in uno stato in cui sarà attivo il massimo numero di interpretazioni mutuamente coerenti. Una buona metafora è quella della bolla di sapone, che tremola in forme ovoidali e ameboidi finché i tira e molla fra le sue molecole confinanti non ne fanno una sfera.

A volte una rete a vincoli può avere stati mutuamente incoerenti ma egualmente stabili. Il che coglie il fenomeno dell'ambiguità globale, in cui un intero oggetto, non solo qualche sua parte, può avere due interpretazioni. Se fissate il disegno del cubo qui sotto (detto cubo di Necker), la vostra

percezione oscillerà da una visione dall'alto in basso della faccia superiore a una dal basso in alto della faccia inferiore.



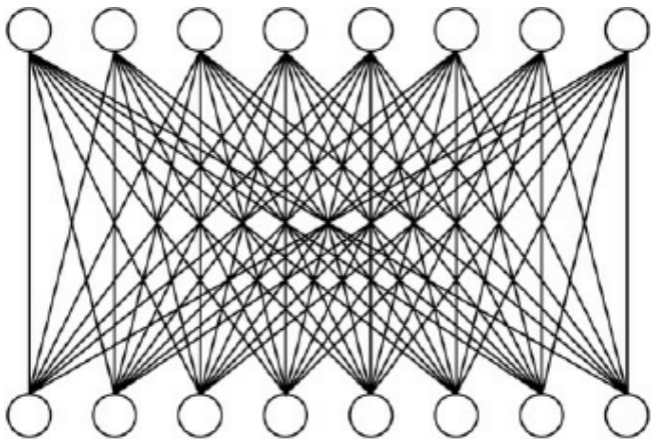
Quando si produce un'oscillazione globale del genere, ne è coinvolta l'interpretazione di tutti i particolari. Gli spigoli vicini diventano spigoli lontani,



gli angoli convessi diventano concavi e così via. O viceversa: se tentate di vedere un angolo convesso come concavo, può capitarvi di vedere oscillare l'intero cubo. La dinamica è esprimibile in una rete, quella del diagramma sotto il cubo, in cui le unità rappresentano le interpretazioni delle parti, e le interpretazioni coerenti in un oggetto tridimensionale si eccitano l'un l'altra, mentre quelle incoerenti si inibiscono<sup>40</sup>.

Un quarto vantaggio viene dalla capacità di una rete di generalizzare automaticamente. Se avessimo connesso il nostro rilevatore di lettere (che incanalava una serie di unità di input in un'unità di decisione) al nostro

stampatore di lettere (la cui unità di intenzione si apriva a ventaglio in una serie di unità di output), non avremmo prodotto altro che un demone leggiscri o di riconoscimento, un demone, per esempio, che risponde a una B stampando una C. Ma l'interessante viene a saltare l'intermediario e connettere le unità di input direttamente a quelle di output (si veda la figura qui sotto). Invece di un demone di riconoscimento «fedele alla lettera», ne otteniamo uno che può generalizzare un po'. La rete è detta associatore di pattern<sup>41</sup>.



Supponiamo che le unità di input in basso rappresentino l'aspetto di animali: «peloso», «quadrupede», «pennuto», «verde», «dal collo lungo» e così via. Con abbastanza unità, ogni animale può essere rappresentato accendendo le unità relative al suo peculiare insieme di proprietà. Un pappagallo lo si

rappresenta accendendo l'unità «pennuto», spegnendo l'unità «peloso» eccetera. Ora supponiamo che le unità di output in alto stiano per dati zoologici. Una rappresenta il dato che l'animale è erbivoro, un'altra che è di sangue caldo e così via. Senza alcuna unità che stia per un particolare animale (senza alcuna unità «pappagallo», cioè), i pesi rappresentano automaticamente cognizioni statistiche riguardanti classi di animali. Essi incorporano la cognizione che esseri pennuti tendono a essere di sangue caldo, che animali pelosi tendono a partorire piccoli vivi e così via. Ogni fatto immagazzinato nelle connessioni per un animale (i pappagalli sono di sangue caldo) si trasferisce

automaticamente ad animali simili (i parrocchetti sono di sangue caldo): che le connessioni siano relative a un animale, infatti, alla rete non interessa minimamente. Le connessioni si limitano a dire quali proprietà invisibili sono predette da quali proprietà visibili, ignorando del tutto idee relative a specie di animali.

Concettualmente parlando, un associatore di pattern coglie l'idea che, se due oggetti sono simili per certi aspetti, lo saranno probabilmente per altri. Meccanicamente parlando, oggetti simili sono rappresentati da alcune delle medesime unità, cosicché ogni elemento di informazione connesso alle unità relative a un oggetto sarà *ipso facto*

connesso a molte delle unità relative all'altro. Inoltre, nella stessa rete sono sovrapposte classi caratterizzate da gradi diversi di inclusione: ogni sottoinsieme delle unità, infatti, definisce implicitamente una classe. Meno sono le unità, più la classe è ampia. Supponiamo che vi siano unità di input per «si muove», «respira», «ha peli», «abbaia», «morde», «alza una zampa ai lampioni». Le connessioni che emanano da tutte e sei le unità innescano dati relativi al cane. Le connessioni che emanano dalle prime tre innescano dati relativi ai mammiferi. Le connessioni che emanano dalle prime due innescano dati relativi agli animali. Con pesi adeguati, le cognizioni programmate per

un animale sono condivisibili con i suoi parenti sia vicini sia lontani.

Un quinto trucco delle reti neurali è che imparano da esempi, dove l'imparare significa il mutamento dei pesi di connessione. Il costruttore di modelli (o l'evoluzione) non deve regolare a mano le migliaia di pesi necessari per ottenere gli output giusti. Supponiamo che un «maestro» fornisca un associatore di pattern di un input e anche dell'output giusto. Un meccanismo di apprendimento confronta l'effettivo output della rete, che inizialmente sarà piuttosto casuale, con quello giusto, e adegua i pesi per minimizzare la differenza fra i due. Se la rete lascia spento un nodo di output che, per il

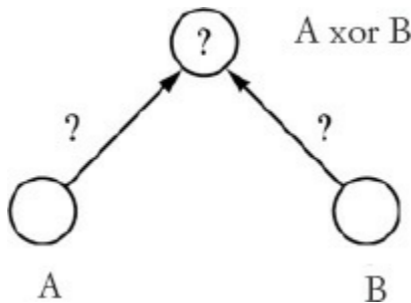
maestro, dev'essere acceso, occorre aumentare le probabilità che, in futuro, l'attuale fornitura di input attivi lo accendano. Quindi i pesi sugli input attivi che giungono all'unità di output recalcitrante vengono leggermente aumentati. Inoltre, la soglia del nodo di output viene leggermente abbassata, in modo che sia più suscettibile di innesco lungo la derivazione. Se la rete accende un nodo di output e il maestro dice che dev'essere spento, accade l'opposto: i pesi delle linee di input attualmente attive vengono diminuiti di un grado (magari portando il peso oltre lo zero, a un valore negativo), e la soglia del nodo-bersaglio viene alzata. Tutto ciò rende più probabile che, in risposta a



quegli input, il nodo di output iperattivo in futuro si spenga. Presentando e ripresentando alla rete tutta una serie di input con i loro output, si generano ondate di piccoli adeguamenti dei pesi di connessione, finché non si ottengono, per ogni input, tutti gli output giusti, almeno per quanto la rete riesce a farlo.

Un associatore di pattern dotato di questa tecnica di apprendimento è detto *perceptron*. I *perceptrons* sono interessanti, ma hanno un grave difetto. Sono come dei cuochi sprovveduti: pensano che se un pizzico di ogni ingrediente dà un buon sapore, un bel po' ne darà uno migliore. Nel decidere se una serie di input giustifica lo spegnimento di un output, il *perceptron*

li pesa e li somma. Il che dà spesso la risposta sbagliata, anche per problemi semplicissimi. Un esempio da manuale (si veda la figura qui sotto) è il modo in cui il *perceptron* tratta la semplice operazione logica detta dell'or disgiuntivo («XOR»), che significa «A o B, ma non entrambi».



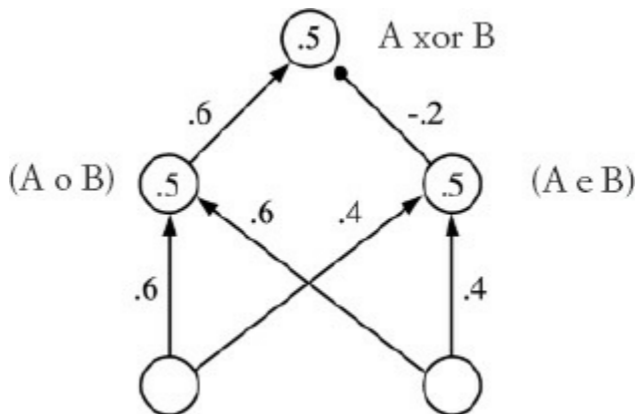
Quando A è acceso, la rete dovrebbe accendere A-xor-B. Quando B è acceso,

la rete dovrebbe accendere A-xor-B. Il che indurrà la rete ad aumentare il peso per la connessione da A (a 0,6, diciamo) e aumentare il peso per la connessione da B (diciamo a 0,6), portandoli entrambi a superare la soglia dell'unità di output (0,5, diciamo). Ma quando A e B sono entrambi accesi, è troppa grazia: A-xor-B urla a squarciagola proprio mentre vorremmo che tacesse. E se tentiamo con pesi più piccoli o una soglia più elevata, quando A e B sono entrambi accesi riusciamo a tenerlo zitto, ma allora, sfortunatamente, se ne starà in silenzio anche con acceso solo A o solo B. Potete provare con i vostri pesi, e vedrete che non va. Quello dell'oroscopo disgiuntivo è soltanto uno dei tanti

demoni che non possono essere fatti di *perceptrons*; altri sono il demone per determinare se è acceso un numero pari o dispari di unità, se una stringa di unità attive è simmetrica, e per trovare la risposta a un semplice problema di addizione.

La soluzione sta nel togliere un po' alla rete il suo carattere di creatura da stimolo-risposta è darle una rappresentazione interna fra gli strati di input e di output. Quello di cui ha bisogno è una rappresentazione che renda esplicite le specie cruciali di informazioni sugli input, affinché ogni unità di output possa davvero limitarsi a sommare i suoi input e ottenere la risposta giusta. Ecco come si può fare

per l'or disgiuntivo:



Le due unità nascoste fra l'input e l'output calcolano utili risultati intermedi. Quella di sinistra computa il semplice caso di «A o B», che a sua volta semplicemente eccita il nodo di output. Quella di destra computa il caso irritante di «A e B», e questo inibisce il

nodo di output. Il nodo di output può limitarsi a computare «(A o B) e non (A e B)», il che per le sue deboli forze basta e avanza. Si noti che anche al livello microscopico della costruzione dei più semplici dei demoni con neuroni giocattolo, le rappresentazioni interne sono indispensabili; le connessioni stimolo-risposta non bastano.

Ma c'è di meglio. Una rete a strati nascosti può venire addestrata, usando una versione più estrosa del metodo di apprendimento del *perceptron*, a farsi i propri pesi. Come nel caso del *perceptron*, un maestro fornisce alla rete il giusto output per ogni input, e la rete adegua i pesi di connessione, aumentandoli o diminuendoli, per

cercare di ridurre la differenza. Ma qui si pone un problema di cui il *perceptron* non aveva da preoccuparsi: come adeguare le connessioni dalle unità di input alle unità nascoste. È un problema perché il maestro, a meno che non sappia leggere nel pensiero, non ha modo di conoscere gli stati «giusti» per le unità nascoste, segregate all'interno della rete. Una soluzione ingegnosa l'hanno trovata gli psicologi David Rumelhart, Geoffrey Hinton e Ronald Williams. Le unità di output propagano a ritroso a ogni unità nascosta un segnale che rappresenta la somma degli errori dell'unità nascosta attraverso tutte le unità di output cui è connessa («mandi troppa attivazione», «mandi troppo poca

attivazione», e in che misura). Tale segnale può fungere da surrogato del segnale del maestro, ed essere usato per adeguare gli input dello strato nascosto. Alle connessioni dallo strato di input a ogni unità nascosta può venir dato un colpo in su o in giù per ridurre la tendenza dell'unità nascosta a sparare, dato il pattern di input corrente, troppo alto o troppo basso. Tale procedimento, detto «propagazione dell'errore a ritroso» (*error back-propagation*, o semplicemente *back-prop*), può essere reiterato all'indietro per qualunque numero di strati<sup>42</sup>.

Abbiamo raggiunto quella che molti psicologi considerano la vetta dell'arte del costruttore di modelli di reti neurali.



In un certo senso, siamo tornati al punto di partenza, perché una rete a strati nascosti è simile all'arbitraria mappa stradale delle porte logiche proposta da McCulloch e Pitts quale loro computer neuro-logico. Concettualmente parlando, una rete a strati nascosti è un modo di comporre una serie di proposizioni, che possono essere vere o false, trasformandole in una complessa funzione logica tenuta insieme da degli E, degli O e dei NON, ma con due sviluppi imprevisti. Uno è che i valori possono essere continui, invece di limitarsi all'acceso o spento, e quindi rappresentare il grado o le probabilità di verità di un'affermazione, invece di limitarsi a trattare affermazioni

assolutamente vere o assolutamente false. Il secondo è che in molti casi la rete può venire addestrata a adottare i pesi giusti rifornendola di input con i loro output giusti. Ma, al di sopra di queste innovazioni, c'è un modo d'essere: quello che consiste nel prendere ispirazione dalle tante connessioni fra neuroni nel cervello e non stupirsi di impazzire per la quantità di porte e connessioni messe in una rete. Quest'etica permette di progettare reti che computano molte probabilità e quindi sfruttano le ridondanze statistiche fra gli aspetti del mondo. Il che, a sua volta, consente reti neurali che, finché il problema è un problema in cui input simili producono output simili,

generalizzano da un singolo input a input simili senza bisogno di ulteriori addestramenti<sup>43</sup>.

Queste sono solo alcune idee su come fare dei nostri più piccoli demoni e delle loro bacheche macchine vagamente neurali. Sono idee che servono da ponte, traballante per ora, lungo la strada esplicativa che, partendo dal regno concettuale (la psicologia intuitiva della nonna e le varietà di sapere, di logica e di teoria della probabilità che le sono sottese), prosegue per regole e rappresentazioni (demoni e simboli), e arriva finalmente ai neuroni veri. Le reti neurali offrono anche qualche piacevole sorpresa. Nell'immaginarci il software mentale possiamo, in ultima istanza,

usare soltanto demoni abbastanza stupidi da poter essere sostituiti da macchine. Se ci sembra di avere bisogno di un demone più intelligente, bisogna che qualcuno concepisca come costruirlo a partire da quelli stupidi. Tutto va più veloce, e a volte va in modo diverso, quando chi costruisce modelli di reti neurali a partire dai neuroni in su può farsi un repertorio di banali demoni che fanno cose utili, come una memoria indirizzabile per contenuto o un associatore di pattern che generalizza automaticamente. Gli ingegneri (di ingegneria inversa, in realtà) del software mentale hanno un buon catalogo di componenti nel quale possono scegliere demoni intelligenti.

## *Connettoplasma*

Dove finiscono le regole e rappresentazioni in mentalese e iniziano le reti neurali? La maggior parte degli scienziati cognitivisti concorda sugli estremi. Ai più alti livelli della cognizione, dove arranchiamo coscientemente passo dopo passo ed evochiamo regole imparate a scuola o scoperte da noi stessi, la mente è qualcosa di simile a un sistema di produzione, con iscrizioni simboliche nella memoria e demoni che attuano procedure. A un livello inferiore, iscrizioni e regole vanno a costituire qualcosa di simile a reti neurali, che rispondono a pattern familiari e li

associano con altri pattern. Ma il confine è oggetto di discussione. Sono semplici reti neurali a trattare il grosso del pensiero di tutti i giorni, lasciando a regole e proposizioni esplicite solo i prodotti dell'apprendimento libresco? O le reti sono più simili a blocchi da costruzione, privi d'intelligenza umana finché non vengono assemblati in rappresentazioni e programmi strutturati?

Una scuola chiamata connessionismo, con alla testa gli psicologi David Rumelhart e James McClelland, sostiene che della maggior parte dell'intelligenza umana possono rendere conto da sole semplici reti. Nella sua forma estrema, il connessionismo sostiene che la mente

è un'unica grande rete a propagazione a ritroso a strati nascosti, o forse una batteria di reti simili o identiche, e l'intelligenza emerge quando un istruttore, l'ambiente, sintonizza i pesi di connessione. Le uniche ragioni per cui gli esseri umani sono più intelligenti dei topi è che le nostre reti hanno più strati nascosti fra stimolo e risposta e noi viviamo in un ambiente di altri esseri umani che fungono da istruttori della rete. Regole e simboli possono essere utili come grossolana approssimazione a ciò che accade in una rete per uno psicologo che non può seguire le tracce dei milioni di flussi di attivazione che scorrono lungo le connessioni, ma non sono niente di più<sup>44</sup>.

L'altra visione, che io preferisco, è che il lavoro non possono farlo queste reti neurali da sole. A spiegare gran parte dell'intelligenza umana è la strutturazione di reti in programmi per manipolare simboli. In particolare, la manipolazione di simboli è sottesa al linguaggio umano e agli aspetti del ragionare che con esso interagiscono. Il che non esaurisce la cognizione, ma ne costituisce gran parte: è qualunque cosa di cui possiamo parlare a noi stessi e ad altri. La mia pratica quotidiana di psicolinguista mi ha dato la prova che anche il più semplice dei talenti coinvolti nel parlare inglese, come il formare il passato dei verbi (trasformare *walk* in *walked*, *come* in *came*), è troppo



computazionalmente sofisticato per essere in mano a una singola rete neurale<sup>45</sup>. In questo paragrafo, presenterò una categoria di prove più generale. Il contenuto dei nostri pensieri più comuni (il tipo di informazioni che ci scambiamo conversando), richiede un congegno computazionale designato a implementare un mentalese altamente strutturato, o può essere gestito da un generico sistema di reti neurali, quello che un bello spirito ha chiamato conettoplasma? Vi mostrerò come i nostri pensieri abbiano una strutturazione logica delicata che nessuna semplice rete di strati omogenei di unità può gestire<sup>46</sup>.

Ma perché dovrebbe interessarvi?

Perché tali dimostrazioni gettano dei dubbi sulla teoria più autorevole che, su come funziona la mente, sia mai stata proposta. Di per sé, un *perceptron* o una rete a strati nascosti è un'elaborazione high-tech di un'antica dottrina: l'associazione di idee. I filosofi inglesi John Locke, David Hume, George Berkeley, David Hartley e John Stuart Mill hanno sostenuto che il pensiero è retto da due leggi. Una è la contiguità: idee spesso esperite insieme vengono associate nella mente. Quindi, attivata l'una, si attiva anche l'altra. La seconda legge è la somiglianza: quando due idee sono simili, tutto ciò che è associato alla prima viene automaticamente associato alla seconda. La teoria fu sintetizzata da

Hume nel 1748:

«L'esperienza ci mostra una quantità di effetti uniformi, risultanti da certi oggetti. Quando si produce un nuovo oggetto, dotato di qualità sensibili simili, ci aspettiamo poteri e forze simili, e cerchiamo un effetto simile. Da un corpo di colore e consistenza simile al pane, ci aspettiamo nutrimento e sostegno simili»<sup>47</sup>.

Dell'associazione per contiguità e somiglianza si è anche pensato che fosse lo sconosciuto autore che riempie il famoso foglio bianco, la metafora di Locke per la mente neonata. Tale dottrina, detta associazionismo, ha dominato le visioni americane e inglesi della mente per secoli, e in larga misura

le domina ancora. Quando le «idee» furono sostituite da stimoli e risposte, l'associazionismo divenne behaviorismo. Il foglio bianco e le due leggi dell'apprendimento, buone per tutti gli usi, sono anche i pilastri psicologici del Modello standard delle scienze sociali. Ce li sentiamo riproporre a proposito di come l'educazione ci porterebbe ad «associare» cibo ad amore, ricchezza a felicità, altezza a potere e così via.

Fino a epoca recente, l'associazionismo era troppo vago per venire sottoposto a verifica. Ma i modelli di reti neurali, correntemente simulati al computer ne rendono le idee più precise. Lo schema d'apprendimento

in cui un maestro presenta alla rete un input e l'output giusto, e la rete si sforza, per il futuro, di duplicare la coppia, è un buon modello della legge di contiguità. La rappresentazione per input distribuiti, per cui un concetto non dispone di una propria unità («pappagallo»), ma è rappresentato da un pattern di attività di unità che stanno per le sue proprietà («pennuto», «alato» e così via), permette un'automatica generalizzazione a concetti simili, in bell'accordo con la legge di associazione per somiglianza. E se tutte le parti della mente sono all'inizio lo stesso tipo di rete, ecco il foglio bianco. Il connessionismo offre quindi un'opportunità. Vedendo le funzioni che semplici modelli di reti

neurali possono e non possono svolgere, la secolare dottrina dell'associazione di idee può essere sottoposta a un test rigoroso.

Prima di iniziare, però, occorre liberarsi di qualche falsa pista. Il connessionismo non è un'alternativa alla teoria computazionale della mente, ma ne è una variante, una variante per la quale il tipo principale di elaborazione dell'informazione cui la mente si applica è la statistica multivariata. Il connessionismo non è un necessario correttivo della teoria per cui la mente sarebbe come un computer commerciale, con un'unità di elaborazione, o processore, centrale ad alta velocità, a prova di errore e seriale; nessuno

sostiene una teoria del genere. Come non c'è nessun Achille, nella vita reale, che sostenga che ogni forma di pensiero consiste nel macinare migliaia di regole di un manuale di logica. Infine, le reti connessionistiche, nonostante la promettente etichetta di «reti neurali», non sono modelli particolarmente realistici del cervello. La «sinapsi» (il peso di connessione), per esempio, può passare da eccitatoria a inibitoria, e l'informazione fluire in tutte e due le direzioni lungo un «assone» (connessione), cose entrambe anatomicamente impossibili. Quando si tratta di scegliere tra far sì che un lavoro sia fatto e rispecchiare il cervello, spesso i connessionisti optano per far sì

che un lavoro sia fatto; il che indica che le reti vengono usate come una forma di intelligenza artificiale liberamente basata sulla metafora dei neuroni, ma non sono una forma di modellizzazione neurale. La domanda è: eseguono i generi di computazione giusti per essere un modello del funzionamento del pensiero umano?

Il rozzo connettoplasma ha dei problemi con cinque atti di pensiero di tutti i giorni, atti che a prima vista appaiono sottigliezze, e di cui nemmeno si sospettava l'esistenza finché logici, linguisti e informatici non iniziarono a passare al microscopio i significati delle frasi. Ma si tratta di atti che danno al pensiero umano la sua peculiare



precisione e potenza e, a mio avviso, sono un elemento importante della risposta alla domanda: come funziona la mente?

Uno è afferrare il concetto di individuo. Torniamo alla prima deviazione delle reti neurali dalle rappresentazioni tipo computer. Invece che simboleggiare un'entità come un pattern arbitrario in una stringa di bits, l'abbiamo rappresentata come un pattern in uno strato di unità, ognuna delle quali sta per una delle proprietà dell'entità. Un problema che sorge subito è che non è più possibile distinguere due individui con proprietà identiche. Essi sono rappresentati nella stessa e identica maniera e, riguardo al fatto che non sono

il medesimo grumo di materia, il sistema è cieco. Abbiamo perso l'individuo: possiamo rappresentare la verdurità, la cavallinità, non una particolare verdura o un particolare cavallo. Qualunque nozione il sistema impari su un cavallo si fonde con quello che sa su un altro, identico cavallo. E non c'è modo di rappresentare due cavalli. Rendere i nodi cavallo doppiamente attivi non funziona, perché è indistinguibile dall'aver doppiamente fiducia che le proprietà di un cavallo siano presenti o dal pensare che le proprietà di un cavallo siano presenti in misura doppia.

È facile confondere il rapporto fra una classe e una sottoclasse, come «animale» e «cavallo» (che una rete non

ha problemi a trattare), con il rapporto fra una sottoclasse e un individuo, come «cavallo» e, diciamo, «Mr Ed», celebre cavallo parlante di un vecchio serial televisivo. Certo, i due rapporti sono per un verso simili. In entrambi, ogni proprietà dell'entità superiore passa in eredità all'entità inferiore. Se gli animali respirano, e i cavalli sono animali, i cavalli respirano; se i cavalli hanno zoccoli, e Mr Ed è un cavallo, Mr Ed ha zoccoli. Il che potrebbe tentare un costruttore di modelli a trattare un individuo come una speciale, specialissima sottoclasse, usando, per distinguere dei quasi sosia, qualche lieve differenza fra le due entità, per esempio un'unità lentiggini accesa per

un individuo ma spenta per l'altro.

Come molte proposte connessionistiche, l'idea risale all'associazionismo inglese. Scriveva Berkeley: «Se tu elimini le sensazioni di soffice, di succoso, di rosso, di asprigno, tu elimini del tutto la ciliegia. Infatti essa non è un essere distinto dalle sensazioni: una ciliegia, dico, non è altro che una congerie di impressioni sensibili»<sup>48</sup>. Ma l'ipotesi di Berkeley non ha mai funzionato. Le cose che si fanno delle proprietà di due oggetti possono essere le stesse, eppure si può continuare a sapere che i due oggetti sono diversi. Immaginiamo una stanza con due sedie identiche. Arriva uno, e le scambia di posto. La stanza è la stessa

di prima o diversa? Chiunque capisce che è diversa. Ma non c'è un elemento, per quanto ne sappiamo, che distingua una sedia dall'altra, se non che possiamo pensare a una come alla Sedia n. 1 e all'altra come alla Sedia n. 2. Siamo tornati alle arbitrarie targhette degli slot di memoria, come nel tanto disprezzato computer digitale! Lo stesso gioco sta dietro a una barzelletta del comico Stephen Wright: «Mentre ero fuori, qualcuno ha portato via tutto dal mio appartamento sostituendolo con una replica perfetta. Quando l'ho detto al mio compagno di stanza, mi ha chiesto: "Ti conosco?"».

Un qualcosa che distingue sempre gli individui, però, bisogna riconoscerlo,

c'è: non possono essere nello stesso posto nello stesso tempo. Può darsi che la mente marchi ogni oggetto con tempo e luogo, e aggiorni sempre le coordinate, permettendo di distinguere individui con proprietà identiche. Ma neanche questo riesce a render conto della nostra capacità di tenere gli individui separati nella mente. Immaginiamo un piano bianco infinito che non contiene altro che due cerchi identici. Uno scivola e si sovrappone per qualche istante al secondo, poi prosegue per la sua strada. Penso che nessuno avrà dei problemi a concepire i due cerchi come entità distinte anche nei momenti in cui si trovano nello stesso momento nello stesso posto. Il che indica che essere in

un dato momento in un dato posto non è la nostra definizione mentale di «individuo».

La morale non è che nelle reti neurali gli individui non possono venire rappresentati. È facile: basta assegnare qualche unità alle identità degli individui in quanto individui, indipendentemente dalle loro proprietà. Si potrebbe dare a ogni individuo la propria unità, o l'equivalente di un numero seriale, codificato in un pattern di unità attive. La morale è che le reti della mente devono essere fatte in modo da implementare la nozione logica astratta di individuo, analoga al ruolo giocato da una posizione in memoria contrassegnata da un'etichetta arbitraria

nel computer. Ciò che non funziona è un associatore di pattern che si limiti alle proprietà osservabili di un oggetto, moderna illustrazione del principio di Aristotele: «Non c'è nulla nell'intelletto che non sia stato prima nei sensi»<sup>49</sup>.

Tutto questo discorso è un mero esercizio di logica? Niente affatto: il concetto di individuo è la particella elementare delle nostre facoltà di ragionamento sociale. Lasciate che vi porti due esempi tratti dalla vita reale, anzi, da quei due grandi campi d'interazione umana che sono l'amore e la giustizia.

I gemelli monozigotici condividono la maggior parte delle loro proprietà. Oltre che somigliarsi fisicamente, pensano in



maniera simile, hanno sensazioni simili, agiscono in maniera simile. Non identica, naturalmente, e questa è una scappatoia grazie alla quale si potrebbe tentare di rappresentarli come minuscole sottoclassi. Ma ogni creatura che li rappresentasse come sottoclassi dovrebbe almeno tendere a trattarli in maniera simile. Dovrebbe trasferire le proprie opinioni dall'uno all'altro, almeno probabilisticamente o in una certa misura: questo, ricordiamolo, è uno dei punti su cui fa leva l'associazionismo e la sua applicazione nel connetttoplasma. Per esempio, qualunque aspetto vi attrae in un gemello, come cammina, come parla, come guarda e così via, dovrebbe

attrarvi nell'altro. E i gemelli monozigotici dovrebbero trovarsi invischiati in gelosie e tradimenti di proporzioni epiche. In realtà, non accade niente del genere. La moglie di un gemello monozigotico non prova alcuna attrazione sentimentale per l'altro gemello. L'amore lega i nostri sentimenti a una persona in quanto quella persona, non in quanto tipo di persona, per quanto pochi siano gli esemplari racchiusi in questo tipo<sup>50</sup>.

Il 10 marzo 1988 qualcuno morse a un orecchio, strappandogliene mezzo, l'agente di polizia David J. Storton. Su chi sia stato non ci sono dubbi: o Shawn Blick, ventunenne di Palo Alto, in California, o Jonathan Blick, suo

gemello monozigotico. Tutti e due erano venuti alle mani con l'agente, e uno l'aveva morso a un orecchio. Furono entrambi denunciati per lesioni permanenti, tentato furto con scasso, aggressione a un agente di polizia e lesioni permanenti aggravate. Quest'ultima imputazione, per il morso all'orecchio, comporta l'ergastolo. L'agente Storton testimoniò che uno dei gemelli aveva i capelli corti e l'altro lunghi, e a morderlo era stato quello con i capelli lunghi. Malauguratamente, quando i due si costituirono, tre giorni dopo, portavano entrambi identici capelli a spazzola, e non parlarono. I loro avvocati sostennero che nessuno dei due poteva essere condannato per

lesioni permanenti aggravate. Per ciascuno sussisteva il ragionevole dubbio che fosse innocente, e colpevole l'altro. E l'argomentazione è inoppugnabile, perché il nostro senso della giustizia si riferisce all'individuo che ha commesso un reato, non alle sue caratteristiche<sup>51</sup>.

La nostra ossessione per la personalità individuale non è un inesplicabile capriccio, ma probabilmente si è evoluta perché ogni essere umano che incontriamo, a parte qualunque proprietà che possiamo osservare, è sede di un irripetibile complesso di ricordi e desideri corrispondente a una storia embriologica e biografica unica. Nel

capitolo VI, quando faremo ingegneria inversa del senso di giustizia e del sentimento dell'amore romantico, vedremo che l'atto mentale di registrare persone individuali è al cuore della loro progettazione.

Gli esseri umani non sono l'unica classe di individui confondibili che dobbiamo tenere distinti: un altro esempio tratto dalla vita reale ha a che fare con il gioco delle tre tavolette. Molti animali devono giocarvi per non perdere i contatti con degli individui. Ne è un esempio la madre che deve seguire le tracce di un piccolo il quale, se può sembrare identico a tutti gli altri, porta invisibilmente i suoi geni. Un altro esempio è quello del predatore che, per

attaccare animali in branchi, ne prende di mira uno, seguendo la strategia che dice: non cambiare preda, perché daresti il tempo di tirare il fiato a tutti tranne che a te stesso. Quando gli zoologi, in Kenya, cercarono di rendere le loro raccolte di dati più facili colorando in base a un codice le corna degli gnu, dopo averli addormentati, scoprirono che, per quanto si preoccupassero di far recuperare all'animale marchiato tutte le sue energie prima di reintrodurlo nel branco, nel giro di un giorno o poco più veniva ucciso dalle iene. Una spiegazione è che il colore del marchio rendeva più facile alle iene individuare lo gnu e dargli la caccia fino a sfinirlo. Sulle strisce delle zebre si è avanzata di



dell'associazionismo si chiama composizionalità: la capacità di una rappresentazione di essere fatta di parti e di avere un significato che deriva dai significati delle parti e da come esse sono combinate. La composizionalità è la proprietà per eccellenza di ogni lingua umana. Il significato di «il bambino ha mangiato la lumaca» viene dai significati di «il», «bambino», «ha», «mangiato», «la» e «lumaca», e dalle loro posizioni nella frase. Il tutto non è la somma delle parti; a ridistribuire le parole in «la lumaca ha mangiato il bambino», si veicola un altro significato. Se non avete mai sentito prima nessuna delle due frasi, per interpretarle avete dovuto applicare alle



stringhe di parole una serie di algoritmi (che incorporano le regole della sintassi). Il prodotto finale, in tutti e due i casi, è un nuovo pensiero che avete messo insieme al volo. Disponendo dei concetti di bambino, lumaca e mangiare, e della capacità di collocare su una bacheca mentale simboli a essi corrispondenti secondo uno schema registrabile dai demoni che li leggono, potete pensare quel pensiero per la prima volta nella vostra vita.

I giornalisti dicono che un cane che morde un uomo non fa notizia, perché non è una novità, ma un uomo che morde un cane sì. La composizionalità delle rappresentazioni mentali è ciò che ci permette di capire le «novità».

Possiamo concepire folli e meravigliose nuove idee, non importa quanto improbabili. Una mucca ha saltato con un balzo la Luna; il lupo cattivo ha rubato Natale; l'universo ha avuto inizio con un big bang; alieni atterrano ad Harvard; Michael Jackson ha sposato la figlia di Elvis. Grazie alla matematica combinatoria, non ci troveremo mai a corto di novità. Ci sono miliardi di miliardi di pensieri pensabili.

Dotare di composizionalità una rete neurale dev'essere facile, potreste pensare: basta accendere le unità per «bambino», «mangia» e «lumaca». Ma se questo fosse tutto ciò che avviene nella mente, ci troveremmo al buio quanto a sapere se il bambino ha

mangiato la lumaca o la lumaca ha mangiato il bambino. I concetti vanno assegnati a ruoli (quelli che i logici chiamano «argomenti»): chi è che mangia, chi è che è mangiato.

Forse, allora, si potrebbe dedicare un nodo a ogni combinazione di concetti e ruoli: avremmo un nodo bambino-mangia-lumaca e un nodo lumaca-mangiabambino. Perché no? Il cervello non contiene un numero enorme di neuroni? Una ragione per rispondere di no è che un conto è *enorme*, un altro *davvero enorme*. Il numero di combinazioni cresce esponenzialmente con la loro dimensione, portando a un'esplosione combinatoria i cui numeri superano persino le nostre più generose

ipotesi sulla capacità del cervello. Secondo la leggenda, il visir Sissa Ben Dahir, per avere inventato il gioco degli scacchi, chiese al re dell'India Shirham una modesta ricompensa: nient'altro che un chicco di frumento da mettere nel primo riquadro di una scacchiera, due nel secondo, quattro nel terzo e così via. Ben prima di giungere al sessantaquattresimo, il re si rese conto di avere involontariamente impegnato tutte le messi del regno. La ricompensa ammontava a quasi centocinquanta miliardi di tonnellate, la produzione di grano del mondo per duemila anni. In egual modo, la combinatoria del pensiero è soverchiante rispetto al numero di neuroni del cervello. Cento

miliardi di miliardi di significati di frasi non sono comprimibili in un cervello di cento miliardi di neuroni, se ogni significato deve avere il suo neurone.

Ma anche se ci stessero, un pensiero complesso non viene certamente immagazzinato intero, un pensiero per neurone. A farcelo intuire è il modo in cui i nostri pensieri sono connessi l'un l'altro.

Immaginiamo che ognuno abbia la propria unità. Dovrebbero esserci unità separate per il bambino che mangia la lumaca, la lumaca che mangia il bambino, il pollo che mangia la lumaca, il pollo che mangia il bambino, la lumaca che mangia il pollo, il bambino che vede la lumaca, la lumaca che vede

il bambino, il pollo che vede la lumaca e così via. Vanno assegnate unità a tutti questi pensieri e a molti altri; ogni essere umano capace di pensare il pensiero che il bambino ha visto il pollo è anche capace di pensare il pensiero che il pollo ha visto il bambino. Ma in questo repertorio di unità-pensiero c'è qualcosa di sospetto; è pieno zeppo di coincidenze. Ci troviamo continuamente di fronte a bambini che mangiano, lumache che mangiano, bambini che vedono, lumache che vedono e così via. I pensieri s'incastrano perfettamente nelle righe, colonne, strati, iperrighe, ipercolonne e iperstrati di una grande matrice. Se i pensieri sono soltanto un'immensa collezione di unità separate,

questa impressionante configurazione sconcerta: le unità avrebbero potuto altrettanto facilmente rappresentare un repertorio di fattori isolati senza rapporti l'uno con l'altro. Quando la natura ci presenta oggetti che riempiono perfettamente una serie rettangolare di caselle, ci dice che devono essere fatti di componenti più piccole corrispondenti alle righe e colonne. È così che la tavola periodica degli elementi ha portato alla comprensione della struttura dell'atomo. Per ragioni simili possiamo concludere che la trama e l'ordito dei nostri pensieri pensabili sono i concetti che li compongono. I pensieri sono composti di concetti; non vengono immagazzinati interi<sup>53</sup>.

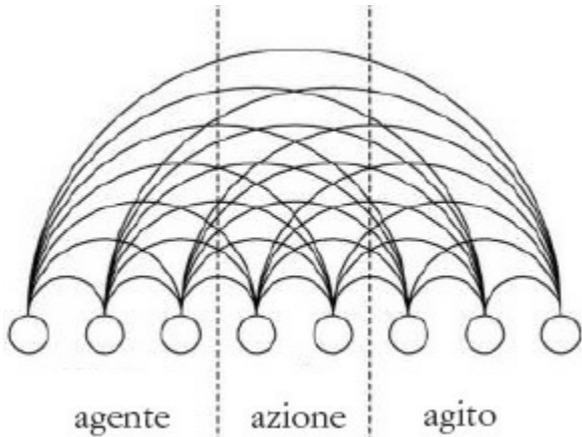
La composizionalità è piena di brutte sorprese per il connettoplasma. Tutti i trucchi più ovvi si rivelano inadeguati. Supponiamo di dedicare ognuna delle unità alla combinazione di un concetto e di un ruolo. Un'unità potrebbe stare per il-bambino-mangia e un'altra per la-lumaca-è-mangiata, o forse un'unità starebbe per il-bambino-fa-qualcosa e un'altra per alla-lumaca-è-fatto-qualcosa. Questo riduce di molto il numero delle combinazioni, ma al prezzo di riportare confusione su chi ha fatto che cosa a chi. Il pensiero «il bambino ha mangiato il pollo quando il barboncino ha mangiato la lumaca» sarebbe indistinguibile dal pensiero «il bambino ha mangiato la lumaca quando



il barboncino ha mangiato il pollo». Il problema è che un'unità per il bambino mangia non dice che cosa mangia, e un'unità per la lumaca-è-mangiata non dice chi l'ha mangiata.

Un passo nella direzione giusta consiste nell'iscrivere nell'hardware una distinzione fra i concetti (bambino, lumaca e così via) e i ruoli che essi svolgono (agente, agito e così via). Supponiamo di installare gruppi separati di unità, una per il ruolo di agente, una per l'azione, una per il ruolo di agito. Per rappresentare una proposizione, ogni gruppo di unità è fornito del pattern relativo al concetto che sta svolgendo il ruolo, smistato da una memoria separata per i concetti. Se

connettessimo ogni nodo a ogni altro, avremmo un autoassociatore per proposizioni, ed esso potrebbe acquisire una qualche destrezza con i pensieri combinatori. Potremmo mettere in memoria «bambino ha-mangiato lumaca» e, al presentarsi come domanda di due qualunque delle componenti (per esempio «bambino» e «lumaca» in rappresentazione della domanda: «Qual è il rapporto fra il bambino e la lumaca?»), la rete completerebbe il pattern accendendo le unità relative alla terza componente (in questo caso «ha-mangiato»).



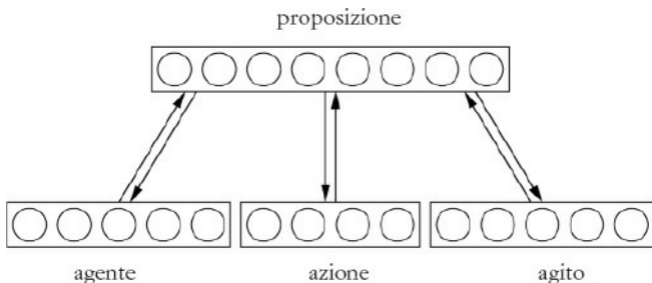
Lo farebbe? Ahimè, no. Prendiamo questi pensieri:

Bambino stesso-di bambino.  
Bambino diverso-da lumaca.  
Lumaca diverso-da bambino.  
Lumaca stesso-di lumaca.

Nessuna serie di pesi di connessione che facciano sì che «bambino» nel primo slot e «stesso-di» in quello centrale accendano «bambino» nel terzo, e «bambino» e «diverso-da» accendano «lumaca», e «lumaca» e «diverso-da» accendano «bambino», farà anche sì che «lumaca» e «stesso-di» accendano «lumaca». È, in una forma diversa, il problema dell'ò disgiuntivo. Se le connessioni bambino-verso-bambino e stesso-verso-bambino sono forti, accenderanno «bambino» in risposta a «bambino stesso-di...» (il che va bene), ma accenderanno «bambino» anche in risposta a «bambino diverso-da...» (il che va male) e in risposta a «lumaca stesso-di...» (male anche questo).

Spingete in su e in giù i pesi quanto volete; non ne troverete mai che funzionino per tutte e quattro le frasi. Visto che qualunque essere umano è in grado di capire le quattro frasi senza confondersi, bisogna che la mente umana rappresenti proposizioni con qualcosa di più sofisticato di una serie di associazioni concetto-concetto o concetto-ruolo. La mente ha bisogno di una rappresentazione per la proposizione stessa. In questo esempio, al modello occorre uno strato extra di unità: per dirla nel modo più semplice, uno strato dedito a rappresentare l'intera proposizione, separatamente dai concetti e dai loro ruoli. Lo schema qui sotto mostra, in forma semplificata, un

modello che gestisce frasi concepito da Geoffrey Hinton<sup>54</sup>.



La serie di unità «proposizione» si accende in pattern arbitrari che, un po' come i numeri seriali, etichettano pensieri completi. Essa agisce come una sovrastruttura che tiene i concetti di ogni proposizione nei loro giusti slot. Si noti con quanta aderenza l'architettura della rete implementi il classico,

paralinguistico mentalese! Altre proposte di reti composizionali non sono così evidentemente mimetiche, ma tutte devono avere qualche elemento appositamente progettato che separi i concetti dai loro ruoli e leghi correttamente ogni concetto al suo ruolo. Gli ingredienti della logica quali predicato, argomento e proposizione, e il macchinario computazionale per gestirli, vanno reinseriti di nascosto perché un modello faccia cose simili a quelle che fa la mente; associazioni e roba simile, da sole, non bastano<sup>55</sup>.

Un altro talento mentale che forse non avete mai saputo di avere si chiama quantificazione, o vincolo di variabile.

Esso ha origine in una combinazione del primo problema, individui, con il secondo, composizionalità. I nostri pensieri composizionali, dopotutto, riguardano spesso individui, e come questi individui siano connessi alle varie parti del pensiero fa differenza. Il pensiero che un particolare bambino ha mangiato una particolare lumaca è diverso dal pensiero che un particolare bambino mangia lumache in generale, o che i bambini in generale mangiano lumache in generale. C'è tutta una categoria di barzellette il cui effetto dipende dal cogliere questa differenza. «Negli Stati Uniti ogni quarantacinque secondi una persona viene ferita alla testa». «Oh, poveretta!». Quando



sentiamo dire che «Hildegard vuole sposare un uomo muscoloso», ci chiediamo se abbia in mente qualcuno in particolare, o semplicemente giri speranzosa per le palestre. Abraham Lincoln ebbe a dire: «Puoi imbrogliare tutti per qualche tempo, puoi anche imbrogliare qualcuno per tutto il tempo, non puoi imbrogliare tutti per tutto il tempo». Senza la capacità di computare la quantificazione, non potremmo capirlo.

In questi esempi ci troviamo di fronte a più frasi, o più letture di una frase ambigua, in cui gli stessi concetti giocano gli stessi ruoli, ma le idee nel loro complesso sono ben diverse. Agganciare i concetti ai loro ruoli non

basta. I logici catturano tali distinzioni con variabili e quantificatori. Una variabile è un simbolo che occupa una posizione, come  $x$  o  $y$ , stando per la stessa entità in proposizioni diverse o parti diverse di una proposizione. Un quantificatore è un simbolo che può esprimere «c'è un particolare  $x$  che...» e «per ogni  $x$  è vero che...». Un pensiero può essere allora catturato in una proposizione fatta di simboli che stanno per concetti, ruoli, quantificatori e variabili, tutti ordinati e raggruppati con precisione. Si confronti per esempio «Ogni quarantacinque secondi {c'è un  $X$  [che viene ferito]}» con « $C$ 'è un  $X$  {che ogni quarantacinque secondi [viene ferito]}». Il nostro mentalese deve

disporre di un marchingegno che fa qualcosa del genere. Ma, per ora, non abbiamo idea di come si possa farlo in una rete associativa.

Non solo una proposizione può riguardare un individuo, ma essa stessa va trattata come una sorta di individuo, il che fa sorgere un nuovo problema. Il connettoplasma trae il suo potere dalla sovrapposizione di pattern in un singolo insieme di unità. Purtroppo, ciò può dare alimento a bizzarre assurdità o far fare alla rete la fine dell'asino di Buridano, che, incerto fra due cibi, non potendosi decidere, muore di fame. È parte di un diffuso spauracchio del connettoplasma detto interferenza o diafonia.

Ecco due esempi. Gli psicologi Neal

Cohen e Michael McCloskey hanno insegnato a una rete ad aggiungere due cifre. Prima le hanno insegnato ad aggiungere agli altri numeri 1: quando gli input erano «1» e «3», la rete imparava a venir fuori con «4» e così via. Poi le hanno insegnato ad aggiungere a ogni altro numero 2. Purtroppo, il problema aggiungi 2 portava i pesi di connessione oltre i valori ottimali per aggiungere 2, e poiché la rete non aveva nessun hardware da parte per fissare la cognizione di come aggiungere 1, dimenticava come si facesse! L'effetto è detto «smemoratazza catastrofica», perché è qualcosa di diverso dalle piccole dimenticanze della vita di tutti i

giorni. Un altro esempio viene da una rete progettata da McClelland e dal suo collaboratore Alan Kawamoto per assegnare significati a frasi ambigue. Per esempio, «*A bat broke the window*» può significare o che una mazza (*bat*) da baseball è stata scagliata contro la finestra e l'ha rotta, o che contro la finestra, rompendola, è andato a sbattere un pipistrello (*bat*). Bene, la rete se ne venne fuori con l'unica interpretazione che gli esseri umani non danno: un pipistrello ha rotto la finestra usando una mazza da baseball<sup>56</sup>!

Come succede con qualunque altro strumento, le caratteristiche che fanno funzionare bene il connettoplasma in alcune cose lo fanno funzionare male in

altre. La capacità di una rete di generalizzare è frutto della sua densa interconnettività e della sovrapposizione di input. Ma se sei un'unità, non è sempre una meraviglia avere migliaia di altre unità che ti chiacchierano nelle orecchie e sentirti arrivare in faccia un'ondata dopo l'altra di input. Spesso elementi di informazione diversi vanno messi in pacchetti e immagazzinati separatamente, non mescolati. Un modo di farlo è dare a ogni proposizione il suo specifico slot e indirizzo di memoria, il che dimostra, ancora una volta, che non tutto nella progettazione dei computer va liquidato come curiosità al silicio. I computer, in fin dei conti, non sono stati progettati per fare da caloriferi; sono

stati progettati per elaborare informazione in un modo che abbia significato per utenti umani.

Gli psicologi David Sherry e Dan Schacter si sono spinti oltre in questa linea di pensiero osservando che le diverse richieste progettuali poste a un sistema di memoria hanno spesso fini contrastanti. La selezione naturale, sostengono, ha risposto dando agli organismi sistemi di memoria specializzati. Ognuno ha una struttura computazionale ottimizzata per le richieste di uno dei compiti cui la mente dell'animale deve adempiere. Gli uccelli che nascondono i semi per recuperarli nei periodi di magra, per esempio, hanno evoluto una capace

memoria per i nascondigli (diecimila posti, nel caso della nucifraga columbiana, o nocciolaia del Nordamerica). Le specie di uccelli i cui maschi cantano per far colpo sulle femmine o intimidire gli altri maschi hanno evoluto una capace memoria per le melodie (duecento, nel caso dell'usignolo). La memoria per i nascondigli e quella per le melodie si trovano in strutture cerebrali diverse e hanno pattern di connessione diversi. Noi esseri umani poniamo al nostro sistema di memoria due richieste molto diverse nello stesso tempo. Dobbiamo ricordare episodi individuali relativi a chi ha fatto qualcosa a chi, quando, dove e perché, e questo richiede che ogni



episodio porti impressi tempo, luogo e numero seriale. Ma dobbiamo anche estrarre cognizioni generiche su come funziona la gente e come funziona il mondo. Sherry e Schacter avanzano l'ipotesi che la natura ci abbia dotato di uno specifico sistema di memoria per ognuna delle due richieste: una memoria «episodica» o autobiografica, e una memoria «semantica» o di conoscenze generiche, seguendo una distinzione dovuta allo psicologo Endel Tulving<sup>57</sup>.

Il trucco che moltiplica i pensieri umani fino a giungere a numeri che dire astronomici è dir poco non sta nello spartire i concetti fra tre o quattro ruoli, ma in una sorta di fecondità mentale

detta ricorsività. Un insieme fisso di unità per ogni ruolo non basta. Noi esseri umani possiamo prendere un'intera proposizione e darle un ruolo in qualche proposizione più grande. Poi possiamo prendere la proposizione più grande e inserirla in una più grande ancora, creando una struttura gerarchica ad albero di proposizioni dentro proposizioni. Non solo il bambino ha mangiato la lumaca, ma il padre ha visto il bambino mangiare la lumaca, e io mi chiedo se il padre ha visto il bambino mangiare la lumaca, e il padre sa che io mi chiedo se lui ha visto il bambino mangiare la lumaca, e io posso immaginare che il padre sappia che io mi chiedo se lui ha visto il bambino

mangiare la lumaca, e così via. Proprio come la capacità di aggiungere 1 a un numero conferisce la capacità di generare una serie infinita di numeri, la capacità di inserire una proposizione dentro un'altra proposizione conferisce la capacità di pensare un numero infinito di pensieri.

Per ottenere proposizioni-dentro-proposizioni dalla rete illustrata nell'ultimo diagramma si potrebbe aggiungerle in cima un nuovo strato di connessioni, connettendo la serie di unità relativa all'intera proposizione allo slot ruolo in qualche proposizione più grande; il ruolo potrebbe essere qualcosa come «evento-osservato». Se continuiamo e aggiungiamo abbastanza

strati, potremmo ospitare un'intera proposizione a scatole cinesi tracciando per essa nel connettoplasma tutto un diagramma ad albero. Ma è una soluzione goffa, e che suscita dei sospetti. Dovrebbe essere installata e collegata una rete diversa per ogni tipo di struttura ricorsiva: una per una persona che pensa su una proposizione, un'altra per una persona che pensa su una proposizione su una persona che pensa su una proposizione, una terza per una persona che comunica una proposizione su qualche persona a un'altra persona e così via.

In informatica e psicolinguistica si usa un meccanismo più potente e flessibile. Ogni struttura semplice (per

una persona, un'azione, una proposizione eccetera) viene rappresentata nella memoria a lungo termine una volta sola, e un processore sposta alternatamente la sua attenzione da una struttura all'altra, memorizzando l'itinerario delle visite nella memoria a breve termine per cucire insieme la proposizione. Questo processore dinamico, detto rete di transizione ricorsiva, è plausibile in particolare per la comprensione delle frasi, poiché noi udiamo e leggiamo le parole una per volta piuttosto che inghiottire un'intera frase d'un colpo<sup>58</sup>. E sembra anche che mastichiamo i nostri pensieri complessi pezzo per pezzo invece di ingollarli o rigurgitarli interi, il che fa pensare che

la mente sia dotata di uno sgranocchiatore ricorsivo di proposizioni non solo per le frasi, ma anche per i pensieri. Gli psicologi Michael Jordan e Jeff Elman hanno costruito delle reti le cui unità di output emettono connessioni che tornano indietro, in un circuito a feedback, fino a una serie di unità di memoria a breve termine, innescando un nuovo ciclo di flussi di attivazione. Questo schema di circuiti a feedback dà un'idea di come un'elaborazione di informazione iterativa potrebbe essere implementata in reti neurali, ma non è abbastanza per interpretare o assemblare proposizioni strutturate. Più recentemente, sono stati fatti dei tentativi di combinare una rete

di circuiti a feedback con una rete proposizionale per realizzare una sorta di rete di transizione ricorsiva con pezzi di connettoplasma. Tali tentativi indicano che, a meno che le reti neurali non siano assemblate ad hoc in un processore ricorsivo, non possono trattare i nostri pensieri ricorsivi<sup>59</sup>.

Alla mente umana va riconosciuta ancora un'altra prodezza cognitiva che è difficile far compiere al connettoplasma, e quindi difficile da spiegare con l'associazionismo. Le reti neurali applicano senza difficoltà una logica confusa in cui ogni elemento è un qualcosa di vago, ogni qualità è «in una certa misura». In effetti, molti concetti

appartenenti al senso comune sono confusi ai margini e mancano di chiare definizioni. Il filosofo Ludwig Wittgenstein ha portato l'esempio del «gioco», le cui tipologie (puzzle, pattinaggio a rotelle, curling, *Dungeons and Dragons*, combattimenti di galli e così via) non hanno nulla in comune, e poco fa io ne ho portati altri due, il concetto di «scapolo» e quello di «verdura». I membri di una categoria confusa mancano di un singolo elemento capace di definirli; si sovrappongono per molti aspetti, come i membri di una famiglia o i trefoli di una corda, nessuno dei quali ne copre l'intera lunghezza. Nel fumetto *Bloom County*, Opus il Pinguino, che ha temporaneamente perso



la memoria, quando si sente dire che è un uccello obietta che gli uccelli sono slanciati e aerodinamici, e lui no. Gli uccelli sanno volare, lui no. Gli uccelli cantano, e la sua esecuzione di *Yesterday* ha fatto scappare tutti. Opus sospetta di essere in realtà Bullwinkle l'Alce. Insomma, anche concetti come «uccello» sembrano organizzati non attorno a condizioni necessarie e sufficienti, ma a prototipi. Se cercate uccello nel dizionario, non lo troverete illustrato da un pinguino, ma dal solito passero<sup>60</sup>.

Esperimenti di psicologia cognitiva hanno mostrato che la gente, quando si tratta di uccelli, altri animali, verdure e utensili, è fanatica. Condivide uno

stereotipo, lo proietta su tutti i membri di una categoria, lo riconosce più velocemente di quanto riconosca i non conformisti, e pretende addirittura di vederlo quando non ha visto altro che un esemplare che gli assomiglia. Risposte del genere possono essere predette rilevando le proprietà che un membro condivide con altri membri della categoria: più ha proprietà da uccello, più è uccello. Un autoassociatore cui si presentino esempi tratti da una categoria fa più o meno lo stesso: computa correlazioni fra proprietà. È una ragione per credere che parti della memoria umana siano interconnesse un po' come un autoassociatore.

Ma nella mente dev'esserci di più. La

gente non è sempre confusa. Opus ci fa ridere perché una parte di noi sa che è davvero un uccello. Possiamo essere d'accordo sul prototipo di una nonna (la tenera vecchietta dai capelli grigi che ammannisce crostate ai mirtilli o zuppa di latte, a seconda dello stereotipo cui facciamo riferimento), ma, nello stesso tempo, non abbiamo difficoltà ad ammettere che Tina Turner ed Elizabeth Taylor sono nonne. E quanto agli scapoli, molti, come i funzionari dell'immigrazione, i giudici di pace e i burocrati della sanità, hanno notoriamente idee non confuse su chi appartenga alla categoria; come tutti sappiamo, da un pezzo di carta può dipendere molto. Esempi di pensiero

non confuso sono ovunque. Un giudice, per un cavillo, può mandare in libertà un sospetto evidentemente colpevole. In America un giovane responsabile può sentirsi negare un boccale di birra, al bar, il giorno prima di compiere ventun anni. Ci fa ridere l'idea che una donna possa essere un po' incinta o una coppia un po' sposata. E quando da un'inchiesta, in Canada, risultò che le donne sposate avevano rapporti sessuali 1,57 volte la settimana, il vignettista Terry Mosher disegnò una donna, seduta sul letto accanto al marito sonnecchiante, che borbottava: «Be' è stato lo 0,57».

Versioni confuse e nitide della stessa categoria possono in effetti vivere

fianco a fianco in una singola testa. Gli psicologi Sharon Armstrong, Henry Gleitman e Lila Gleitman hanno sottoposto, non senza malizia, i test standard per le categorie confuse a degli studenti universitari, ma ponendo loro domande su categorie nette, come «numero dispari» e «femmina». I soggetti hanno consentito volentieri con sciocche asserzioni quali: 13 è un esempio migliore di numero dispari di 23, e una madre è un esempio migliore di femmina di un'attrice. Ma, pochi momenti dopo, gli stessi soggetti affermavano che un numero o è dispari o è pari, e una persona o è femmina o è maschio, senza zone grigie<sup>61</sup>.

Le persone pensano in due modi.

Traendo profitto dal fatto che le cose nel mondo tendono a rientrare in gruppi (cose che abbaiano fanno anche mordere e alzare la zampa ai lampioni), possono dar forma a categorie confuse assorbendo senza discernimento correlazioni fra proprietà. Ma le persone fanno anche crearsi sistemi di regole, cioè teorie intuitive, che definiscono le categorie nei termini delle regole che a esse si applicano, e che trattano tutti i membri della categoria allo stesso modo. Tutte le culture hanno sistemi di regole di parentela formali, spesso così precisi che vi si possono dimostrare dei teoremi. Il nostro sistema di parentela ci dà una versione nitida di «nonna»:

madre di un genitore, crostate o non crostate. Diritto, aritmetica, scienza popolare, convenzioni sociali (con i loro riti di passaggio che segnano precisi confini fra adulti e bambini, mariti e scapoli) sono altri sistemi di regole su cui in tutto il pianeta si fa assegnamento. Un altro ancora è la grammatica di una lingua.

I sistemi di regole ci consentono di elevarci al di sopra della mera somiglianza e di giungere a conclusioni basate su spiegazioni. Hinton, Rumelhart e McClelland hanno scritto: «Gli esseri umani sono capaci di generalizzare le loro conoscenze non appena le acquisiscono... Se, per esempio, si viene a sapere che gli scimpanzé amano le

cipolle, probabilmente la stima della probabilità che anche i gorilla amino le cipolle salirà di conseguenza. In una rete che usi rappresentazioni distribuite, questo tipo di generalizzazione è automatico»<sup>62</sup>. La loro pretesa è un'eco novecentesca dell'osservazione di Hume per cui da un corpo simile al pane per colore e consistenza ci aspettiamo un grado di nutrimento simile: un assunto che va in pezzi in ogni campo in cui una persona sa effettivamente qualcosa. Quello del gorilla cui piacciono le cipolle voleva essere solo un esempio, certo, ma non è privo di interesse vedere come anche questo semplice esempio ci sottovaluti. Sapendo qualcosa di zoologia e non molto di gorilla, la mia



stima della probabilità che ai gorilla piacciono le cipolle non salirebbe per niente. Gli animali sono classificabili trasversalmente. Li si può raggruppare per genealogia e somiglianza in una categoria, come quella delle grandi scimmie, ma li si può anche raggruppare in «corporazioni» specializzate in certi modi di procurarsi il nutrimento, come onnivori, erbivori e carnivori. La conoscenza di questo principio mi porta a ragionare così: gli scimpanzé sono onnivori, e che mangino cipolle non sorprende; dopotutto, noi siamo onnivori, e le mangiamo. Ma i gorilla sono erbivori, e passano la giornata a masticare rumorosamente vallisneria, cardi e altri vegetali. Gli erbivori sono

spesso schizzinosi sulle specie di cui nutrirsi, perché il loro sistema digestivo è ottimizzato per neutralizzare i veleni di certi tipi di vegetali e non di altri (l'esempio estremo è quello dei koala, specializzati nel cibarsi di foglie di eucalipto). Non mi stupirebbe, perciò, che i gorilla evitassero l'acre cipolla, indipendentemente da quello che fanno gli scimpanzé. A seconda di quale sistema esplicativo richiamo alla mente, scimpanzé e gorilla possono essere somigliantissimi compagni di categoria o diversi quanto persone e mucche<sup>63</sup>.

Nell'associazionismo e nel conettoplasma, sua applicazione, il modo in cui un oggetto è rappresentato (cioè come un insieme di proprietà)

impegna automaticamente il sistema a generalizzare in una certa maniera (a meno che non venga istruito a non farlo con esempi contrari forniti ad hoc). L'alternativa che avanzo è che gli esseri umani possono simboleggiare mentalmente generi di oggetti, e a questi simboli si può fare riferimento in parecchi sistemi di regole che ci portiamo in giro dentro la testa. (Nell'intelligenza artificiale, questa tecnica è detta generalizzazione basata sulla spiegazione, e i progetti connessionistici sono un esempio della tecnica detta generalizzazione basata sulla somiglianza). I nostri sistemi di regole esprimono la conoscenza in proposizioni composizionali,

quantificate, ricorsive, e raccolte di tali proposizioni si intrecciano per formare moduli o teorie intuitive su particolari ambiti di esperienza, come la parentela, la scienza intuitiva, la psicologia, il numero, il linguaggio e il diritto. Nel [capitolo V](#) esploreremo alcuni di questi ambiti<sup>64</sup>.

Che valore hanno le categorie nitide e i sistemi di regole? Nel mondo sociale possono decidere tra fazioni in lotta, ognuna delle quali indica il confine confuso di una categoria, una sostenendo che qualcosa è dentro, l'altra che è fuori. I riti di passaggio, l'età in cui si diventa maggiorenni, diplomi, lauree e altri pezzi di carta legali tracciano confini netti che tutte le fazioni possono

mentalmente rappresentarsi, confini che permettono a chiunque di sapere dove chiunque altro sta. Allo stesso modo, le regole del tutto o niente sono una difesa contro la tattica che consiste nel cercare di trarre profitto da una categoria confusa mettendo sul tavolo, a proprio vantaggio, un caso limite dopo l'altro.

Regole e categorie astratte aiutano anche ad avere a che fare con il mondo naturale. Mettendo da parte la somiglianza, ci permettono di penetrare sotto la superficie per scoprire le leggi nascoste che fanno muovere le cose. E poiché sono, in un certo senso, digitali, danno alle rappresentazioni stabilità e precisione. Se fate una catena di copie analogiche di un nastro analogico, la

qualità diminuisce a ogni generazione di copie. Ma se la fate di copie digitali, l'ultima può valere la prima. Allo stesso modo, le rappresentazioni simboliche nette permettono catene di ragionamento in cui i simboli sono fedelmente copiati in pensieri successivi, formando quello che i logici chiamano un sorite:

Tutti i corvi imperiali sono corvi.

Tutti i corvi sono uccelli.

Tutti gli uccelli sono animali.

Tutti gli animali hanno bisogno di ossigeno.

Un sorite permette di trarre fiduciosamente conclusioni nonostante una scarsa esperienza. Si può concludere, per esempio, che i corvi

hanno bisogno di ossigeno anche se nessuno ne ha mai privato uno di ossigeno per osservare le conseguenze. E a tale conclusione si può giungere anche se non si è mai stati testimoni di un esperimento in cui un qualunque animale è stato privato di ossigeno, ma si è solo sentita quell'affermazione in bocca a un esperto credibile. Se ogni passaggio nella deduzione fosse invece confuso o probabilistico o pieno delle specificità dei membri della categoria del passaggio precedente, le discrepanze si cumulerebbero, e l'ultima affermazione sarebbe piena di disturbi come l'ennesima generazione di nastri di contrabbando o irriconoscibile come l'ultimo mugolio di un registratore dalle

pile scariche. In tutte le culture si sviluppano lunghe catene di ragionamento fatte di anelli della cui verità si può non essere mai stati testimoni in prima persona. I filosofi hanno spesso sottolineato che è questa capacità a rendere possibile la scienza<sup>65</sup>.

Come tante questioni riguardanti la mente, il dibattito sul connessionismo finisce spesso in un dibattito fra innatismo e apprendimento. E, come sempre, ciò rende impossibile pensare con chiarezza. L'apprendimento, non c'è dubbio, gioca un ruolo immenso nei modelli connessionistici. Spesso un costruttore di modelli, rimandato al tavolo da lavoro dai problemi di cui ho



parlato, trarrà profitto dalla capacità di una rete a strati nascosti di apprendere una serie di input e output e generalizzarli ad altri nuovi simili. Con un training intensivo, a una generica rete a strati nascosti si riesce a volte a far fare più o meno la cosa giusta. Ma un duro addestramento non può, di per sé, essere la salvezza del connettoplasma. E non perché le reti abbiano troppa poca struttura innata e troppo input ambientale. Ma perché il rozzo connettoplasma ha un motore di potenza così insufficiente che le reti devono essere spesso costruite con la combinazione peggiore: troppa struttura innata e, insieme, troppo input ambientale.

Hinton, per esempio, ha progettato una rete a tre strati per computare i rapporti di parentela all'interno di una famiglia. (Nelle sue intenzioni, si trattava di una dimostrazione di come funzionano le reti, ma altri connessionisti l'hanno trattata come una vera e propria teoria psicologica). Lo strato di input aveva unità per un nome e unità per un rapporto, per esempio «Colin» e «madre». Lo strato di output aveva unità per il nome della persona in questo rapporto, per esempio «Victoria». Poiché unità e connessioni sono la struttura innata di una rete, e solo i pesi di connessione sono frutto d'apprendimento, presa alla lettera la rete corrisponde a un modulo innato nel

cervello designato solo a emettere risposte a domande su chi è in rapporto con una persona di un certo nome in un dato modo. Non si tratta di un sistema per ragionare sulla parentela in generale, perché le cognizioni, invece che essere immagazzinate in un database accessibile tramite processi di recupero diversi, sono sparse fra i pesi delle connessioni che collegano lo strato domanda e lo strato risposta. Tali cognizioni, perciò, divengono inutili se la domanda viene leggermente modificata, quando per esempio si chiede in che rapporto sono due persone o chiedendo nomi e rapporti della famiglia di qualcuno. In questo senso, il modello ha troppa struttura innata; è

tagliato su misura per uno specifico quiz<sup>66</sup>.

Dopo aver insegnato al modello a riprodurre i rapporti in una piccola famiglia appositamente creata, Hinton ha attratto l'attenzione sulla sua capacità di generalizzare estendendo i rapporti a nuove coppie di parenti. Solo che, da una noticina a malapena leggibile, veniamo a sapere che la rete ha dovuto essere addestrata su 100 delle 104 possibili coppie, per generalizzare alle altre 4. E ognuna delle 100 coppie dell'addestramento ha dovuto essere fornita alla rete 1500 volte (per un totale di 150.000 lezioni!). È chiaro che i bambini non apprendono i rapporti di famiglia in un modo neanche

lontanamente simile. I grandi numeri sono tipici delle reti connessionistiche, perché esse non giungono alla soluzione tramite regole, ma bisogna che qualcuno ficchi loro in testa la maggior parte degli esempi, dopo di che si limitano a fare interpolazioni fra questi ultimi. Ogni tipo di esempio sostanzialmente diverso deve far parte dell'addestramento, altrimenti la rete farà interpolazioni spurie, come nella barzelletta degli esperti di statistica a caccia di anatre: uno spara un metro sopra, il secondo un metro sotto, e il terzo grida «l'abbiamo presa!».

Perché mettere così sotto torchio il connettoplasma? Non certo perché io pensi che i modelli di reti neurali siano

poco importanti. Tutt'altro! Senza di essi, tutto il mio edificio su come funziona la mente rimarrebbe a mezz'aria. E neppure penso che la modellizzazione di reti rappresenti un mero lavoro in subappalto della costruzione di demoni e strutture di dati a partire dall'hardware neurale. Molti modelli connessionistici offrono vere e proprie sorprese riguardo a ciò che i più semplici passi di computazione mentale sanno realizzare. Ma, a mio parere, il connessionismo è stato esageratamente lodato. Pubblicizzate come morbide, parallele, analogiche, biologiche e continue, le reti hanno acquisito un che di tenero, dando vita a variegati club di tifosi. Ma le reti neurali non fanno

miracoli, solo qualche operazione logica e statistica. Le scelte di una rappresentazione di input, del numero di reti, del diagramma di collegamento scelto per ognuna, dei percorsi dei dati e delle strutture di controllo che li interconnettono dicono di più su ciò che rende intelligente un sistema di quanto facciano i generici poteri del connettoplasma componente.

Il mio intento principale, tuttavia, non è mostrare le funzioni che certi tipi di modelli non possono svolgere, bensì quelle che può svolgere la mente. Scopo di questo capitolo è darvi un'idea di ciò di cui la nostra mente è fatta. I pensieri e il pensare non sono più evanescenti enigmi, ma processi meccanici che si

possono studiare, e i punti di forza e di debolezza delle varie teorie possono essere esaminati e dibattuti. Scoprire le pecche della venerabile dottrina dell'associazione di idee è a mio parere particolarmente illuminante, perché esse mettono in risalto la precisione, sottigliezza, complessità e infinita apertura del nostro pensare di tutti i giorni. Il potere computazionale del pensiero umano ha conseguenze reali. È messo positivamente a profitto nella nostra capacità di amore, giustizia, creatività, nella letteratura, nella musica, nei rapporti di parentela, nel diritto, nella scienza e in altre attività che esploreremo nelle pagine a venire. Ma, prima di arrivarci, occorre ritornare



all'altro interrogativo con cui si è aperto questo capitolo.

### *La lampada di Aladino*

E la coscienza? Che cosa ci fa soffrire il mal di denti o vedere l'azzurro del cielo azzurro? La teoria computazionale della mente, pur completa, di pilastri neurali, non offre una risposta chiara al riguardo. Il simbolo azzurro viene inscritto, l'obiettivo registra il cambiamento, qualche neurone si attiva; e allora? La coscienza ha colpito molti pensatori non come un semplice problema, ma quasi come un miracolo.

«La materia può differire dalla materia

solo per forma, dimensione, densità, moto e direzione del moto: a quale di essi, comunque variati o combinati, può essere annessa la coscienza? Essere rotondo o quadrato, solido o fluido, grande o piccolo, muoversi lentamente o velocemente in una direzione o in un'altra sono modi d'esistenza materiale, tutti in egual misura estranei alla natura della cogitazione».

SAMUEL JOHNSON

«Come avvenga che qualcosa di tanto degno di nota come uno stato di coscienza si produca quale risultato di una stimolazione del tessuto nervoso, è inspiegabile quanto l'apparire del genio ad Aladino quando strofinava la lampada».

THOMAS HUXLEY

«In qualche modo, lo sentiamo, l'acqua del

cervello fisico si muta nel vino della coscienza, ma sulla natura di tale conversione non sappiamo che fare scena muta. Le trasmissioni neurali sembrano proprio il genere sbagliato di materiale con cui portare la coscienza nel mondo».

COLIN MCGINN<sup>67</sup>

La coscienza ci mette davanti un enigma dopo l'altro. Come può un evento neurale dar luogo a coscienza? A che serve la coscienza? Cioè, che cosa aggiunge la sensazione grezza del rosso alla sequenza di eventi a palla di biliardo che hanno luogo nei nostri computer neurali? Qualunque effetto del percepire qualcosa come rosso, per esempio notarlo contro un mare di verde, esclamare «è rosso», pensare a

Babbo Natale e ai pompieri, agitarsi, potrebbe essere frutto di pura elaborazione d'informazione innescata da un sensore di luce a onde lunghe. La coscienza è un impotente effetto secondario aleggiante sui simboli, come le luci che lampeggiano su un computer o il tuono che accompagna il fulmine? E se la coscienza è inutile, se una creatura che ne fosse sprovvista potesse venire a patti con il mondo altrettanto bene di una che ne è dotata, perché la selezione naturale avrebbe favorito quest'ultima?

La coscienza è recentemente divenuta il cerchio di cui tutti vogliono la quadratura. Quasi ogni mese un articolo annuncia che, finalmente, è stata spiegata, spesso con uno sberleffo

rivolto ai teologi e agli umanisti che metterebbero limiti alla scienza e un altro agli scienziati e ai filosofi che la liquidano come qualcosa di troppo soggettivo o confuso per essere oggetto di studio<sup>68</sup>.

Purtroppo, molto di ciò che si scrive sulla coscienza è sconcertante quasi quanto la coscienza stessa; Stephen Jay Gould ha scritto: «L'*Homo sapiens* è solo un piccolo ramo [dell'albero della vita]... Eppure il nostro ramoscello, bene o male che sia, ha sviluppato la nuova qualità più straordinaria in tutta la storia della vita pluricellulare dopo l'esplosione del Cambriano. Abbiamo inventato la coscienza con tutto ciò che ne è seguito, da Amleto a Hiroshima»<sup>69</sup>.

Gould nega la coscienza a tutti gli animali a parte l'uomo; altri scienziati la concedono ad alcuni animali, ma non a tutti. Molti sottopongono a test la coscienza controllando se un animale riconosce nell'immagine allo specchio se stesso e non un altro animale. In base a tale criterio le scimmie, i giovani scimpanzé, i vecchi scimpanzé, gli elefanti e i bambini fino all'età dei primi passi sono incoscienti. Gli unici animali coscienti sono i gorilla, gli oranghi, gli scimpanzé nel fiore degli anni e, secondo Skinner e il suo allievo Robert Epstein, i piccioni adeguatamente addestrati. Altri sono ancora più restrittivi di Gould: nemmeno tutti gli esseri umani sono coscienti. Julian

Jaynes sostiene che la coscienza è un'invenzione recente. Gli antichi, compresi i greci di Omero e gli ebrei del Vecchio Testamento, erano incoscienti. La tesi è vista di buon occhio da Dennett, per il quale la coscienza «è in gran parte un prodotto dell'evoluzione culturale trasmesso al cervello nel primo apprendimento»; essa sarebbe «un enorme insieme di memi», dove «meme» è il termine usato da Dawkins per designare un elemento contagioso della cultura, come un motivo orecchiabile o l'ultima mania di moda<sup>70</sup>.

C'è qualcosa, in tema di coscienza, che fa sì che la gente, come la Regina Bianca di *Attraverso lo specchio*, creda

sei cose impossibili prima di colazione. È possibile che la maggior parte degli animali siano davvero incoscienti: sonnambuli, zombi, automi, privi di sensi? Un cane non ha sensazioni, affetti, passioni? Se lo pizzichi, non prova dolore? E davvero Mosè non sentiva il gusto del sale, non vedeva il rosso, non godeva a far l'amore? I bambini imparano a diventare coscienti così come imparano a portare i berretti da baseball con la visiera all'indietro?

Coloro che scrivono sulla coscienza non sono matti, perciò bisogna che abbiano qualcosa di diverso in mente quando usano questo termine. Una delle migliori osservazioni sul concetto di coscienza è quella espressa da Woody



Allen nel suo ipotetico programma di studi universitario:

INTRODUZIONE ALLA PSICOLOGIA:  
Teoria del comportamento umano... C'è una frattura tra mente e corpo, e, in questo caso, quale è meglio avere?... Speciale attenzione sarà data allo studio della coscienza in opposizione all'incoscienza, con molte utili indicazioni su come rimanere coscienti.

Lo humour verbale fornisce al lettore un significato di una parola ambigua e lo sorprende con un altro. Anche i teorici fanno leva sull'ambiguità del termine coscienza, non per muovere al riso, però, bensì per gettare un sasso e ritirare la mano: il lettore è indotto ad aspettarsi una teoria per un senso della parola, il

più difficile da spiegare, e gli viene data una teoria per un altro senso, il più facile. Non amo dilungarmi in definizioni, ma, quando si arriva alla coscienza, non ho altra scelta che iniziare sbrogliando i significati.

A volte il termine «coscienza» è usato semplicemente come nobile sinonimo di «intelligenza». Gould, per esempio, deve averlo usato in questo modo. Ma esso ha altri tre significati più specifici, la cui differenza è stata sottilmente definita dal linguista Ray Jackendoff e dal filosofo Ned Block<sup>71</sup>.

Uno è conoscenza di sé. Tra le varie persone e i vari oggetti su cui un essere intelligente può avere informazioni c'è l'essere intelligente stesso. Non solo

posso provare dolore e vedere rosso, ma posso anche dire a me stesso: «Ehi, eccoti qui, Steve Pinker, a provare dolore e vedere rosso!». Curiosamente, è a questo senso recondito del termine che perlopiù si pensa nelle discussioni accademiche. Definizioni tipiche di coscienza sono: «Costruire un modello interno del mondo che contenga il sé», «riflettere a ritroso sul proprio modo di comprendere» e altre attività simili, da contemplazione del proprio ombelico, che nulla hanno a che fare con la coscienza qual è comunemente intesa: essere vivi, svegli, consapevoli.

La conoscenza di sé, capacità di usare uno specchio compresa, non è più misteriosa di qualsiasi altra dimensione

della percezione e della memoria. Se dispongo di un database mentale per le persone, perché non dovrebbe contenere una voce per me stesso? Se posso imparare ad alzare un braccio e allungare il collo per vedermi un punto nascosto sulla schiena, perché non potrei imparare a tirar su uno specchio e guardarci dentro per vedermi un punto nascosto sulla fronte? Inoltre, costruire un modello di accesso all'informazione sul sé è facilissimo. Ogni programmatore principiante è in grado di elaborare un breve software che esamini se stesso, ne riferisca e persino lo modifichi. Un robot capace di riconoscersi allo specchio non sarebbe molto più difficile da progettare di un

robot capace di riconoscere un fenomeno qualsiasi. Certo, l'evoluzione della conoscenza di sé, il suo svilupparsi nel bambino, i suoi vantaggi (e, cosa più interessante, svantaggi, come vedremo nel [capitolo VI](#)) pongono belle domande. Ma la conoscenza di sé è pane di tutti i giorni nel campo della scienza cognitiva, non è il paradosso dell'acqua che si muta in vino. E siccome dire qualcosa sulla conoscenza di sé è tanto facile, ecco per gli autori una buona occasione per vantarsi della loro «teoria della coscienza».

Un secondo senso di «coscienza» è accesso all'informazione. Se vi offrissi «un soldo per i vostri pensieri», voi rispondereste raccontandomi il

contenuto dei vostri sogni a occhi aperti, i progetti che avete per la giornata, i vostri dolori e le vostre seccature, i colori, le forme e i suoni che avete attorno. Non potreste parlarvi, invece, degli enzimi che il vostro stomaco secerne, dello stato in cui si trovano il vostro cuore e il vostro respiro, delle computazioni del vostro cervello per recuperare forme tridimensionali da retine bidimensionali, delle regole sintattiche che danno un ordine alle parole mentre le pronunciate, o della sequenza di contrazioni muscolari che vi permettono di sollevare un bicchiere. Il che indica che la massa di informazioni che vengono elaborate nel sistema nervoso si divide in due categorie. Una,

che include i prodotti della visione e i contenuti della memoria a breve termine, è accessibile da parte dei sistemi sottesi ai resoconti verbali, al pensiero razionale e alla deliberata assunzione di decisioni. L'altra, che include le risposte autonome (viscerali), i calcoli interni sottesi alla visione, al linguaggio e al movimento, e i desideri o ricordi repressi (se ne esistono), non è accessibile da parte di quei sistemi. A volte l'informazione può passare dalla prima categoria alla seconda o viceversa. Quando, a scuola guida, impariamo a usare il cambio, ogni movimento va studiato, ma con la pratica questa capacità diviene automatica. Con un'intensa

concentrazione, e ricorrendo a procedimenti di biofeedback, possiamo focalizzarci su una sensazione nascosta come il battito del cuore.

Questo senso di «coscienza» abbraccia anche, è chiaro, la distinzione freudiana tra mente conscia e inconscia. Come per la conoscenza di sé, non c'è nulla qui di miracoloso e neppure di misterioso. Troviamo qualcosa di analogo anche nelle macchine. Il mio computer ha accesso all'informazione sul fatto che la stampante funzioni o no (ne è «cosciente», in questo particolare senso), e può emettere un messaggio di errore: la stampante non risponde. Ma non ha accesso all'informazione sul perché non risponda: il segnale che gli



ritorna via cavo dalla stampante non la include. Il chip all'interno di quest'ultima, in compenso, ha accesso a tale informazione (ne è cosciente, in questo senso) e, imbeccato dai sensori presenti in parti diverse della stampante, può accendere una luce gialla se manca inchiostro o una rossa se si è incastrata la carta.

Infine, veniamo al senso di «coscienza» più interessante di tutti, quello di facoltà senziente: esperienza soggettiva, consapevolezza fenomenica, sensazioni grezze, tempo presente in prima persona, «com'è» essere o fare qualcosa. Tutte cose che, se avete bisogno di chiederle, non le saprete mai. Il pezzo umoristico di Woody Allen

faceva leva sulla differenza fra questo senso di coscienza e quello di Freud, di accesso all'informazione da parte di zone della mente decisionali e che fanno uso di linguaggio. È questo, di facoltà senziente, l'unico senso in cui la coscienza sembra un miracolo.

Il resto del capitolo ha per oggetto la coscienza in queste ultime due accezioni. In primo luogo prenderò in esame l'accesso all'informazione, mi chiederò, cioè, che tipi d'informazione le diverse parti della mente rendono disponibili l'una all'altra. In questo senso del termine, la coscienza sta davvero per venire compresa. Si possono dire cose interessanti su come essa è implementata nel cervello, sul

ruolo che svolge nella computazione mentale, sulle specifiche progettuali che è designata a soddisfare (e quindi sulle pressioni evuzionistiche che le hanno dato origine), e su come tali specifiche spieghino gli aspetti principali della coscienza: consapevolezza sensoriale, attenzione focalizzata, coloritura emotiva e volontà. Infine, mi volgerò al problema della facoltà senziente.

Un giorno, probabilmente più vicino che lontano, giungeremo a capire in modo soddisfacente che cosa nel cervello è responsabile della coscienza nel senso di accesso all'informazione. Francis Crick e Christof Koch, per esempio, hanno stabilito chiari criteri di

ricerca in questo campo. Per partire dal più ovvio, l'informazione proveniente da sensazioni e memoria guida il comportamento solo in un animale sveglio, non in uno anestetizzato. Quindi alcune delle basi neurali della coscienza-accesso possono essere trovate in quelle strutture cerebrali che operano diversamente quando un animale è sveglio e quando invece è immerso in un sonno senza sogni o è privo di sensi. Gli strati inferiori della corteccia cerebrale sono tra i candidati a questo ruolo. Inoltre, sappiamo che l'informazione su un oggetto che viene percepito è sparsa fra numerose parti della corteccia cerebrale. Perciò l'accesso all'informazione richiede un

meccanismo che leghi insieme geograficamente dati separati. Crick e Koch suggeriscono che un meccanismo del genere potrebbe essere la sincronizzazione dell'attivazione neurale, dovuta forse a circuiti di collegamento fra corteccia e talamo, la stazione di smistamento centrale del cervello. Essi osservano inoltre che il comportamento volontario, pianificato, richiede attività nei lobi frontali. Quindi la coscienza-accesso può essere determinata dall'anatomia dei tratti di fibre che corrono da varie parti del cervello ai lobi frontali. Abbiamo o no ragione, essi hanno mostrato che il problema può essere affrontato in laboratorio<sup>72</sup>.

La coscienza-accesso non è un mistero, bensì un semplice problema anche per quanto riguarda le computazioni eseguite dal cervello. Ricordiamo il nostro sistema di produzione a caccia di zii. Esso ha una memoria a breve termine comunitaria: uno spazio di lavoro o bacheca visibile a tutti i demoni del sistema. In una parte separata di quest'ultimo si trova un più grande deposito d'informazione, una memoria a lungo termine, che i demoni non possono leggere finché non ne vengono copiati dei pezzi nella memoria a breve termine. Molti psicologi cognitivisti hanno sottolineato come in questi modelli la memoria a breve termine (bacheca comunitaria, spazio di

lavoro aperto) si comporti proprio come la coscienza. Quando siamo consapevoli di un'informazione, possono agire di conseguenza molte parti della mente. Non solo vediamo un righello di fronte a noi, ma possiamo descriverlo, allungare la mano per prenderlo, dedurre che può servire a tenere un po' sollevata una tapparella rotta, o contarne le tacche. Come si è espresso il filosofo Stephen Stich, l'informazione conscia è inferenzialmente promiscua: si rende disponibile a un gran numero di agenti di elaborazione, non s'impegna con uno solo di essi. Newell e Simon hanno fatto dei progressi nella comprensione di come gli esseri umani risolvono problemi semplicemente chiedendo a

una persona di pensare ad alta voce lavorando a un puzzle. Poi hanno elaborato una bella simulazione dell'attività mentale usando un sistema di produzione in cui i contenuti della bacheca corrispondevano passo dopo passo a quello che la persona aveva riferito di stare coscientemente pensando<sup>73</sup>.

Le specifiche progettuali dell'accesso all'informazione, e quindi le pressioni della selezione che probabilmente vi hanno dato origine, stanno anch'esse facendosi più chiare. Il principio generale è che a qualunque elaboratore d'informazione va dato accesso limitato a quest'ultima, perché l'informazione comporta dei costi oltre che dei



benefici<sup>74</sup>.

Un costo è lo spazio: l'hardware per tenervi l'informazione. Per chiunque possieda un microcomputer e si sia trovato a dover decidere se investire in un ampliamento della RAM, questo limite è fin troppo chiaro. Naturalmente il cervello, a differenza del computer, si presenta con grandi quantità di hardware parallelo per immagazzinamento. E a volte i teorici ne deducono che possa immagazzinare tutte le contingenze in anticipo e che il pensiero possa essere ridotto a un riconoscimento di pattern che avviene in un solo passaggio. Ma la matematica delle esplosioni combinatorie fa tornare alla mente un vecchio slogan televisivo: troppo non è

mai abbastanza. Semplici calcoli mostrano che il numero di frasi e significati di frasi umanamente afferrabili, di partite a scacchi, di melodie, di oggetti vedibili e così via eccede il numero di particelle dell'universo. In ogni momento di una partita a scacchi, per esempio, sono a disposizione dalle trenta alle trentacinque possibili mosse, ognuna delle quali può essere seguita da altrettante contromosse, il che dà un migliaio di mani complete. Una partita a scacchi dura in media quaranta mani, il che significa che vi sono  $10^{120}$  possibili partite a scacchi diverse. Nell'universo visibile vi sono  $10^{70}$  particelle. Nessuno, insomma, può giocare a

scacchi memorizzando tutte le partite e riconoscendo ogni sequenza di mosse. Lo stesso vale per frasi, storie, melodie e così via. Naturalmente, alcune combinazioni possono essere memorizzate, ma ben presto o si dà fondo al cervello o s'inizia a sovrapporre i pattern ottenendo inutili fantasmagorie e miscugli. Piuttosto che immagazzinare infinità di input e output o di domande e risposte, un elaboratore d'informazione ha bisogno di regole o algoritmi che operino su un sottoinsieme d'informazione per volta e calcolino una risposta solo quando occorre.

Un secondo costo dell'informazione è il tempo. Come non si possono stipare tutte le partite a scacchi in un cervello

più piccolo dell'universo, così non si possono giocare mentalmente tutte le partite a scacchi in una vita più breve dell'età dell'universo ( $10^{18}$  secondi). Risolvere un problema in un centinaio di anni equivale, dal punto di vista pratico, a non risolverlo affatto. E le richieste di un agente intelligente sono ancora più stringenti. La vita è una serie di scadenze. Percezione e comportamento hanno luogo in tempo reale, come nel cacciare un animale o nel prendere la parola in una conversazione. E poiché la computazione prende tempo, l'elaborazione dell'informazione rischia di essere parte del problema, invece che parte della soluzione. Si pensi a un escursionista che, per studiare il

sentiero più veloce per far ritorno al campo prima del buio, impieghi venti minuti, e con quel percorso ne risparmi dieci.

Un terzo costo è rappresentato dalle risorse. L'elaborazione d'informazione richiede energia, il che è evidente per chiunque abbia prolungato la vita della batteria di un lap-top rallentando il processore e limitando il suo accesso all'informazione sul disco. Anche pensare è troppo dispendioso. Le tecniche che forniscono immagini funzionali dell'attività cerebrale (la tomografia a emissione di positroni, o TEP, e la risonanza magnetica, o MRI) fanno leva sul fatto che il tessuto del cervello in attività richiama più sangue e

consuma più glucosio.

Ogni essere intelligente incarnato in materia, operante in tempo reale e soggetto alle leggi della termodinamica va limitato nel suo accesso all'informazione. Bisogna permettere che passino solo informazioni pertinenti al problema all'ordine del giorno. Il che non significa che si debbano indossare paraocchi o si debba diventare amnesici. L'informazione non pertinente in un dato momento a un dato fine potrebbe essere pertinente in un altro momento a un altro fine. Quindi l'informazione va incanalata. Quella sempre non pertinente a un tipo di computazione va permanentemente tagliata fuori da essa. Quella a volte

pertinente e a volte no dev'essere resa accessibile a una computazione quando è pertinente, per quanto questo possa essere predetto. Tale specifica progettuale spiega perché esista nella mente umana la coscienza-accesso e, inoltre, ci consente di capirne alcune particolarità.

La coscienza-accesso ha quattro evidenti aspetti. Prima di tutto, noi siamo consapevoli, in varia misura, di un ricco campo di sensazioni: i colori e le forme del mondo attorno a noi, i suoni e gli odori in cui siamo immersi, le pressioni e i dolori della nostra pelle, delle nostre ossa e dei nostri muscoli. In secondo luogo, porzioni di tale informazione cadono sotto il riflettore

dell'attenzione, si avvicendano dentro e fuori la memoria a breve termine, e danno alimento al pensiero decisionale. Terzo, sensazioni e pensieri si presentano con una coloritura emotiva: sono piacevoli o spiacevoli, suscitano interesse o avversione, eccitano o calmano. Infine, un potere esecutivo, l'«Io», sembra compiere scelte e muovere le leve del comportamento. Ognuno di questi elementi scarta parte dell'informazione nel sistema nervoso, definendo le vie maestre della coscienza-accesso. E ognuno ha un ruolo chiaro nell'organizzazione adattiva del pensiero e della percezione al servizio dell'assunzione di decisioni e dell'azione razionali.



Partiamo dal campo percettivo. Jackendoff, dopo aver passato in rassegna i livelli di rappresentazione mentale usati dai vari moduli, si è chiesto che livello corrisponda al ricco campo della consapevolezza coniugata al presente. L'elaborazione visiva, per esempio, si snoda dai bastoncini e coni nella retina, attraverso livelli intermedi rappresentanti bordi, profondità e superfici, fino al riconoscimento degli oggetti di fronte a noi. La comprensione del linguaggio procede dal suono grezzo, attraverso rappresentazioni di sillabe, parole e frasi, fino alla comprensione del contenuto del messaggio.

Jackendoff ha osservato che la coscienza-accesso sembra attingere ai

livelli intermedi. Dei livelli inferiori della sensazione siamo inconsapevoli. Noi non passiamo la vita in proustiana contemplazione di ogni pezzetto di madeleine e di ogni sfumatura di un infuso di fiori di tiglio. La luminosità del carbone sotto il sole, la scurezza della palla di neve nella stanza, il pallido grigioverde delle aree «nere» dello schermo televisivo o gli elastici parallelogrammi che un quadrato in movimento proietta sulla retina, non possiamo letteralmente vederli. Quello che «vediamo» è un prodotto altamente elaborato: le superfici degli oggetti, i loro intrinseci colori e qualità tattili, le loro profondità e inclinazioni. Nell'onda sonora che ci giunge alle orecchie,

sillabe e parole sono deformate e fuse insieme, ma non è questo nastro acustico privo di cuciture che sentiamo; «sentiamo» una catena di parole ben delimitate. E nemmeno il livello di rappresentazione superiore è toccato dalla nostra consapevolezza immediata. Il livello superiore, come i contenuti del mondo, o il succo di un messaggio, tende a fissarsi nella memoria a lungo termine giorni e anni dopo un'esperienza, ma, mentre l'esperienza è in corso, ciò di cui siamo consapevoli sono visioni e suoni. Quando vediamo una faccia, non pensiamo solo astrattamente «faccia!»; ne sono disponibili al nostro esame sfumature e contorni<sup>75</sup>.

I vantaggi della consapevolezza a

livello intermedio non sono difficili da identificare. La nostra percezione di una forma e luminosità costanti nel mutare delle condizioni visive ci permette di non perdere il contatto con le proprietà intrinseche dell'oggetto: mentre noi gli giriamo attorno o accendiamo la luce, il mucchio di carbone se ne sta rigido e nero, e ne facciamo esperienza come se avesse sempre lo stesso aspetto. I livelli inferiori non sono necessari, e quelli superiori non sono sufficienti. I dati grezzi e i passaggi computazionali che stanno dietro questi aspetti di costanza sono esclusi dalla nostra consapevolezza, indubbiamente perché essi usano le leggi eterne dell'ottica e né hanno bisogno di ricevere consigli dal

resto della cognizione, né hanno intuizioni da offrirle. I prodotti della computazione sono messi in circolazione a uso generale ben prima che le identità degli oggetti siano stabilite: per farci strada nel mondo, infatti, noi abbiamo bisogno di qualcosa di più di una nitida messinscena. Il comportamento è un gioco sottile, e geometria e composizione delle superfici devono essere accessibili ai processi decisionali che progettano il passo successivo. Allo stesso modo, mentre stiamo comprendendo una frase non abbiamo nulla da guadagnare a tendere l'orecchio a tutti i fischi e ronzii dell'onda sonora; essi devono essere decodificati in sillabe prima che

possano corrispondere a qualcosa di dotato di senso, nel dizionario mentale. Il decodificatore del discorso usa una chiave speciale valida a vita, e bisogna lasciargli fare il suo lavoro senza che degli impiccioni nel resto della mente interferiscano. Ma, come con la visione, il resto della mente non può ritenersi paga neppure del prodotto finale, in questo caso il succo del messaggio del locutore. La scelta delle parole e il tono di voce veicolano informazioni che ci permettono di ascoltare fra le righe.

Un altro aspetto degno di nota della coscienza-accesso è il riflettore dell'attenzione. Esso è la dimostrazione principe che l'elaborazione parallela inconscia (in cui sono elaborati

contemporaneamente molti input, ognuno dal suo proprio minielaboratore) può arrivare solo fino a un certo punto. Uno stadio primitivo di elaborazione parallela fa quel che può, e trasmette una rappresentazione da cui un elaboratore più limitato, lento e pesante deve selezionare l'informazione che gli occorre. La psicologa Anne Treisman ha sviluppato qualche semplice dimostrazione, ormai divenuta classica, di dove l'elaborazione inconscia finisce e inizia quella conscia<sup>76</sup>. Si mostra ad alcune persone una tavola di forme colorate, di X e di O per esempio, e si chiede loro di premere un pulsante quando vedono una data forma. Se si tratta di una O e la tavola ne mostra una

in un mare di X, la risposta arriva veloce. Non importa quante X vi siano; le persone dicono che la O semplicemente *pops out*, «balza fuori». (Il pop-out, come quest'effetto è ormai chiamato, è un buon segno di elaborazione parallela inconscia). Allo stesso modo, una O verde «balza fuori» da un mare di O rosse. Ma se lo sperimentatore chiede di trovare una lettera che sia verde e sia una O, ed essa si trova da qualche parte in un mare frammisto di X verdi e O rosse, bisogna perlustrare consciamente la tavola, lettera per lettera, verificando se ognuna soddisfa o no il duplice criterio. Il compito diventa simile a quello del fumetto per bambini *Where's Waldo?*, in



cui il protagonista, in maglietta a strisce bianche e rosse, si nasconde in una folla di gente vestita di rosso, di bianco o a strisce.

Che cosa accade esattamente? Immaginiamo che il campo visivo sia disseminato di migliaia di piccoli elaboratori, ognuno dei quali, ogni volta che un colore o una semplice forma come una curva, un angolo o una linea appare nella sua posizione, lo rileva. L'output di una serie di elaboratori sarebbe: rosso rosso rosso rosso verde rosso rosso rosso e così via. L'output di un'altra serie sarebbe: diritto diritto diritto curvo diritto diritto diritto e così via. Sovrapposto a questi elaboratori c'è uno strato di rilevatori specializzati

nello scoprire gli intrusi. Ognuno sta a cavalcioni di un gruppo di rilevatori di linea o di colore, e «contrassegna» ogni punto del campo visivo che differisce per colore o contorno dai vicini. Il verde circondato di rossi ottiene una bandierina extra. Tutto ciò che occorre per vedere un verde fra rossi è individuare la bandierina, compito alla portata anche del più semplice dei demoni. Allo stesso modo può essere rilevata una O fra le X. Ma le migliaia di elaboratori di cui è disseminato il campo sono troppo stupide per calcolare associazioni di elementi: una macchia verde e curva, o rossa e diritta. Le associazioni sono rilevate solo da una macchina logica programmabile che,

attraverso una finestrella mobile, fissa una parte del campo visivo per volta, e passa la sua risposta al resto della cognizione.

Perché la computazione visiva si divide in uno stadio parallelo inconscio e uno seriale conscio? Le associazioni sono combinatorie. Mettere rilevatori di associazioni in ogni posizione del campo visivo sarebbe impossibile: ci sono troppi tipi di associazioni. Esistono un milione di posizioni visive, quindi il numero di elaboratori richiesti sarebbe un milione moltiplicato per il numero di associazioni logicamente possibili: il numero di colori che possiamo discernere per il numero di contorni per il numero di profondità per

il numero di direzioni di moto per il numero di velocità e così via, una cifra astronomica. La computazione parallela, inconscia, si ferma dopo aver etichettato ogni posizione con un colore, un contorno, una profondità e un moto; dopo di che le combinazioni vanno computate, consciamente, una posizione per volta.

La teoria fa una sorprendente predizione. Se l'elaboratore conscio si concentra su una sola posizione, gli elementi in altre posizioni dovrebbero fluttuare scollati. Una persona non deliberatamente concentrata su una regione, per esempio, dovrebbe ignorare se essa contiene una X rossa e una O verde o una X verde e una O rossa:

colore e forma dovrebbero fluttuare in piani separati finché l'elaboratore conscio non li lega insieme in un determinato punto. Treisman ha scoperto che è proprio questo che accade. Quando le persone sono distratte da qualche lettera colorata, sanno riferire le lettere e sanno riferire i colori, ma riguardo a quale colore si accompagna a quale lettera si sbagliano. Tali combinazioni illusorie sono un'incisiva dimostrazione dei limiti della computazione visiva inconscia, e non sono infrequenti nella vita di tutti i giorni. Quando alle parole si dà un'occhiata di sfuggita, o soprappensiero, a volte le lettere si ricombinano. Uno psicologo iniziò a

studiare questo fenomeno quando, passando davanti a un distributore di caffè, si chiese perché dovesse vantarsi di distribuire il World's Worst Coffee, il «caffè più cattivo del mondo». Naturalmente, c'era scritto World's Best Coffee, «il caffè più buono del mondo». Io stesso una volta, passando in macchina davanti a un'insegna pubblicitaria, lessi che pubblicizzava un *brothel*, un «bordello» (si trattava in realtà del Brothers' Hotel). E un'altra volta, sfogliando una rivista, mi cadde l'occhio su un titolo che parlava di macchine fotografiche antisemite (erano semiantiche)<sup>77</sup>.

Ci sono strozzature che comprimono il flusso d'informazione proveniente

dall'interno come dall'esterno della persona. Quando cerchiamo di riportare alla mente un ricordo, i suoi elementi giungono alla consapevolezza uno per volta, alla spicciolata, spesso a intervalli sfibranti se l'informazione è vecchia o insolita. Da quando Platone evocò la metafora della morbida cera, gli psicologi presumono che il medium neurale debba essere intrinsecamente restio a trattenere l'informazione, che con il tempo sbiadisce, a meno che non venga «ficcata in testa». Ma il cervello può registrare ricordi indelebili, come il contenuto di notizie scioccanti e qualche particolare sul momento e il luogo in cui le si è ricevute. Non necessariamente, quindi, bisogna prendersela con il

medium neurale in sé<sup>78</sup>.

Lo psicologo John Anderson ha fatto ingegneria inversa sul recupero dei ricordi, mostrando che i limiti della memoria non sono il sottoprodotto di un medium di immagazzinamento molle. Come amano dire i programmatori: «Non è un difetto, è una caratteristica». In un sistema di recupero d'informazione progettato al meglio, un elemento va recuperato solo quando la sua rilevanza supera il costo di recuperarlo. Chiunque abbia usato un sistema bibliotecario computerizzato si è trovato in breve a lamentarsi della valanga di titoli che si riversano sullo schermo. Un esperto umano, nonostante le scarse capacità di recupero di informazioni di cui si



presume disponiamo, supera di gran lunga qualunque computer nel localizzare un'informazione a partire dal suo contenuto. Quando ho bisogno di trovare articoli su un argomento che non mi è familiare, non uso il computer della biblioteca, mando e-mail a un amico esperto nel settore.

Che significa per un sistema di recupero d'informazione essere progettato al meglio? Significa che deve tirar fuori l'informazione che è più probabile sia utile al momento della richiesta. Ma come si può sapere in anticipo qual è? Le probabilità potrebbero venire stimate usando leggi generali su quali tipi d'informazione è più probabile che servano. Se leggi

simili esistono, dovremmo riuscire a trovarle nei sistemi d'informazione in genere, non solo nella memoria umana; dovrebbero emergere, per esempio, dalle statistiche sui libri richiesti in una biblioteca o sui file aperti in un computer.

Gli scienziati dell'informazione ne hanno scoperte parecchie. Un'informazione richiesta molte volte in passato ha maggiori probabilità di essere necessaria ora di una richiesta raramente. Un'informazione richiesta di recente ha maggiori probabilità di essere necessaria ora di una non richiesta da tempo. Un sistema di recupero d'informazione ottimale deve quindi essere prevenuto a favore del recupero

di elementi in cui s'è imbattuto spesso e di recente. Anderson osserva che è proprio questo che il sistema umano di recupero dei ricordi: noi ricordiamo eventi comuni e recenti meglio che eventi rari e passati da tempo. Studiando la memoria, inoltre, egli ha scoperto altri quattro fenomeni classici che soddisfano i criteri di progettazione ottimale stabiliti, indipendentemente, per i sistemi di recupero d'informazione dei computer<sup>79</sup>.

Un terzo elemento di rilievo della coscienza-accesso è la coloritura emotiva dell'esperienza. Noi non ci limitiamo a registrare eventi, ma li registriamo come piacevoli o dolorosi, il che ci induce a prendere iniziative per

accrescere il numero dei primi e diminuire quello dei secondi, ora e in futuro. Questo non è un mistero per nessuno. Computazionalmente parlando, le rappresentazioni innescano stati di obiettivi, che a loro volta innescano demoni adibiti alla raccolta d'informazione, alla soluzione di problemi e alle scelte di comportamento, i quali calcolano come raggiungere, evitare o modificare la situazione. Evoluzionisticamente parlando, non è difficile capire perché perseguiamo gli obiettivi che perseguiamo, perché, per esempio, preferiamo far l'amore con un partner attraente piuttosto che farci schiaffeggiare la pancia con un pesce.

Le cose che divengono oggetti di desiderio sono i generi di cose che hanno portato, in media, a più alte probabilità di sopravvivenza e riproduzione nell'ambiente in cui ci siamo evoluti: acqua, cibo, sicurezza, sesso, status, dominio sull'ambiente, benessere di figli, amici e consanguinei<sup>80</sup>.

Il quarto elemento della coscienza è l'incanalarsi del controllo verso un processo esecutivo: qualcosa che noi esperiamo come sé, volontà, «Io». Recentemente, il sé è stato preso di mira. Secondo il pioniere dell'intelligenza artificiale Marvin Minsky, la mente è una società di agenti. E secondo Daniel Dennett, è un grande

insieme di abbozzi parzialmente finiti: «È un errore», aggiunge Dennett, «cercare un presidente nello Studio ovale del cervello»<sup>81</sup>.

La società della mente è una splendida metafora, e la userò con piacere spiegando le emozioni. Ma la teoria rischia di spingersi troppo oltre se bandisce ogni sistema, nel cervello, incaricato di lasciare briglia sciolta o dare la parola a uno degli agenti per volta. Gli agenti del cervello potrebbero benissimo essere organizzati gerarchicamente in sottoprogrammi a scatole cinesi con una serie di regole decisionali principali, un demone o un agente o una sorta di omuncolo computazionale che sta al vertice della

catena di comando. Non sarebbe uno spettro nella macchina, solo un'altra serie di regole «se-allora» o una rete neurale che smista il controllo all'agente più rumoroso, più veloce o più forte un livello sotto.

Sulle strutture cerebrali che ospitano il circuito decisionale abbiamo addirittura qualche indizio. Il neurologo Antonio Damasio ha notato che danni al solco cingolato anteriore, che riceve input da molte aree percettive superiori ed è connesso ai livelli superiori del sistema motorio, lasciano il paziente in uno stato apparentemente vigile ma stranamente indifferente. La notizia ha indotto Francis Crick a proclamare, un po' per scherzo e un po' no, che è stata

scoperta la sede della volontà<sup>82</sup>. E da molti decenni i neurologi sanno che esercitare la volontà, cioè concepire e mettere in atto progetti, è compito dei lobi frontali. Una dimostrazione, per quanto triste, me ne è stata offerta da un uomo il cui figlio quindicenne, in un incidente d'auto, aveva subito dei danni ai lobi frontali. Il ragazzo restava sotto la doccia per ore, incapace di decidere quando venirne fuori, e non riusciva a uscire di casa perché continuava a tornare in camera sua per assicurarsi di aver spento la luce<sup>83</sup>.

Perché una società di agenti mentali dovrebbe avere bisogno di un potere esecutivo al vertice? La ragione è chiara come la vecchia espressione yiddish



«non puoi ballare a due matrimoni con un solo *tuches* [sedere]». Per quanti agenti possiamo avere nella mente, abbiamo un corpo solo. La cura di ognuna delle parti principali dev'essere in mano a un controllore che scelga un piano nella baraonda degli agenti in concorrenza fra loro. Gli occhi devono fissarsi su un oggetto per volta; non possono indugiare nello spazio vuoto a metà strada fra due oggetti interessanti o oscillare fra di essi in una sorta di tiro alla fune. I movimenti degli arti devono essere coreografati per portare il corpo o gli oggetti lungo un percorso che raggiunga l'obiettivo di uno solo degli agenti mentali. L'alternativa, una società della mente davvero egualitaria, è

illustrata nel film meravigliosamente assurdo *Ho sposato un fantasma*. Lily Tomlin è un'ereditiera ipocondriaca che assume un guru perché le trasferisca l'anima nel corpo di un'altra donna. Durante il trasferimento, il vaso da notte contenente l'anima cade dalla finestra e colpisce in testa un passante, interpretato da Steve Martin. Lo spirito della Tomlin va a finire nella metà destra del corpo dell'uomo, mentre il controllo della metà sinistra rimane a lui. Così, l'uomo inizia a sbandare: la sua metà sinistra muove a grandi passi in una direzione, mentre la destra, mignolo alzato, avanza a passettini in un'altra.

Insomma, la coscienza nel senso di accesso inizia a essere compresa. E la

coscienza nel senso di facoltà senziente? Facoltà senziente e accesso sono forse due facce della stessa medaglia. La nostra esperienza soggettiva è anche la materia prima del nostro ragionare, parlare e agire. Non facciamo solo esperienza di un mal di denti; ce ne lamentiamo e corriamo dal dentista.

Ned Block ha cercato di fare chiarezza sulla distinzione fra accesso e facoltà senziente pensando a scenari in cui il primo potrebbe prodursi senza la seconda e viceversa. Un esempio di accesso senza facoltà senziente lo si può trovare nella strana sindrome detta sguardo cieco. Quando una persona ha un grande punto cieco a causa di un danno alla corteccia visiva, negherà

ostinatamente di poter vedere un oggetto, ma, forzato a immaginare dove si trovi, risponderà molto meglio che tirando a indovinare. Un'interpretazione è che ha accesso agli oggetti, ma non ne è senziente. Che l'interpretazione sia giusta o meno, mostra che è possibile concepire una differenza fra accesso e facoltà senziente. La presenza di facoltà senziente senza accesso potrebbe prodursi quando si è impegnati in una conversazione e, all'improvviso, ci si rende conto che fuori dalla finestra c'è uno che lavora con un martello pneumatico, che è da qualche tempo che lo si sente, ma senza notarlo. Prima di rendersene conto si era senzienti del rumore, ma senza avervi accesso. Block,

tuttavia, ammette che si tratta di esempi un po' tirati per i capelli, e sospetta che in realtà accesso e facoltà senziente procedano di pari passo<sup>84</sup>.

Forse, insomma, non abbiamo bisogno di una teoria separata che ci dica dove la facoltà senziente ha luogo nel cervello, come entra nella computazione mentale o perché si è evoluta. Essa sembra essere una qualità extra di qualche tipo di accesso all'informazione. Ciò di cui abbiamo bisogno, invece, è una teoria riguardo a come le qualità soggettive della facoltà senziente emergono dal mero accesso all'informazione. Per completare il quadro, quindi, occorre che presenti una teoria che affronti problemi tipo:

- Se potessimo mai duplicare l'elaborazione dell'informazione della mente umana nella forma di un enorme programma per computer, un computer che eseguisse tale programma sarebbe cosciente?

- E se prendessimo questo programma e insegnassimo a un gran numero di persone, diciamo alla popolazione della Cina, a tenere a mente i dati ed eseguire tutti i passaggi? Ci sarebbe una sola gigantesca coscienza aleggiante sulla Cina, distinta dalle coscienze delle centinaia di milioni di singoli cinesi? Se essi mettessero in atto lo stato del cervello relativo al dolore, ci sarebbe qualche entità davvero in preda alla sofferenza, anche se tutti i cinesi fossero allegri e contenti?

- Supponiamo che l'area ricevente visiva sul retro del nostro cervello venisse isolata chirurgicamente dal resto e

rimanesse viva nel cranio, ricevendo input dagli occhi. Secondo ogni criterio comportamentale, saremmo ciechi. Ci sarebbe una coscienza visiva muta ma pienamente consapevole isolata sul retro della nostra testa? E se venisse rimossa e tenuta viva in una bacinella?

- È possibile che la vostra esperienza del rosso sia uguale alla mia del verde? Certo; voi potete chiamare l'erba «verde» e il pomodoro «rosso», esattamente come faccio io, ma forse in realtà vedete l'erba del colore che io, se fossi in voi, definirei rosso.

- Possono esistere gli zombi? Può esistere, cioè, un androide attrezzato per agire intelligentemente ed emotivamente come voi e me, ma in cui non c'è veramente «qualcuno» che sente e vede? Come posso sapere che voi non siete degli zombi?

- Se qualcuno potesse «scaricare», come un programma da internet, lo stato del mio cervello e duplicarlo in un altro insieme di molecole, quest'ultimo avrebbe la mia coscienza? E se qualcuno distruggesse l'originale, ma il duplicato continuasse a vivere la mia vita, pensare i miei pensieri, sentire le mie sensazioni, io sarei stato ucciso? Il capitano Kirk veniva liquidato e sostituito da un gemello ogni volta che metteva piede nella cabina per viaggiare nel tempo?

- Com'è essere un pipistrello? Gli scarafaggi provano piacere nei rapporti sessuali? Un verme urla in silenzio quando un pescatore lo attacca all'amo?

- Un'équipe chirurgica sostituisce uno dei nostri neuroni con un microchip che duplica le sue funzioni di input-output. Noi abbiamo le stesse sensazioni e gli stessi comportamenti di prima. Poi l'équipe



sostituisce un secondo neurone, e un terzo, e così via, finché una porzione sempre più grande del nostro cervello diventa silicio. Siccome ogni microchip fa esattamente quello che faceva il neurone, il nostro comportamento e la nostra memoria non mutano. La differenza, la notiamo? È come morire? È qualche altra entità cosciente che si muove dentro di noi<sup>85</sup>?

Lo sa il diavolo! Io ho qualche pregiudizio, ma su come iniziare la ricerca di una risposta sostenibile non ho la minima idea. E non ce l'ha nessuno. La teoria computazionale della mente non ha intuizioni da offrire al riguardo; come non ne ha nessuna scoperta nella neuroscienza, una volta che si sia chiarita l'usuale confusione di

facoltà senziente con accesso e conoscenza di sé.

Come può un libro intitolato *Come funziona la mente* sottrarsi alla responsabilità di spiegare da dove viene la facoltà senziente? Potrei, suppongo, invocare la dottrina del positivismo logico, secondo la quale se un'affermazione non può essere verificata è letteralmente priva di senso. Gli imponderabili del mio elenco pongono domande sull'inverificabile per eccellenza. Molti pensatori, come Dennett, concludono che preoccuparsene non significa altro che ostentare la propria confusione: le esperienze senzienti (o, come le chiamano i filosofi, i *qualia*) sono un'illusione cognitiva.

Una volta isolati i correlati computazionali e neurologici della coscienza-accesso, non c'è più niente da spiegare. È semplicemente irrazionale insistere che la facoltà senziente resta inspiegata dopo tutte le sue manifestazioni di cui si è dato conto, solo perché le computazioni non hanno in sé niente di senziente. È come insistere che il bagnato resta inspiegato anche dopo tutte le manifestazioni di bagnato di cui si è dato conto, perché le molecole in movimento non sono bagnate<sup>86</sup>.

La maggior parte della gente non si sente soddisfatta da una simile argomentazione, ma non è facile trovare in essa qualcosa di sbagliato. Il filosofo

Georges Rey mi disse una volta di non avere esperienze senzienti. Le aveva perse dopo un incidente in bicicletta a quindici anni. Da allora, sosteneva, era uno zombi. Penso che parlasse ironicamente, ma naturalmente non ho modo di saperlo, e questo era il punto del suo discorso.

Quanti si applicano a ridimensionare i *qualia* una ragione ce l'hanno. Almeno per ora, manchiamo di qualunque presa scientifica sullo speciale ingrediente extra che dà origine alla facoltà senziente. Per dove arrivano le spiegazioni scientifiche, essa potrebbe benissimo non esistere. Non è soltanto che le affermazioni sulla facoltà senziente sono pervicacemente

inverificabili; è che verificarle non farebbe alcuna differenza. Il fatto di non capire la facoltà senziente non ci impedisce minimamente di capire come funziona la mente. In genere, le parti di un problema scientifico si incastrano tra loro come in un cruciverba. Per ricostruire l'evoluzione umana abbiamo bisogno che l'antropologia fisica trovi le ossa, l'archeologia comprenda gli utensili, la biologia molecolare dati la separazione dagli scimpanzé, la paleobotanica ricostruisca l'ambiente a partire dal polline fossile. Quando qualche casella del cruciverba resta bianca, quando, per esempio, mancano fossili di scimpanzé o si è incerti se il clima fosse secco o umido, la lacuna si

fa tormentosamente sentire, e tutti sono impazienti di colmarla. Ma nello studio della mente la facoltà senziente fluttua al proprio livello, ben al di sopra delle catene causali della psicologia e della neuroscienza. Se mai potessimo ripercorrere tutti i passi computazionali a partire dalla percezione, attraverso il ragionamento e l'emozione, fino al comportamento, mancherebbe solo, a causa dell'assenza di una teoria della facoltà senziente, la comprensione della facoltà senziente stessa.

Tuttavia, dire che manchiamo di una spiegazione scientifica della facoltà senziente non equivale a dire che essa non esiste. Io sono più sicuro di essere senziente che di qualunque cosa, e

scommetto che è lo stesso per voi. Benché ammetta che la mia curiosità al riguardo potrebbe non venire mai soddisfatta, mi rifiuto di credere di essere semplicemente confuso se penso di essere senziente! (L'analogia del bagnato di Dennett non è conclusiva: il bagnato è esso stesso una sensazione soggettiva, quindi l'insoddisfazione dell'osservatore è, ancora una volta, proprio il problema della facoltà senziente). E non possiamo bandire la facoltà senziente dal nostro discorso o ridurla ad accesso all'informazione, perché da essa dipende il ragionamento morale. Il concetto di facoltà senziente è sotteso alla nostra certezza che la tortura è sbagliata e che mettere fuori uso un

robot è danneggiamento, mentre mettere fuori uso una persona è omicidio. È la ragione per cui la morte di una persona cara non ci fa soltanto piangere su noi stessi per la perdita subita, ma ci dà il dolore di sapere che i suoi pensieri e piaceri sono svaniti per sempre.

Se mi sopporterete sino alla fine del libro, capirete che idea mi sono fatto del mistero della facoltà senziente. Ma il mistero resta un mistero, oggetto non di scienza bensì di etica, di conversazioni a tarda notte attorno a un bicchiere e, naturalmente, di un altro regno:

Su un microscopico granello di sabbia fluttuante nello spazio c'è un frammento di vita di un uomo. La casa in cui viveva e le macchine di cui si serviva sono



abbandonate alla ruggine. Senza nessuno che le usi, il vento e la sabbia e gli anni, passando su di esse, le disintegreranno; tutte le macchine del signor Corry, compresa quella fatta a sua immagine, tenuta in vita dall'amore, ma ormai obsoleta... ai confini della realtà.

### III. LA VENDETTA DEI BUONI A NULLA

Da qualche parte, oltre i confini del nostro sistema solare, viaggiano nello spazio interstellare un giradischi e un disco d'oro con, sulla copertina, istruzioni geroglifiche. Fanno parte della sonda spaziale *Voyager 2*, lanciata nel 1977 perché ci trasmettesse, dai pianeti più lontani fra quelli che ruotano attorno al Sole, informazioni e dati. Ora che ha superato Nettuno e la sua elettrizzante missione scientifica è finita, è divenuta un nostro biglietto da visita, offerto a

qualunque viaggiatore extraterrestre vi s'imbatta.

A ideare il disco fu l'astronomo Carl Sagan, che scelse immagini e suoni potenzialmente adatti a dare un'idea della nostra specie e dei successi da essa raggiunti. Tra le sue scelte incluse saluti in cinquantacinque lingue umane e un «linguaggio delle balene», un saggio sonoro di dodici minuti comprendente il pianto di un bambino, lo schiocco di un bacio e la registrazione elettroencefalografica dei turbamenti di una donna in amore, e una selezione di novanta minuti dalle musiche del mondo: mariachi messicano, flauti peruviani, raga indiano, un canto notturno navajo, un canto di iniziazione delle ragazze

pigmeo, un pezzo giapponese suonato al *shakuhachi*, Bach, Beethoven, Mozart, Stravinskij, Louis Armstrong e Chuck Berry in *Johnny B. Goode*<sup>1</sup>.

Il disco era anche portatore di un messaggio di pace della nostra specie al cosmo. Con un effetto di involontario umorismo nero, il messaggio fu letto dall'allora segretario generale delle Nazioni Unite Kurt Waldheim. Anni dopo, gli storici scoprirono che durante la Seconda Guerra Mondiale Waldheim aveva servito come ufficiale dei servizi segreti in un'unità dell'esercito tedesco responsabile di brutali rappresaglie contro i partigiani dei Balcani e della deportazione nei campi di sterminio nazisti della popolazione ebraica di

Salonicco. Ma per richiamare il *Voyager* è troppo tardi, e questo brutto scherzo ai nostri danni continuerà a girare intorno al centro della Via Lattea per sempre.

### *Fatti intelligente*

Il disco sul *Voyager* è stato comunque una buona idea, se non altro per gli interrogativi che ha sollevato. Siamo soli? Se non lo siamo, forme di vita aliene avranno l'intelligenza e il desiderio per sviluppare viaggi spaziali? Se sì, interpreteranno i nostri suoni e immagini come li intendiamo noi, o nella voce umana sentiranno il gemito di un modem e nei disegni al

tratto di persone, sulla copertina del disco, vedranno l'immagine di strane strutture di filo di ferro? Se li capissero, come reagirebbero? Ignorandoci? Venendo a ridurci in schiavitù o a mangiarci? O avviando un dialogo interplanetario? In uno sketch televisivo di *Saturday Night Live* la risposta tanto a lungo attesa dal lontano spazio era: «Mandateci dell'altro Chuck Berry».

Non sono, queste, domande che si addicono soltanto a quelle estenuanti discussioni sui massimi sistemi in cui tanti studenti passano le notti. All'inizio degli anni Novanta la NASA ha destinato cento milioni di dollari a un programma decennale volto alla ricerca di intelligenza extraterrestre (Search for

Extraterrestrial Intelligence, o SETI). Gli scienziati dovevano stare in ascolto tramite antenne radio di eventuali segnali che potessero provenire solo da extra terrestri intelligenti. Com'era prevedibile, qualche parlamentare ha trovato da ridire. Uno ha obiettato che mettersi a «cercare ometti verdi con teste di forma strana» rappresentava uno spreco di denaro federale. Per minimizzare il «fattore ridicolo», la NASA ha ribattezzato il progetto High-Resolution Microwave Survey, ma era troppo tardi per salvarlo dalla scure del Congresso. Attualmente esso è finanziato da donazioni di privati, fra cui Steven Spielberg.

L'opposizione alla SETI non è venuta

soltanto da profani, ma da alcuni fra i più illustri biologi del mondo. Perché si sono buttati nella mischia? I presupposti su cui si fonda la SETI non hanno a che fare solo con l'astronomia, ma anche con la teoria dell'evoluzione, in particolare dell'evoluzione dell'intelligenza. L'intelligenza è inevitabile, o è stata un colpo di fortuna<sup>2</sup>? A un famoso convegno, nel 1961, l'astronomo Frank Drake, entusiasta della SETI, osservò che una stima del numero di civiltà extraterrestri che potrebbero mettersi in contatto con noi è data dalla formula:

(1) (Il numero di stelle nella galassia)

x

(2) (La percentuale di stelle con



pianeti) x

(3) (Il numero di pianeti per sistema solare con un ambiente che consente la vita) x

(4) (La percentuale di tali pianeti su cui effettivamente c'è segno di vita) x

(5) (La percentuale di pianeti portatori di vita in cui emerge l'intelligenza) x

(6) (La percentuale di società intelligenti disposte a comunicare con altri mondi e capaci di farlo) x

(7) (La longevità di ogni tecnologia nello stato di comunicazione).

Astronomi, fisici e ingegneri presenti al convegno non si sentivano in grado di valutare il fattore 6 senza un sociologo o uno storico. Non ebbero problemi,

invece, a valutare il fattore 5, la percentuale di pianeti portatori di vita in cui emerge l'intelligenza. Sono il cento per cento, dichiararono<sup>3</sup>.

Trovare vita intelligente altrove nel cosmo sarebbe la scoperta più entusiasmante della Storia umana. Perché i biologi, allora, fanno tanto i guastafeste? Perché hanno l'impressione che gli entusiasti della SETI ragionino a partire da credenze popolari prescientifiche. Dogmi religiosi secolari, l'ideale vittoriano del progresso e il moderno umanesimo laico hanno portato a fraintendere l'evoluzione, a vedere in essa un intrinseco anelito o sviluppo verso una complessità sempre maggiore, con il suo

punto culmine nella comparsa dell'uomo. La pressione cresce ed ecco, come popcorn in una padella, venir fuori l'intelligenza.

Tale dottrina religiosa è stata chiamata la Grande catena dell'essere: dall'ameba alla scimmia all'uomo. E ancora oggi molti scienziati parlano sconsideratamente di forme di vita «superiori» e «inferiori» e di una «scala» dell'evoluzione. La processione dei primati, dal gibbono dalle lunghe braccia attraverso l'uomo delle caverne tutto curvo fino all'uomo moderno eretto, è diventata un luogo comune della cultura popolare, e tutti capiamo che cosa una ragazza intende quando dice che ha rifiutato un appuntamento perché

il tipo non era molto evoluto. In opere di fantascienza come *La macchina del tempo* di H.G. Wells, episodi di *Star Trek* e racconti della rivista americana per ragazzi «Boy's Life», tale progressione è prolungata fino ai nostri discendenti, presentati come omuncoli dalla testa calva, le vene varicose, il cervello a bulbo, il corpo scheletrico. Ne *Il Pianeta delle scimmie* e altri racconti, dopo esserci fatti saltare in aria o essere soffocati nel nostro inquinamento, sono le scimmie o i delfini a dimostrarsi all'altezza della situazione e a prendere il nostro posto.

Queste posizioni sono state espresse da Drake in difesa del progetto SETI contro l'eminente biologo Ernst Mayr in

una lettera alla rivista «Science». Mayr aveva osservato che solo una fra cinquanta milioni di specie sulla Terra aveva sviluppato delle civiltà e, quindi, non c'erano molte probabilità che la vita su un dato pianeta includesse una specie intelligente. Drake replicò:

La prima specie a sviluppare civiltà intelligenti scoprirà che è l'unica specie del genere. Dovrebbe sorprendersene? Qualcuno dev'essere il primo, ed essere i primi non dice nulla su quante altre specie abbiano avuto o abbiano la potenzialità di evolversi in civiltà intelligenti, o possano farlo in futuro... Allo stesso modo, fra tante civiltà una sarà la prima, e temporaneamente l'unica, a sviluppare una tecnologia elettronica. Come potrebbe essere altrimenti? L'evidenza fa pensare

che i sistemi planetari hanno bisogno di esistere in condizioni sufficientemente favorevoli per qualche miliardo di anni prima che si evolva una specie che utilizza la tecnologia<sup>4</sup>.

Per capire perché questo ragionamento entra in collisione con la moderna teoria dell'evoluzione, prendiamo in esame un'analogia. Il cervello umano è un organo squisitamente complesso che si è evoluto una volta sola. La proboscide dell'elefante, capace di accatastare tronchi, sradicare alberi, raccogliere una monetina, rimuovere spine, incipriare l'elefante di polvere, spruzzare acqua, fungere da presa d'aria e scrivere con una matita, è un altro organo complesso che si è evoluto una volta sola. Cervello

e proboscide sono prodotti della stessa forza evuzionistica, la selezione naturale. S'immagini un astronomo che, sul Pianeta degli Elefanti, difenda il progetto SETT, Search for Extraterrestrial Trunks (Ricerca di proboscidi extraterrestri):

La prima specie a sviluppare una proboscide scoprirà che è l'unica specie del genere. Dovrebbe sorprendersene? Qualcuno dev'essere il primo, ed essere i primi non dice nulla su quante altre specie abbiano avuto o abbiano la potenzialità di sviluppare proboscidi, o possano farlo in futuro... Allo stesso modo, fra tante specie dotate di proboscide una sarà la prima, e temporaneamente l'unica, a incipriarsi di polvere. L'evidenza fa pensare che i sistemi planetari hanno bisogno di esistere

in condizioni sufficientemente favorevoli per qualche miliardo di anni prima che si evolva una specie che utilizza la proboscide.

Questo ragionamento ci colpisce come strampalato in quanto l'elefante presuppone che l'evoluzione non si sia limitata a produrre la proboscide in una specie su questo pianeta, ma si sia adoperata per produrla in qualche specie fortunata, e ognuna fosse lì ad aspettare piena di speranze. L'elefante è semplicemente «la prima», e «temporaneamente» l'unica; altre specie ne hanno «la potenzialità», anche se, perché questa potenzialità si realizzi, dovrà passare qualche miliardo di anni. La proboscide, è chiaro, non suscita il



nostro sciovinismo, e quindi accettiamo senza difficoltà che sia un frutto dell'evoluzione, ma non accettiamo che una spinta inarrestabile l'abbia resa inevitabile. Grazie alle fortuite precondizioni presenti negli antenati degli elefanti (grandi dimensioni e certi generi di narici e labbra), grazie a certe forze selettive (i problemi posti dal sollevare e abbassare una testa enorme), e grazie al fattore caso, la proboscide si è evoluta come soluzione adeguata per quegli organismi a quell'epoca. Altri animali non hanno evoluto e non evolveranno proboscidi perché con il loro corpo e nelle loro condizioni essa non è di grande aiuto. Potrebbe accadere ancora, qui o altrove? Sì, potrebbe, ma

la percentuale di pianeti in cui in un dato periodo di tempo sono state distribuite le carte giuste è presumibilmente scarsa. Certo meno del cento per cento.

Riguardo al nostro cervello, invece, siamo sciovinisti, vedendovi la meta dell'evoluzione. Ma ciò è privo di senso, per i motivi proposti nel corso degli anni da Stephen Jay Gould. In primo luogo, la selezione naturale non fa nulla che nemmeno assomigli a un adoperarsi a favore dell'intelligenza. Il processo è guidato dalle differenze nei tassi di sopravvivenza e riproduzione di organismi replicativi in un particolare ambiente. Con il tempo, gli organismi acquisiscono strutture che li adattano alla sopravvivenza e riproduzione in

quell'ambiente, punto e basta; nulla li spinge in questa o quella direzione se non il successo lì e allora. Quando un organismo si trasferisce in un nuovo ambiente, i suoi discendenti si adattano di conseguenza, ma gli organismi rimasti indietro, nell'ambiente d'origine, possono prosperare immutati. La vita è un fitto cespuglio pieno di rami, non una scala, e gli organismi viventi si trovano sulle punte dei rami, non sui gradini più bassi. Ogni organismo oggi vivente ha avuto la stessa quantità di tempo per evolversi dall'origine della vita: l'ameba, l'ornitorinco, il reso e, sì, anche Larry che chiede alla segreteria telefonica un altro appuntamento<sup>5</sup>.

Ma, potrebbe chiedere un fan della

SETI, non è vero che con il passare del tempo gli animali si fanno più complessi? E il culmine del processo non sarebbe l'intelligenza? In molti casi, naturalmente, gli animali sono diventati di discendente in discendente più complessi. La vita è iniziata semplice, quindi la complessità della creatura più complessa vivente sulla Terra in qualunque epoca ha dovuto accrescersi lungo i secoli. Ma in molti altri casi gli animali non sono diventati più complessi. Gli organismi raggiungono un livello ottimale e si fermano lì, spesso per centinaia di milioni di anni. E quelli che invece diventano più complessi non sempre diventano più intelligenti. Diventano più grandi, o più veloci, o

più velenosi, o più fecondi, o più sensibili a odori e suoni, o capaci di volare più in alto e più lontano, o più bravi a costruire nidi o dighe: qualsiasi cosa a loro faccia gioco. L'evoluzione è una questione di fini, non di mezzi; diventare intelligenti è solo una delle possibilità.

Non è inevitabile, tuttavia, che molti organismi prendano la strada dell'intelligenza? Spesso su una soluzione convergono discendenze diverse come i quaranta diversi gruppi di animali che hanno evoluto strutture complesse per gli occhi. Presumibilmente, non si può essere troppo ricchi, troppo snelli o troppo intelligenti. Perché l'intelligenza di tipo

umano non potrebbe essere una soluzione sulla quale, su questo pianeta e altrove, vi è stata una convergenza di molti organismi?

In effetti, l'evoluzione potrebbe aver portato a un'intelligenza di tipo umano numerose volte, e forse su questo si potrebbe puntare per giustificare la SETI. Ma quando ci si mette a calcolare le probabilità, pensare quanto è bello essere intelligenti non basta. Nella teoria evoluzionistica questo tipo di ragionamento merita l'accusa che i conservatori non mancano mai di muovere ai progressisti: indicano i benefici, ma ne trascurano i costi. Gli organismi non evolvono verso ogni immaginabile vantaggio. Se lo

facessero, ogni creatura sarebbe più veloce di una pallottola, più potente di una locomotiva, e in grado di saltare grattacieli d'un balzo. Un organismo che dedica parte della sua materia ed energia a un solo organo deve sottrarle a un altro. Deve avere ossa più sottili o meno muscoli o meno uova. Gli organi evolvono solo quando i loro benefici superano i loro costi<sup>6</sup>.

Avete un Personal Digital Assistant, come il Newton della Apple? Sono marchingegni portatili in grado di riconoscere la calligrafia, memorizzare numeri telefonici, editare testi, inviare fax, tenere un'agenda e molte altre cose. Sono prodigi di ingegneria e possono organizzare una vita piena di impegni.

Ma io, benché ami i gadget, non ho un PDA. Ogni volta che mi viene la tentazione di comprarne uno, quattro motivi mi dissuadono. Primo, sono ingombranti. Secondo, hanno bisogno di pile. Terzo, per imparare a usarli ci vuole tempo. Quarto, la loro sofisticatezza rende l'esecuzione di compiti semplici, come cercare un numero di telefono, lenta e macchinosa. Quindi, me la cavo con un notes e una stilografica.

Gli stessi svantaggi si troverebbe di fronte qualunque creatura che dovesse decidere se evolvere un cervello di tipo umano. Primo, il cervello è ingombrante. Il bacino femminile è a malapena in grado di ospitare la smisurata testa del



nascituro, caratteristica che, vero e proprio compromesso di progettazione, fa morire molte donne di parto e obbliga le creature di questo sesso a un'andatura bilanciata che le rende, a livello biomeccanico, delle camminatrici meno efficienti degli uomini. Inoltre, una grossa testa sobbalzante sul collo ci espone di più a ferite gravi in incidenti quali una caduta. Secondo, il cervello richiede energia. Il tessuto neurale è metabolicamente ingrordo: il cervello rappresenta soltanto il 2 per cento del peso corporeo ma, quanto a energia e sostanze nutritive, ne consuma il 20 per cento. Terzo, per imparare a usare il cervello ci vuole tempo. Gran parte della nostra vita la passiamo o da

bambini o ad accudire bambini. Quarto, compiti semplici diventano lunghi. Il mio primo insegnante di riferimento, nei miei studi post-laurea, era uno psicologo matematico che voleva costruire un modello della trasmissione d'informazione nel cervello misurando i tempi di reazione a tonalità alte. Teoricamente, i tempi di trasmissione da neurone a neurone avrebbero dovuto essere di pochi millisecondi. Ma negli esperimenti i conti non tornavano: fra stimolo e risposta c'erano settantacinque millisecondi in più. «Tutta questa attività mentale, e gli stiamo chiedendo solo di premere un pulsante col dito» lamentava il mio insegnante. Gli animali meno tecnologicamente avanzati

possono essere molto più veloci; alcuni insetti mordono in meno di un millisecondo. Il che è forse una risposta alla domanda retorica di una pubblicità di articoli per la pesca: il QI dell'uomo medio è 107; il QI della trota media è 4; perché allora un uomo non riesce a prendere una trota<sup>7</sup>?

L'intelligenza non fa per tutti, non più della proboscide, il che dovrebbe dare da riflettere agli entusiasti della SETI. Ma non voglio portare argomenti contro la ricerca di intelligenza extraterrestre; a interessarmi, qui, è l'intelligenza terrestre. Il vizio di ragionamento che induce a vedere in essa una qualche elevata ambizione dell'evoluzione è parte dello stesso vizio di ragionamento

per cui la si considera un'essenza divina o un tessuto prodigioso o un onnicomprensivo principio matematico. La mente è un organo, un gadget biologico. Abbiamo la mente perché il modo in cui essa è fatta dà dei risultati i cui benefici superavano i costi nella vita dei primati africani del plio-pleistocene. Per capire noi stessi, occorre capire il come, perché, dove e quando di questo episodio della Storia. L'oggetto del capitolo che state leggendo è questo.

### *Il progettista della vita*

Un biologo evolucionista ha fatto una predizione sulla vita extraterrestre, ma non per aiutarci a cercare la vita su altri

pianeti, bensì per aiutarci a capirla sul nostro. Richard Dawkins ha sostenuto che la vita, ovunque possa venire trovata nell'universo, sarà sempre un prodotto della selezione naturale darwiniana. Può sembrare la prognosi più azzardata mai avanzata standosene comodamente seduti in poltrona, e invece è una diretta conseguenza dell'argomentazione a favore della teoria della selezione naturale. La selezione naturale è l'unica spiegazione di cui disponiamo del modo in cui possa evolvere la vita complessa, a prescindere dalla questione di come è evoluta. Se Dawkins, come penso, ha ragione, essa è indispensabile per capire la mente umana. Se è l'unica spiegazione possibile dell'evoluzione degli omini

verdi, è certamente l'unica spiegazione dell'evoluzione degli omoni brunobeige<sup>8</sup>.

La teoria della selezione naturale, come l'altro fondamento di questo libro, la teoria computazionale della mente, ha uno status singolare nella vita intellettuale moderna. All'interno della sua disciplina madre è indispensabile, spiega in un quadro coerente migliaia di scoperte e ne ispira continuamente di nuove. Ma all'esterno è incompresa e fatta oggetto di insulti. Come nel [capitolo II](#), vorrei entrare nel merito degli argomenti a favore di questa idea fondativa: vedere come essa spiega un mistero chiave che le sue alternative non sanno spiegare, come è stata verificata

in laboratorio e sul campo, e perché alcune celebri argomentazioni contro di essa sono sbagliate.

La selezione naturale ha un posto speciale nella scienza perché essa sola spiega ciò che rende speciale la vita. La vita ci affascina per la sua complessità adattiva, o struttura complessa. Gli esseri viventi non sono mere curiosità da mercatino delle pulci, ma hanno funzioni che lasciano a bocca aperta. Volano, nuotano, vedono, digeriscono, cacciano, producono miele, seta, legno, veleno. Si tratta di successi senza eguali, fuori della portata di pozzanghere, rocce, nuvole e altre cose non viventi. Solo se un grumo di materia extraterrestre fosse capace di imprese

paragonabili a queste, saremmo disposti a dargli il nome di «vita».

Successi senza eguali sono frutto di strutture speciali. Gli animali vedono e le rocce no perché gli animali hanno gli occhi, e questi hanno una precisa combinazione di materiali poco comuni capaci di formare un'immagine: una cornea che fa convergere la luce, un cristallino che aggiusta il fuoco secondo la profondità dell'oggetto, un'iride che si apre e chiude per far passare la giusta quantità di luce, una sfera di sostanza gelatinosa trasparente che mantiene la forma dell'occhio, una retina al piano focale del cristallino, muscoli che puntano gli occhi in su e in giù, da un lato e dall'altro, verso l'interno e verso



l'esterno, bastoncini e coni che convertono la luce in segnali neurali, e altro ancora, tutto di forma e composizione squisite. È più che improbabile, a dir poco, che strutture del genere siano frutto di un assemblaggio di materie prime dovuto a un tornado, una frana, una cascata, o al fulmine che, nell'esperimento di pensiero del filosofo, vaporizza la melma di un pantano.

L'occhio ha così tante parti, e assemblate con tanta precisione, che sembra essere stato progettato fin dall'inizio con l'obiettivo di mettere assieme qualcosa che vedesse. Lo stesso vale per gli altri nostri organi. Le articolazioni sono lubrificate in modo da

ruotare dolcemente, i denti superiori s'incontrano con quelli inferiori in modo da masticare, il cuore pompa sangue: ogni organo sembra essere stato progettato con una funzione in mente. Una delle ragioni per cui è stato inventato Dio è farlo essere la mente che ha concepito e attuato il piano della vita. Le leggi del mondo funzionano in avanti, non all'indietro: la pioggia fa sì che il terreno si bagni; il fatto che il terreno tragga beneficio dall'essere bagnato non può causare la pioggia. Che cos'altro se non il piano di Dio può aver messo in atto la teleologia (finalizzazione) della vita sulla Terra?

Che cos'altro, l'ha mostrato Darwin. Egli ha identificato un processo fisico di

causazione in avanti che ha l'aspetto paradossale della causazione all'indietro, o teleologia. Il trucco si chiama replicazione. Un replicatore è qualcosa che può fare una copia di sé, con la maggior parte dei suoi tratti duplicati nella copia, compresa la capacità di replicarsi a propria volta. Prendiamo due stati di cose, A e B. B non può causare A, se A viene prima. (Il fatto di vedere bene non può essere causa della presenza nell'occhio di un cristallino trasparente).

ha un  
cristallino  
trasparente  
(A)



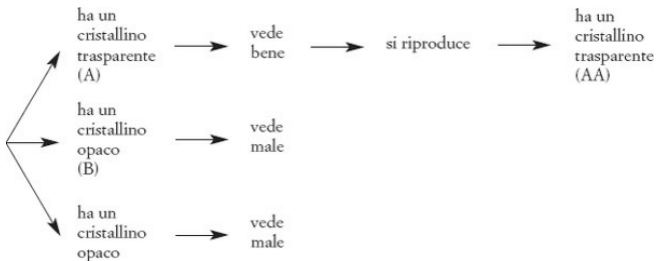
vede  
bene  
(B)



?

Ma mettiamo che A causi B, e B a sua volta sia causa del fatto che il protagonista di A fa una copia di se stesso, AA. AA assomiglia come una goccia d'acqua ad A, per cui sembra che B abbia causato A. Ma così non è; ha solo causato AA, la copia di A. Supponiamo che vi siano tre animali, due con un cristallino opaco, uno con un cristallino trasparente. Il fatto di avere un cristallino trasparente (A) è causa del fatto che l'occhio vede bene (B); veder bene è causa del fatto che l'animale si riproduce, perché lo aiuta a evitare i predatori e a trovare partner. La prole (AA) ha un cristallino trasparente e vede bene anch'essa. Sembra quasi che la prole abbia occhi in modo da poter

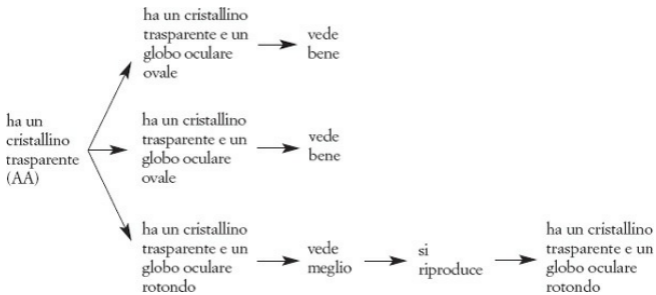
vedere bene (causazione all'indietro, teleologica, sbagliata), ma si tratta di un'illusione. La prole ha occhi perché vedevano bene gli occhi dei genitori (causazione in avanti, ordinaria, giusta). Gli occhi della prole assomigliano a quelli dei genitori, per cui è facile prendere quel che è successo per causazione all'indietro.



Non basta un cristallino trasparente a fare un occhio; ma lo speciale potere di

un replicatore consiste nel fatto che anche le sue copie possono replicarsi. Vediamo che cosa succede quando la figlia dal cristallino trasparente del nostro ipotetico animale si riproduce. Alcuni dei suoi piccoli avranno globi oculari più rotondi di altri, e le versioni rotonde vedono meglio, perché le immagini vengono messe a fuoco dal centro ai bordi. Una vista migliore porta a una riproduzione migliore, e la generazione successiva si troverà ad avere sia cristallini trasparenti sia globi oculari rotondi. Anche i membri di questa generazione sono dei replicatori, e i loro piccoli con la vista più acuta avranno maggiori probabilità di dare vita a una nuova generazione dotata di

vista acuta, e così via. A ogni generazione, le caratteristiche che portano a veder bene vengono tramandate in misura privilegiata alla successiva. È per questo che, col tempo, una generazione di replicatori si troverà dotata di tratti che sembreranno essere stati progettati da un ingegnere intelligente:



Ho presentato la teoria di Darwin in

modo poco ortodosso per mettere in luce lo straordinario contributo che essa ha offerto: spiegare la comparsa di un progetto senza un progettista usando la causazione ordinaria, in avanti, applicata ai replicatori. La storia per intero è questa: In principio c'era un replicatore.

Questa molecola o cristallo è un prodotto non della selezione naturale, ma delle leggi della fisica e della chimica. (Se fosse frutto di selezione, avremmo un regresso all'infinito). I replicatori sono propensi a moltiplicarsi, e uno solo di essi che si moltiplicasse senza freno riempirebbe l'universo di seconde-terze-quarte... copie di se stesso. Ma i replicatori, per



le loro copie, consumano materia, e, per la replicazione, energia. Il mondo è limitato, quindi essi devono competere per le sue risorse. Poiché nessun processo di copiatura è perfetto al cento per cento, saltano fuori degli errori, e non tutte le figlie sono dei duplicati esatti dei genitori. La maggior parte degli errori di copiatura si rivelano cambiamenti in peggio, e ne risulta un utilizzo meno efficiente di materia ed energia, o un ritmo di copiatura più lento, o minori probabilità di replicazione. Ma, grazie alla cieca fortuna, alcuni errori rappresentano dei cambiamenti in meglio, e i replicatori che ne sono portatori, nel corso delle generazioni, proliferano. I loro

discendenti cumulano tutti gli errori che rappresentano cambiamenti in meglio, inclusi quelli che mettono insieme involucri protettivi e supporti, manipolatori, catalizzatori di utili reazioni chimiche e altre caratteristiche di quelli che chiamiamo corpi. Il replicatore che ne risulta, con il suo corpo apparentemente ben progettato, è ciò che chiamiamo un organismo.

La selezione naturale non è l'unico processo che cambia gli organismi nel tempo. Ma è l'unico che, nel tempo, apparentemente li progetta. Se Dawkins si è sbilanciato, riguardo all'evoluzione extraterrestre, è perché ha passato in rassegna ogni alternativa alla selezione proposta nella storia della biologia, e ha

dimostrato che nessuna è in grado di spiegare ciò che contrassegna la vita: una struttura complessa.

La teoria popolare secondo cui gli organismi rispondono all'impulso a dispiegarsi in forme sempre più complesse e adattive non costituisce, è chiaro, una spiegazione. Quest'impulso e, ancora più importante, la capacità di soddisfarne le ambizioni, sono qualcosa che sa di magia, e che resta da spiegare.

I due principi che hanno finito per essere associati al predecessore di Darwin, Jean-Baptiste Lamarck, uso e disuso ed ereditarietà dei caratteri acquisiti, non sono neanche essi all'altezza del compito. E non si tratta soltanto del fatto che, com'è stato

ripetutamente dimostrato, Lamarck si sbagliava. (Per esempio, se i caratteri acquisiti potessero davvero venire ereditati, diverse centinaia di generazioni di circoncisi avrebbero portato a far nascere oggi i bambini ebrei senza prepuzio). Il problema più di fondo è che la teoria non sarebbe in grado di spiegare la complessità adattiva neanche se si fosse rivelata giusta. Prima di tutto usare un organo non lo fa, di per sé, funzionare meglio. I fotoni che passano attraverso un cristallino non lo lavano né lo lucidano, e usare una macchina non la migliora, bensì la logora. Molte parti degli organismi, è vero, rispondono adattivamente all'uso: i muscoli

esercitati si gonfiano, la pelle strofinata si ispessisce, l'epidermide esposta al sole diventa più scura, le azioni premiate aumentano e quelle punite diminuiscono. Ma queste risposte sono parte della struttura, frutto di evoluzione, dell'organismo, e occorre che spieghiamo come esse stesse siano venute fuori: nessuna legge fisica o chimica fa sì che cose strofinate si ispessiscano o superfici illuminate si scuriscano. Quanto all'ereditarietà dei caratteri acquisiti, è ancora peggio, perché la maggior parte dei caratteri acquisiti sono tagli, graffi, cicatrici, decomposizioni, deterioramenti dovuti al sole e alla pioggia e altri effetti delle aggressioni che subiamo da questo

mondo spietato, non miglioramenti. E anche se una botta portasse a un miglioramento, resta un mistero come le dimensioni e la forma della fortunata ferita possano essere lette al di là della carne colpita e iscritte all'indietro nelle istruzioni del DNA dello sperma o dell'ovulo<sup>9</sup>.

Un'ulteriore teoria che non sta in piedi è quella che fa appello alla macromutazione: un macroscopico errore di copiatura che genera, d'un sol colpo, un nuovo tipo di organismo adattato. Il problema, qui, è che un grande e casuale errore di copiatura che, da un grumo di carne omogenea, crei un organo funzionante complesso come l'occhio ha contro tutte le leggi della

probabilità. Piccoli errori casuali, invece, possono far sì che un organo diventi un po' più simile a un occhio, come nel nostro esempio dell'ipotetica mutazione grazie alla quale un cristallino diviene un po' più trasparente o un globo oculare un po' più rotondo. In realtà, ben prima dell'inizio della storia che abbiamo immaginato, per dare all'organismo un occhio deve essersi accumulata una lunga sequenza di piccole mutazioni. Guardando a organismi caratterizzati da occhi più semplici, Darwin ha ricostruito come potrebbe essere avvenuto. Qualche mutazione rende un grumo di cellule della pelle sensibili alla luce, qualche altra fa diventare il tessuto sottostante

opaco, altre ancora lo scavano a forma di coppa e poi di cavità sferica. Mutazioni successive aggiungono un sottile rivestimento traslucido, che in seguito si ispessisce in un cristallino e così via. Ogni passaggio costituisce un piccolo miglioramento della vista. Ognuna delle mutazioni è improbabile, ma non tanto da essere impensabile. L'intera sequenza non è assolutamente impossibile perché le mutazioni non avvengono tutte insieme, non sono carte buttate d'un colpo sul tavolo come in una chiusura in mano a scala quaranta; ogni mutazione benefica si aggiunge a una serie di mutazioni precedenti selezionate nel corso dei secoli e dei millenni<sup>10</sup>.



Una quarta alternativa è la deriva genetica casuale. I caratteri benefici sono benefici solo nella media: le creature reali subiscono i colpi della sorte crudele. Quando in una generazione il numero di individui è abbastanza ridotto, un carattere vantaggioso può svanire, se i suoi portatori sono sfortunati, e uno svantaggioso o neutro può prendere il sopravvento, se i suoi portatori sono fortunati. Con la deriva genetica è possibile, in linea di massima, spiegare perché una popolazione è dotata di un carattere semplice, come la pelle scura o chiara, o di un carattere privo di conseguenze, come la sequenza di basi del DNA in una parte del cromosoma

che non fa niente. Ma proprio a causa della sua natura fortuita, la deriva casuale non può spiegare la comparsa di un carattere improbabile e utile come la capacità di vedere o di volare. Gli organi che queste richiedono hanno bisogno di centinaia o migliaia di pezzi per funzionare, e la possibilità che i geni richiesti si accumulino per puro caso ha contro, di nuovo, tutte le leggi della probabilità.

L'argomentazione di Dawkins sulla vita extraterrestre è un'argomentazione, inattaccabile dal tempo, sulla logica delle teorie evoluzionistiche, sulla possibilità di un *explanans* di causare l'*explanandum*. E, in effetti, è un'argomentazione che controbatte due

sfide una dopo l'altra. Una è una variante del lamarckismo detta mutazione diretta o adattiva. Non sarebbe bello se un organismo potesse reagire a una sfida ambientale con un gran numero di nuove mutazioni, e non mutazioni piene di sprechi, casuali, ma volte a dotare l'organismo di caratteri che lo pongano all'altezza della sfida? Sarebbe bello, sì, ma questo è il problema: che la chimica non ha il senso del bello. Il DNA dentro i testicoli e le ovaie non può sbirciar fuori e, premurosamente, dare il via a mutazioni generando pellicce quando fa freddo, pinne se c'è acqua, artigli se vede alberi, o mettere un cristallino davanti alla retina invece che fra le dita dei

piedi o dentro il pancreas. Per questo un pilastro della teoria evuzionistica, anzi, un pilastro della visione scientifica del mondo, è che le mutazioni sono del tutto indifferenti ai benefici che apportano a un organismo. Esse non possono essere adattive in generale, anche se in qualche raro caso alcune possono risultare per caso adattive. Le scoperte di «mutazioni adattive» che vengono periodicamente annunciate si rivelano sempre curiosità o artifici di laboratorio. Essendoci miliardi di tipi di organismi, ognuno di essi con migliaia di bisogni, nessun meccanismo, se non un angelo custode, può guidare le mutazioni affinché rispondano ai bisogni degli organismi in generale<sup>11</sup>.

L'altra sfida viene dai fautori di una nuova corrente di pensiero detta teoria della complessità. Questa teoria cerca i principi matematici dell'ordine sotteso a numerosi sistemi complessi: galassie, cristalli, sistemi meteorologici, cellule, organismi, cervelli, ecosistemi, società e così via. Decine di nuovi libri hanno applicato tali idee a temi quali l'AIDS, il degrado urbano, la guerra in Bosnia e, naturalmente, la borsa. Stuart Kauffman, fra i principali esponenti del movimento, ha avanzato l'ipotesi che fenomeni spettacolari quali l'autoorganizzazione, l'ordine, la stabilità e la coerenza potrebbero essere una «proprietà innata di alcuni sistemi complessi». L'evoluzione, suggerisce, potrebbe

rappresentare le «nozze fra selezione e auto-organizzazione»<sup>12</sup>.

La teoria della complessità solleva questioni interessanti. La selezione naturale presuppone che in qualche modo sia venuto fuori un replicatore, e la teoria della complessità potrebbe contribuire a spiegare quel «qualche modo». Inoltre, potrebbe dare un contributo alla spiegazione anche di altri presupposti. Per funzionare, ogni corpo deve tenersi unito abbastanza a lungo, invece che volare in pezzi o sciogliersi in una pozzanghera. E perché l'evoluzione avvenga, bisogna che le mutazioni cambino un corpo abbastanza per creare una differenza nel suo funzionamento, ma non tanto da farlo

precipitare nel caos. Se esistono principi astratti che determinano se una rete di parti interagenti (molecole, geni, cellule) ha simili proprietà, la selezione naturale deve operare nel quadro di tali principi, esattamente come opera nel quadro di altri vincoli fisici e matematici quali il teorema di Pitagora e la legge della gravitazione.

Ma molti lettori si sono spinti ben oltre, giungendo alla conclusione che la selezione naturale è ormai un concetto banale o obsoleto, o al massimo non si capisce che importanza abbia. (Va detto, per inciso, che gli stessi pionieri della teoria della complessità, come Kauffman e Murray Gell-Mann, inorridiscono di fronte a simili estrapolazioni). Un

esempio è questa lettera alla «New York Times Book Review»:

Grazie ai recenti progressi nel campo della dinamica non lineare, della termodinamica dei sistemi in condizioni di non equilibrio e in altre discipline ai confini fra biologia e fisica, ci sono tutte le ragioni per credere che l'origine e l'evoluzione della vita saranno finalmente poste su solide fondamenta scientifiche. Mentre ci avviciniamo al Ventunesimo secolo, già due grandi profeti del Diciannovesimo, Marx e Freud, sono stati finalmente tirati giù dal piedistallo. È tempo di liberare il dibattito scientifico anche dall'anacronistica e ascientifica schiavitù del culto di Darwin<sup>13</sup>.

L'autore di questa lettera deve aver ragionato così: la complessità è sempre



stata trattata da indizio di selezione naturale, ma ora può essere spiegata dalla teoria della complessità; quindi la selezione naturale è obsoleta. Il ragionamento, però, si basa su un gioco di parole. La «complessità» che tanto impressiona i biologi non è qualsiasi vecchio ordine o stabilità. Gli organismi non sono soltanto grumi coesi o belle spirali o reti ordinate. Sono macchine, e la loro «complessità» è struttura funzionale, adattiva: complessità al servizio di qualche obiettivo degno d'interesse. L'apparato digerente non soltanto è strutturato, ma lo è come una catena di montaggio per estrarre sostanze nutritive dai tessuti ingeriti. Nessuna serie di equazioni applicabili a

qualunque cosa, dalle galassie alla Bosnia, è in grado di spiegare perché i denti si trovino nella bocca piuttosto che nell'orecchio. E visto che gli organismi sono insiemini di apparati digerenti, occhi e altri sistemi organizzati per raggiungere degli obiettivi, le leggi generali dei sistemi complessi non bastano. La materia, semplicemente, non ha una tendenza innata a organizzarsi in broccoli, vombati e coccinelle. La selezione naturale resta l'unica teoria che spieghi come possa sorgere, non qualsiasi vecchia complessità, ma la complessità adattiva: essa è infatti l'unica teoria non miracolosa, rivolta in avanti, nella quale il buon funzionamento di una cosa gioca un ruolo causale nel

modo in cui si è formata<sup>14</sup>.

Non essendoci alternative, saremmo quasi costretti ad accettare la selezione naturale come spiegazione della vita su questo pianeta anche se non ne avessimo alcuna prova. Ma, grazie al cielo, le prove abbondano. E non parlo soltanto delle prove che la vita si è evoluta (il che, nonostante i creazionisti, è al di là di ogni ragionevole dubbio), bensì che si è evoluta per selezione naturale. Darwin stesso fece notare il potere dell'allevamento selettivo, che è in diretta analogia con la selezione naturale, nel modellare gli organismi. Le differenze fra i cani, per esempio (chihuahua, greyhound, terrier scozzesi,

san bernardo, shar-peis), sono frutto di un allevamento selettivo dei lupi durato appena qualche migliaio di anni. Negli allevamenti, nei laboratori, nelle serre delle industrie produttrici di sementi, la selezione artificiale ha prodotto interi cataloghi di meravigliosi nuovi organismi degni delle creature fantastiche che compaiono sui libri per bambini del dottor Seuss<sup>15</sup>.

La selezione naturale si può vedere in azione facilmente anche in natura. Un esempio classico è quello della farfalla bianca screziata di nero che, nella Manchester del Diciannovesimo secolo, dopo che la fuliggine delle fabbriche ebbe coperto il lichene su cui usava posarsi, rendendola troppo visibile agli

uccelli, lasciò il posto a una forma mutante scura. Quando, negli anni Cinquanta, grazie alle leggi anti-inquinamento, il lichene ridivenne chiaro, la forma bianca, ormai rara, tornò a imporsi. Ma di esempi ne esistono molti altri. Il più simpatico, forse, è frutto del lavoro di Peter e Rosemary Grant. Darwin prese in parte ispirazione per la teoria della selezione naturale dalle tredici specie di fringuelli presenti nelle isole Galapagos. Esse erano chiaramente imparentate con una specie del continente sudamericano, ma se ne distinguevano, come si distinguevano l'una dall'altra. In particolare, i loro becchi assomigliavano a tipi diversi di pinze:

grosse pinze da ferrovieri, pinze diagonali ad alta potenza di leva, pinze diritte a punta d'ago, pinze a punta d'ago ricurve e così via. Darwin arrivò alla conclusione che dal vento era stato portato nelle isole un unico tipo di uccello, che poi s'era differenziato in quelle tredici specie a causa delle richieste poste da diversi modi di vita in diverse zone delle isole: per esempio la necessità di strappare la corteccia degli alberi per catturare gli insetti, di frugare dentro i fiori di cactus, o di spaccare semi resistenti. Ma Darwin disperava di poter mai vedere la selezione naturale in azione in tempo reale: «Non vediamo nulla di questi lenti cambiamenti in corso, finché la mano del tempo non ha

segnato il passare delle epoche». I Grant misurarono instancabilmente le dimensioni e la durezza dei semi in diverse zone delle Galapagos in diversi momenti dell'anno, la lunghezza dei becchi dei fringuelli, il tempo che impiegavano a spaccare i semi, il numero e le età dei fringuelli in diverse zone delle isole e così via: ogni variabile pertinente rispetto alla selezione naturale. Le misurazioni dimostrarono che i becchi evolvevano seguendo il passo dei cambiamenti relativi alla disponibilità dei diversi tipi di semi: un'analisi inquadratura per inquadratura del film che Darwin aveva potuto solo immaginare. La selezione in azione è ancora più sensazionale nel

caso degli organismi che si riproducono a gran velocità, per esempio, come il mondo ha dolorosamente scoperto, gli insetti resistenti ai pesticidi, i batteri resistenti ai farmaci, e il virus dell'AIDS in un singolo paziente.

Due dei prerequisiti della selezione naturale, abbastanza variazione e abbastanza tempo, sono sotto gli occhi di tutti. Le popolazioni di organismi che vivono in modo naturale mantengono un'enorme riserva di variazioni genetiche che possono servire da materia prima alla selezione naturale. E, per evolversi sulla Terra, la vita ha avuto a disposizione oltre tre miliardi di anni, e la vita complessa un miliardo, secondo una stima recente. In *The*



*Ascent of Man*, Jacob Bronowski ha scritto:

Ricordo come da giovane padre mi avvicinassi in punta di piedi alla culla della mia prima figlioletta, di appena quattro o cinque giorni, pensando: «Che dita meravigliose! Ogni articolazione è così perfetta, fino alle unghie! Non avrei potuto progettare una cosa così particolareggiata in un milione di anni». Ma, com'è noto, mi ci sono voluti proprio un milione di anni, ci sono voluti un milione di anni all'Umanità... per raggiungere il suo attuale stadio di evoluzione<sup>16</sup>.

Infine, che la selezione naturale possa funzionare l'hanno mostrato due tipi di modelli formali. Prove matematiche sviluppate a partire dalla genetica di

popolazioni di esseri viventi indicano come le combinazioni di geni che avvengono secondo le leggi di Gregor Mendel possano, sotto la pressione della selezione, mutare di frequenza. Tali mutamenti possono essere incredibilmente veloci. Se un mutante produce appena l'1 per cento in più di prole rispetto ai suoi rivali, può accrescere la sua rappresentanza in una popolazione dallo 0,1 al 99,9 per cento in poco più di quattromila generazioni. Un ipotetico topo soggetto alla pressione della selezione in direzione di una maggiore dimensione, anche se così poco maggiore da non essere misurabile, potrebbe evolvere fino alle dimensioni di un elefante in sole dodicimila

generazioni.

Più di recente, la capacità della selezione naturale di evolvere organismi caratterizzati da adattamenti complessi è stata dimostrata da simulazioni al computer condotte nel nuovo campo della vita artificiale. E quale dimostrazione di adattamento complesso può essere migliore dell'esempio da tutti prediletto: l'occhio? Gli informatici Dan Nilsson e Susanne Pelger hanno simulato una sezione a tre strati di pelle virtuale somigliante a una zona sensibile alla luce su un organismo primitivo. Si trattava di un semplice sandwich composto da uno strato di cellule pigmentate sul fondo, uno strato di cellule sensibili alla luce sopra di esso,

e uno strato finale di cellule traslucide a formare un rivestimento protettivo. Le cellule traslucide potevano subire mutazioni casuali dell'indice di rifrazione, la capacità di piegare la luce, che nella vita reale corrisponde spesso alla densità. Tutte le cellule potevano subire piccole mutazioni di dimensione e spessore. Nella simulazione, alle cellule del sandwich è stata data la possibilità di mutare a caso, e dopo ogni tornata di mutazioni il programma calcolava la risoluzione spaziale di un'immagine proiettata sul sandwich da un oggetto vicino. Se una serie di mutazioni migliorava la risoluzione, le mutazioni venivano mantenute come punto di partenza della serie successiva,

come se il sandwich appartenesse a una stirpe di individui la cui sopravvivenza dipendesse dalla capacità di reagire a predatori in agguato. Come nell'evoluzione reale, non c'era nessun piano direttivo o programma a fasi. L'organismo non avrebbe potuto tollerare un rilevatore a breve termine meno efficace neanche se la sua pazienza fosse stata premiata a lungo termine dal miglior rilevatore immaginabile. I mutamenti che conservava dovevano essere tutti dei miglioramenti.

Con piena soddisfazione, il modello è evoluto, lì sullo schermo del computer, in un occhio complesso. Il sandwich si è aperto in insenature e poi si è incavato

in una coppa; lo strato trasparente si è ispessito per riempire la coppa e si è gonfiato a formare una cornea. Dentro questo ripieno trasparente, è emersa esattamente al posto giusto una lente sferica con un più alto indice di rifrazione, somigliante in molti sottili particolari all'eccellente schema ottico dell'occhio di un pesce. Per valutare quanto sarebbe occorso a un occhio per svilupparsi in tempo reale, piuttosto che nel tempo del computer, Nilsson e Pelger hanno inscritto nel programma presupposti pessimistici relativi a ereditabilità, variazione nella popolazione e portata del vantaggio selettivo, imponendo persino alle mutazioni di prodursi a ogni generazione

in una sola parte dell'«occhio». Nonostante ciò, l'intera sequenza da pelle piatta a occhio complesso è risultata prendere solo quattrocentomila generazioni, in termini geologici un istante<sup>17</sup>.

Se ho passato in rassegna le argomentazioni moderne a favore della teoria della selezione naturale, è perché quest'ultima ha tanti nemici. E non parlo dei fondamentalisti di questa o quella setta biblica, ma di professori delle più insigni università da una costa all'altra dell'America. Le loro obiezioni le ho sentite ripetere a più non posso: la teoria è circolare; a che serve metà occhio?; come può una struttura nascere

da mutazioni casuali?; non c'è stato abbastanza tempo; Gould l'ha confutata; la complessità emerge e basta; un giorno la fisica la renderà obsoleta.

Si vuole disperatamente che il darwinismo sia sbagliato. La diagnosi di Dennett, in *L'idea pericolosa di Darwin*, è che la selezione naturale implica che non vi sia alcun piano nell'universo, natura umana inclusa. Che una ragione di tanta ostilità sia questa, non c'è dubbio, ma un'altra è che chi studia la mente preferirebbe non dover pensare a come essa è evoluta, perché ciò fa precipitare nel caos teorie amatissime. Vari studiosi hanno sostenuto che la mente ha innati cinquantamila concetti (compresi



«carburatore» e «trombone»), che limiti di capacità impediscono al cervello umano di risolvere problemi che vengono quotidianamente risolti dalle api, che il linguaggio è stato fatto per la bellezza e non per l'uso, che i popoli tribali uccidono i neonati per proteggere l'ecosistema dalla sovrappopolazione umana, che i figli hanno il desiderio inconscio di accoppiarsi con i genitori, e che le persone potrebbero con altrettanta facilità essere condizionate a godere del pensiero che il loro partner è infedele che, da questo pensiero, a essere turbate. A sentirsi osservare che tali affermazioni sono evolutzionisticamente improbabili, piuttosto che ripensarci, essi attaccano

la teoria dell'evoluzione. Gli sforzi compiuti dagli accademici per impugnare il darwinismo sono veramente degni di nota<sup>18</sup>.

Uno di questi sforzi consiste nel pretendere che l'ingegneria inversa, il tentativo di scoprire le funzioni degli organi (cosa che io sostengo si dovrebbe fare con la mente umana), sia un sintomo di una malattia detta «adattamentismo». A quanto sembra, chi crede che qualche aspetto di un organismo abbia una funzione deve assolutamente credere che ogni aspetto ha una funzione, che le scimmie sono marroni per nascondersi fra le noci di cocco. Il genetista Richard Lewontin, per esempio, ha definito l'adattamentismo «quell'approccio agli

studi evolutivisti che presuppone senza ulteriori prove che tutti gli aspetti della morfologia, della fisiologia e del comportamento degli organismi sono soluzioni adattive ottimali di problemi»<sup>19</sup>. Non c'è bisogno di dire che pazzi sostenitori di cose del genere non ce ne sono. Una persona sana di mente può credere che un organo complesso sia un adattamento, cioè un prodotto di selezione naturale, e credere nello stesso tempo che gli aspetti di un organismo che non sono organi complessi siano un prodotto di deriva casuale o un sottoprodotto di qualche altro adattamento. Tutti sono d'accordo nel riconoscere che il colore rosso del sangue non è stato selezionato per se

stesso, ma è un sottoprodotto della selezione di una molecola che porta ossigeno, molecola che accade sia rossa. Ciò non implica che la capacità dell'occhio di vedere possa facilmente essere un sottoprodotto della selezione di qualcos'altro.

Non ci sono neanche pazzi tanto arretrati da ostinarsi a negare che gli animali portino con sé un bagaglio dei loro antenati lungo l'evoluzione. I lettori abbastanza giovani da avere seguito corsi di educazione sessuale a scuola o abbastanza vecchi da avere letto articoli sulla prostata avranno forse notato che i dotti seminali degli uomini non vanno dritti dai testicoli al pene, ma disegnano una serpentina nel corpo e passano

sopra l'uretra prima di ridiscendere. Il motivo è che i testicoli dei nostri antenati rettili si trovavano dentro i loro corpi. I corpi dei mammiferi sono troppo caldi per la produzione di sperma, ragion per cui i testicoli sono discesi per gradi a formare lo scroto. Come un giardiniere che, innaffiando, fa impigliare la canna attorno a un albero, la selezione naturale non ha avuto la preveggenza di programmare la strada più breve. Di nuovo, questo non significa che l'intero occhio possa tranquillamente essere considerato un inutile bagaglio filogenetico<sup>20</sup>.

Allo stesso modo, poiché gli adattamentisti ritengono che le leggi della fisica non bastino a spiegare la

struttura degli animali, si immagina che sia loro sempre vietato fare appello alle leggi della fisica per spiegare qualsiasi cosa. Un critico di Darwin mi ha chiesto una volta in tono di sfida: «Perché nessun animale ha evoluto la capacità di scomparire e riapparire all'istante altrove, o di trasformarsi a piacimento in King Kong (l'ideale per terrorizzare i predatori)?». Penso sia corretto dire che «non essere capace di trasformarsi a piacimento in King Kong» e «essere capace di vedere» richiedono tipi diversi di spiegazione.

Un'altra accusa è che la selezione naturale è uno sterile esercizio di narrazione a posteriori. Ma, se fosse vero, la storia della biologia sarebbe

una congerie di futili speculazioni, e il progresso dovrebbe essere ancora lì ad aspettare gli illuminati antiadattamentisti di oggi. Invece è accaduto proprio l'opposto. Mayr, autore di una storia definitiva della biologia, ha scritto:

La domanda adattamentista, «qual è la funzione di una data struttura o un dato organo?», è da secoli la base di ogni passo avanti in fisiologia. Non fosse stato per il programma adattamentista, probabilmente ignoreremmo ancora le funzioni di timo, milza, ghiandola pituitaria e ghiandola pineale. La domanda di Harvey, «perché vi sono valvole nelle vene?», fu un grande passo avanti verso la sua scoperta della circolazione del sangue<sup>21</sup>.

Dalla forma del corpo di un organismo a

quella delle sue molecole proteiche, tutto ciò che abbiamo imparato in biologia viene dall'aver capito, implicitamente o esplicitamente, che la complessità organizzata di un organismo è al servizio della sua sopravvivenza e riproduzione. Il che include ciò che abbiamo imparato sui sottoprodotti non adattivi, perché essi possono essere trovati solo nel corso di una ricerca degli adattamenti. A essere inverificabile e a posteriori è la spavalda pretesa che un carattere sia un fortunato prodotto di una deriva casuale o di qualche dinamica di cui poco capiamo.

Spesso ho sentito dire che, dopotutto, gli animali non sono frutto di una gran



bella ingegneria. La selezione naturale sarebbe pregiudicata da mancanza di lungimiranza, dalla manomorta del passato e dai vincoli paralizzanti relativi a quali tipi di strutture sono biologicamente e fisicamente possibili. A differenza di un ingegnere umano, la selezione sarebbe incapace di una buona progettazione. Gli animali sarebbero vecchie carrette cariche di ciarpame ancestrale che solo a volte, quasi per sbaglio, giungono a soluzioni più o meno funzionali.

Il desiderio di credere a simili affermazioni è tanto forte che raramente ci si dà la pena di rifletterci sopra e di verificare i fatti. Dove sarebbe quel miracoloso ingegnere umano non

vincolato dalla disponibilità dei pezzi, dalla fattibilità della fabbricazione e dalle leggi della fisica? La selezione naturale non gode, certo, della lungimiranza degli ingegneri, ma questo ha i suoi vantaggi oltre che i suoi svantaggi: essa non ha i loro blocchi mentali, la loro scarsa immaginazione, il loro conformismo nei confronti della sensibilità borghese e degli interessi delle classi dirigenti. Guidata solo da ciò che funziona, la selezione può giungere a soluzioni brillanti, creative. Da millenni i biologi vanno scoprendo, con stupore e delizia, i geniali apparati del mondo vivente: la perfezione biomeccanica dei ghepardi, gli stenoscopi a raggi infrarossi dei

serpenti, il sonar dei pipistrelli, la supercolla dei cirripedi, la tela d'acciaio dei ragni, le decine di prese della mano umana, l'attrezzatura di riparazione del DNA in tutti gli organismi complessi. Dopotutto, entropia e forze più malevole come predatori e parassiti sono costantemente in agguato a minacciare il diritto di un organismo alla vita, e non perdonerebbero un'ingegneria abborracciata<sup>22</sup>.

Per di più, molti dei presunti esempi di cattiva ingegneria nel regno animale sono fiabe per bambini. Si prenda l'osservazione di un famoso psicologo cognitivista secondo cui la selezione naturale sarebbe stata impotente a

eliminare le ali in qualunque uccello, e sarebbe per questo che i pinguini devono portarsi dietro delle ali anche se non sanno volare. Sbagliato due volte. Sul moa non c'era traccia di ali, e i pinguini usano sì le ali per volare, ma sott'acqua. La questione è affrontata da Michael French nel suo manuale di ingegneria ricorrendo a un esempio più celebre:

Una vecchia battuta dice che il cammello è un cavallo disegnato da una commissione; è una battuta che fa grave ingiustizia a una creatura splendida e rende decisamente troppo onore alle doti creative delle commissioni. Un cammello, infatti, non è uno scherzo della natura, uno strano guazzabuglio di pezzi, bensì una struttura elegante e saldamente unitaria. Per quanto

possiamo giudicare, ogni sua parte è congegnata per sintonizzarsi con l'arduo ruolo del tutto. Un grande erbivoro che vive senza troppi problemi le regioni dal clima duro, con scarsa vegetazione e scarsissima acqua. Le specifiche di progettazione di un cammello, se mai venissero stese, sarebbero più che esigenti in termini di autonomia di distanza, economia di combustibile e adattamento a terreni difficili e temperature estreme, e non dobbiamo sorprenderci se il progetto che le soddisfa appare estremo. E tuttavia, ogni carattere del cammello ha la sua coerenza: le grandi zampe che distribuiscono il carico, le ginocchia nodose, applicazione di alcuni dei principi di progettazione esposti nel [capitolo VII](#) [su cuscinetti e perni], la gobba che immagazzina il cibo e il caratteristico profilo delle labbra hanno una congruenza

che deriva dalla funzione e conferisce all'intera creazione uno stile e una certa bizzarra eleganza, che trovano conferma nella bellezza ritmica del suo galoppo<sup>23</sup>.

L'evoluzione, è chiaro, è vincolata dai lasciti degli antenati e dai tipi di macchinari che si possono sviluppare a partire dalle proteine. Gli uccelli non avrebbero potuto evolvere eliche, neanche se avessero rappresentato per essi un vantaggio. Ma molti pretesi vincoli biologici fanno ridere. Uno scienziato cognitivista ha espresso l'opinione che «molte proprietà degli organismi, come la simmetria per esempio, non hanno nulla a che vedere con una specifica selezione, ma soltanto col modo in cui le cose possono esistere

nel mondo fisico». Sta di fatto, però, che la maggior parte delle cose che esistono nel mondo fisico non sono simmetriche, e per evidenti ragioni di probabilità: fra tutte le possibili distribuzioni di un volume di materia, solo una minuscola frazione è simmetrica. Anche nel mondo vivente, le molecole della vita sono asimmetriche, come sono asimmetrici il fegato, il cuore, lo stomaco, la platessa, le chioccioline, le aragoste, le querce e così via. La simmetria ha tutto a che vedere con la selezione. Gli organismi che si muovono secondo linee rette hanno forme esterne bilateralmente simmetriche perché altrimenti, muovendosi, girerebbero su se stessi. La simmetria è così improbabile e difficile

da raggiungere che una qualsiasi malattia o difetto può distruggerla, e molti animali valutano lo stato di salute dei potenziali partner studiandone le minime asimmetrie<sup>24</sup>.

Gould ha messo in rilievo che la selezione naturale ha solo una libertà limitata di modificare il progetto base del corpo. Gran parte dell'impianto idraulico ed elettrico e della struttura architettonica dei vertebrati, per esempio, è immutata da centinaia di milioni di anni. È da presumere che siano il prodotto di ricette embriologiche cui non si può facilmente mettere mano. Ma il progetto del corpo vertebrato comprende quello dell'anguilla, della mucca, del colibrì,



dell'oritteropo, dello struzzo, del rospo, del gerbillo, dell'ippocampo, della giraffa e della balenottera azzurra. Se le somiglianze sono importanti, tuttavia, sono importanti anche le differenze! I vincoli evolutivi si limitano a escludere vaste classi di opzioni. Non possono, da soli, costringere un organo funzionante a venire al mondo.

Un'ingiunzione embriologica tipo «tu svilupperai delle ali» è un'assurdità. La grande maggioranza dei grumi di carne animale non soddisfano le stringenti richieste ingegneristiche del volo, ed è altissimamente improbabile, quindi, che le cellule che strisciano e collidono negli strati microscopici dell'embrione in sviluppo siano obbligate a schierarsi

in ossa, pelle, muscoli e piume secondo il piano architettonico giusto per tenere l'uccello in volo; a meno che, è naturale, il programma evolutivo non sia stato indirizzato verso un tale esito dalla storia dei successi e fallimenti dell'intero corpo.

Non bisogna contrapporre la selezione naturale ai vincoli evolutivi, genetici o filogenetici, come se l'importanza di un fattore rendesse meno importanti gli altri. Quella di «selezione contro vincoli» è una falsa dicotomia, paralizzante per chi voglia pensare con chiarezza quanto la dicotomia fra innatismo e apprendimento. La selezione può selezionare solo fra alternative sviluppabili a partire da una materia

prima vivente a base di carbonio, ma, in assenza di selezione, questa materia avrebbe altrettante possibilità di trasformarsi in organi funzionanti quanto in tessuto cicatriziale, schiuma, tumori, verruche, colture di tessuti e tremolante e amorfo protoplasma. Selezione e vincoli sono insomma entrambi importanti, ma rappresentano risposte a domande diverse. La domanda «perché questa creatura ha un organo così e così?» è, di per sé, senza senso. Si può porla solo facendola seguire da, una subordinata comparativa. Perché gli uccelli hanno ali, invece che eliche? Perché sviluppare un vertebrato dotato di eliche non è possibile. Perché gli uccelli hanno ali, invece che zampe

anteriori, o mani, o arti di un qualche tipo? Perché la selezione ha favorito gli antenati degli uccelli che sapevano volare.

Un'altra concezione sbagliata, assai diffusa, è quella secondo cui, se nel corso dell'evoluzione un organo ha mutato funzione, non è evoluto per selezione naturale. A sostegno di quest'idea si è più volte citata una scoperta: le ali degli insetti non erano usate in origine per la locomozione. Come le storie che passano di bocca in bocca, questa scoperta, a furia di venire raccontata, ha subito una mutazione: le ali, si è detto, si sono evolute per qualcos'altro, ma è accaduto che fossero perfettamente adatte al volo, e un giorno

gli insetti hanno deciso di servirsene per volare. L'evoluzione delle ali degli insetti, si è aggiunto, confuta Darwin perché esse avrebbero dovuto evolversi per gradi, e mezza ala non serve a niente; anche le ali degli uccelli, si è concluso, non erano usate in origine per la locomozione (probabilmente ricordo distorto di un altro fatto: che le prime piume non si sono evolute per il volo, bensì per l'isolamento termico). Ormai non occorre far altro che dire «l'evoluzione delle ali», e il pubblico annuirà scambiandosi occhiate d'intesa, pronto a completare per conto proprio l'argomentazione antiadattamentista: com'è possibile sostenere che un qualunque organo è stato selezionato per

la sua attuale funzione? Forse è evoluto per qualcos'altro e l'animale lo sta soltanto usando per quella funzione ora, come il naso che regge gli occhiali e quella storia arcinota delle ali degli insetti (o erano ali di uccelli?).

Ma, a verificare i fatti, ecco che cosa viene fuori. Molti organi che oggi vediamo hanno conservato la loro funzione d'origine. L'occhio è sempre stato un occhio, da quando era un punto sensibile alla luce a quando è diventato un globo oculare capace di mettere a fuoco le immagini. Altri organi invece hanno mutato funzione. E questa non è una scoperta nuova. Darwin ne ha portato molti esempi, come le pinne pettorali dei pesci divenute gli arti

anteriori dei cavalli, le pinne natatorie delle balene, le ali degli uccelli, gli unghioni delle talpe e le braccia degli esseri umani. Ai suoi tempi le somiglianze erano una potente prova dell'evoluzione, e lo restano tuttora. Inoltre, Darwin cita i mutamenti di funzione per gettar luce sul problema degli «stadi incipienti di strutture utili», problema che ha sempre goduto di grande popolarità fra i creazionisti. Com'è possibile che un organo complesso sia evoluto per gradi, se solo la sua forma finale è utilizzabile? Il più delle volte il presupposto dell'inutilizzabilità è semplicemente un presupposto sbagliato. Degli occhi parziali, per esempio, hanno una

capacità visiva parziale, il che è meglio che non averne affatto. Ma a volte la risposta è che, prima che un organo venisse selezionato per assumere la sua forma attuale, era un adattamento a un altro fine, dopo di che ha attraversato uno stadio intermedio in cui ha adempiuto a entrambi i compiti. La delicata catena degli ossicini dell'orecchio medio (martello, incudine, staffa) ebbe inizio nella giuntura della mascella dei rettili. Spesso i rettili sentono le vibrazioni appoggiando le mascelle contro il terreno, e certe ossa servivano loro sia da giunture della mascella sia da trasmettitori di vibrazioni. Il che aprì la strada perché le ossa si specializzassero sempre di più



come trasmettitori di suono, facendo sì che si contraessero e passassero alla loro forma e ruolo attuali. Darwin chiama le forme anteriori «preadattamenti», anche se non manca di sottolineare che non si tratta di anticipazioni proposte dall'evoluzione sul modello futuro.

Sull'evoluzione delle ali degli uccelli non c'è nulla di misterioso. Mezza ala non ti farà volteggiare come un'aquila, ma ti permetterà di planare o paracadutarti dagli alberi (come fanno molti animali viventi), di fare dei balzi o svolazzare correndo, come una gallina quando cerca di sfuggire alle mani del contadino. I paleontologi dissentono nel definire quale stadio intermedio sia più

supportato dalle testimonianze fossili e dall'aerodinamica, ma nulla, neanche qui, conforta le tesi dei creazionisti o degli scienziati sociali<sup>25</sup>.

La teoria dell'evoluzione delle ali degli insetti proposta da Joel Kingsolver e Mimi Koehl, lungi dal rappresentare una confutazione dell'adattamentismo, ne è uno degli esempi migliori. I piccoli animali a sangue freddo come gli insetti fanno grandi sforzi per tenere sotto controllo la propria temperatura: l'alto rapporto fra superficie e volume del corpo fa sì che questo si riscaldi e si raffreddi velocemente. (Ecco perché non si vedono in giro insetti nei mesi freddi: l'inverno è il migliore degli insetticidi). Forse le future ali degli insetti

iniziarono a evolversi come pannelli solari regolabili, capaci di assorbire energia solare nei periodi freddi e di disperderla in quelli caldi. Facendo ricorso ad analisi aerodinamiche e termodinamiche, Kingsolver e Koehl hanno mostrato come protoali troppo piccole per permettere di volare siano efficaci scambiatori di calore. E più divengono grandi, più questa loro efficacia aumenta, ma solo finché non raggiungono un certo punto, dopo il quale essa diminuisce. Questo punto appartiene invece alla gamma di dimensioni entro la quale i pannelli possono servire da efficienti ali. Una volta superatolo, più le ali diventano grandi, fino alle loro dimensioni attuali,

più diventano utili per volare. La selezione naturale potrebbe aver esercitato una pressione a favore di ali più grandi lungo tutto il percorso che dall'assenza di ali ha portato a quelle attuali, con un graduale mutamento di funzione agli stadi delle dimensioni medie<sup>26</sup>.

Com'è, allora, che la faccenda è stata travisata fino a diventare la ridicola storia secondo cui, un giorno, un antico insetto, sbattendo i suoi pannelli solari così com'erano, decollò, e da allora lo fecero tutti i suoi compagni? In parte si tratta del travisamento di un termine introdotto da Gould, *exaptation* («esadattamento»), che designa l'adattamento di un vecchio organo a una

nuova funzione (il «preadattamento» di Darwin), o l'adattamento di un nonorgano (pezzetti di osso o di tessuto) a un organo con una funzione. Molti lettori l'hanno interpretato come una nuova teoria dell'evoluzione che avrebbe soppiantato l'adattamento e la selezione naturale<sup>27</sup>. Non lo è. Ancora una volta, la spiegazione sta nella complessità della struttura. In qualche caso una macchina progettata per svolgere un compito complicato, improbabile, può essere volta al servizio di qualcosa di più semplice. Un libro di fumetti intitolato *101 Uses for a Dead Computer* ('101 usi di un computer fuori uso') mostra come un pc possa fungere da fermacarte, acquario,

ancora e così via. Lo humour, qui, viene dal relegare una tecnologia sofisticata al servizio di una funzione umile che può essere svolta da marchingegni più grossolani. Ma non ci saranno mai fumetti intitolati *101 usi di un fermacarte fuori uso* in cui se ne mostri uno utilizzato come computer. E lo stesso vale per l'esadattamento nel mondo vivente. Dal punto di vista dell'ingegneria, è ben poco probabile che un organo progettato per uno scopo sia utilizzabile, appena tirato fuori dalla scatola, per qualche altro scopo, a meno che il nuovo scopo non sia molto semplice. (E anche in questo caso il sistema nervoso dell'animale deve spesso adattarsi per trovare e

mantenere la nuova funzione). Se la nuova funzione è difficile da svolgere, bisogna che la selezione naturale prima ristrutturi considerevolmente e collaudi il pezzo, come ha fatto per dare agli insetti moderni le loro ali. Una mosca domestica che fugge inseguita da un essere umano esasperato è capace, mentre vola veloce, di decelerare, restare sospesa per aria, girare su se stessa, volare a testa in giù, disegnare dei cerchi, fare delle capriole e atterrare sul soffitto, tutto in meno di un secondo. Come si osserva in un articolo intitolato *The Mechanical Design of Insect Wings* ('Il disegno meccanico delle ali degli insetti'), «sottili dettagli di ingegneria e progettazione, cui nessun profilo alare

disegnato dall'uomo potrebbe essere all'altezza, rivelano come le ali degli insetti siano squisitamente adatte al volo acrobatico». L'evoluzione delle ali degli insetti è un argomento a favore della selezione naturale, non contro di essa. Un mutamento nella pressione della selezione non equivale all'assenza di pressione della selezione<sup>28</sup>.

Al cuore di tutte queste argomentazioni c'è la complessità della struttura, il che offre un ultimo pretesto per liquidare Darwin. Non è, nel suo insieme, un'idea che fa acqua da tutte le parti? Visto che nessuno conosce il numero di tipi di organismi possibili, come si può dire che ad avere occhi sia una frazione infinitesimale di essi? Ma



forse si tratta di un circolo vizioso: le cose dette «adattivamente complesse» sono proprio quelle che, si ritiene, non sarebbero potute evolvere in nessun altro modo che per selezione naturale<sup>29</sup>.  
Scriva Noam Chomsky:

La tesi, insomma, è che la selezione naturale sia l'unica spiegazione fisica della struttura che adempie a una funzione. Presa alla lettera, è una tesi che non può essere vera. Facciamo l'esempio della mia struttura fisica, inclusa la proprietà che ho una massa positiva. Essa adempie a qualche funzione: in particolare, mi salva dall'andare alla deriva nello spazio esterno. E, chiaramente, ha una spiegazione fisica che non ha nulla a che vedere con la selezione naturale. Lo stesso vale per proprietà meno banali, che puoi

mettere insieme come più ti piace. Non è possibile, quindi, che tu intenda quello che affermi alla lettera. Trovo difficile dargli un'interpretazione che non lo faccia diventare la tautologia per cui, dove i sistemi sono stati selezionati per adempiere a qualche funzione, il processo è la selezione<sup>30</sup>.

I discorsi sulle strutture funzionali, sull'impossibilità di conoscerne esattamente il numero, aprono un varco allo scetticismo, ma basta pensare agli ordini di grandezze in gioco per chiuderlo. La selezione non è tirata in ballo per spiegare la mera funzionalità; è tirata in ballo per spiegare la funzionalità improbabile. La massa che evita a Chomsky di andare alla deriva

nello spazio non è una condizione improbabile, in qualunque modo si misuri il grado di probabilità. «Proprietà meno banali» come, per fare un esempio a caso, l'occhio dei vertebrati, sono condizioni improbabili, in qualunque modo si misuri il grado di probabilità. Prendiamo una grossa rete e ramazziamo gli oggetti presenti nel sistema solare; torniamo alla vita sul pianeta un miliardo di anni fa e preleviamo campioni degli organismi; mettiamo insieme una collezione di molecole e calcoliamone tutte le configurazioni fisicamente possibili; dividiamo il corpo umano in un reticolo di cubi di un centimetro di lato. Calcoliamo la percentuale di campioni

che hanno una massa positiva. Ora calcoliamo la percentuale di campioni capaci di formare un'immagine ottica. Tra le due percentuali ci sarà una differenza statisticamente significativa, e occorre spiegarla.

A questo punto il critico può obiettare che il criterio scelto, la contrapposizione tra vedere e non vedere, è scelto a posteriori, quando già sappiamo le funzioni che gli animali possono svolgere, e le stime di probabilità sono quindi senza senso. Sono come l'infinitesima probabilità di vedersi servito in mano il poker che è accaduto di vedersi servito in mano. La maggior parte dei grumi di materia non possono vedere, ma la maggior parte dei

grumi di materia non possono neanche ciottolare, dove, per ciottolare, intendo avere la forma, dimensione e composizione esatte del ciottolo che ho appena preso in mano.

Recentemente ho visitato, allo Smithsonian, una mostra sui ragni. Mentre mi meravigliavo per la precisione da orologio svizzero delle loro giunture, i movimenti da macchina da cucire con cui tiravano fuori la seta dalle filiere, la bellezza e l'ingegnosità delle reti, pensavo: Com'è possibile vedere una cosa del genere e non credere nella selezione naturale! In quel momento una donna, accanto a me, esclamò: «Com'è possibile vedere una cosa del genere e non credere in Dio!».

Sui fatti che richiedevano una spiegazione eravamo d'accordo a priori, anche se sulla spiegazione dissentivamo. Ben prima di Darwin, teologi quali William Paley hanno messo in rilievo le meraviglie d'ingegneria della natura come prova dell'esistenza di Dio.

Darwin non ha inventato i fatti che richiedono una spiegazione, ma soltanto la spiegazione.

Che cosa esattamente, tuttavia, impressiona tutti così tanto? Chiunque sarà d'accordo nel dire che la costellazione di Orione assomiglia a un omeone con una cintura, ma questo non significa che abbiamo bisogno di una speciale spiegazione del perché le stelle si allineino in omoni con cinture.

L'intuizione che occhi e ragni testimoniano di un «progetto», mentre ciottoli e Orione no, può essere tradotta in criteri espliciti. Dev'esserci una struttura eterogenea: le parti o aspetti di un oggetto sono imprevedibilmente diverse le une dalle altre. E dev'esserci un'unità di funzione: le diverse parti sono organizzate per far sì che il sistema produca qualche speciale effetto, speciale in quanto improbabile in oggetti privi di quella struttura, e speciale in quanto di vantaggio per qualcuno o qualcosa. Se non è possibile stabilire la funzione in modo più economico di quanto sia possibile descrivere la struttura, non c'è progetto. Un cristallino è diverso da un'iride, che a sua volta è

diversa da un fotopigmento, e nessun processo fisico privo di guida li depositerebbe tutti e tre nello stesso oggetto, tantomeno allineandoli perfettamente. Ma essi hanno qualcosa in comune, sono tutti necessari per la formazione di immagini ad alta fedeltà, e questo spiega perché si trovino insieme nell'occhio. Per quanto riguarda il ciottolo ciottolante, invece, descriverne la struttura e stabilirne la funzione sono la stessa e medesima cosa. La nozione di funzione non aggiunge niente.

E, più importante di tutto, attribuire la complessità adattiva alla selezione naturale non è solo un riconoscimento di eccellente progettazione, come per i costosi elettrodomestici in mostra al



Museum of Modern Art. La selezione naturale è un'ipotesi falsificabile sull'origine della progettazione e impone onerosi requisiti empirici. Ricordiamo come funziona: a partire da una competizione fra replicatori. Qualunque cosa che mostrasse segni di progettazione ma non provenisse da una lunga dinastia di replicatori non potrebbe essere spiegata dalla teoria della selezione naturale, anzi, la confuterebbe: per esempio, specie naturali che mancassero di organi riproduttivi, insetti che nascessero come cristalli dalle rocce, televisori sulla Luna, occhi che spuntassero da orifizi sul fondo dell'oceano, grotte arredate come camere d'albergo fino agli

appendiabiti e ai cestelli per il ghiaccio. Inoltre, le funzioni benefiche devono essere tutte in ultima istanza al servizio della riproduzione. Un organo può essere progettato per vedere o mangiare o accoppiarsi o allattare, ma non sarebbe un bene che fosse progettato per la bellezza della natura, l'armonia dell'ecosistema o l'istantanea autodistruzione. Alla fine, il beneficiario della funzione dev'essere il replicatore. Darwin ha osservato che se i cavalli avessero evoluto la sella, la sua teoria sarebbe stata immediatamente invalidata.

Nonostante dicerie e folclore, la selezione naturale rimane il cuore dell'esplicazione in biologia. Gli

organismi possono essere compresi solo come interazioni fra adattamenti, sottoprodotti di adattamenti e interferenze. I sottoprodotti e le interferenze non escludono gli adattamenti, né ci lasciano inebetiti, nell'impossibilità di distinguere gli uni dagli altri. È proprio ciò che rende gli organismi così affascinanti, cioè la loro improbabile progettazione adattiva, a richiedere di sottoporli a ingegneria inversa alla luce della selezione naturale. E anche sottoprodotti e interferenze, essendo definiti negativamente come non-adattamenti, possono essere scoperti solo tramite ingegneria inversa.

Ciò non è meno vero per

l'intelligenza umana. Le grandi facoltà della mente, con le loro prodezze che nessun robot può duplicare, testimoniano l'operato della selezione. Il che non significa che ogni aspetto della mente sia adattivo: da caratteri di basso livello quali la lentezza e chiassosità dei neuroni ad attività elevatissime come l'arte, la musica, la religione e i sogni, dobbiamo aspettarci di trovare attività della mente che non sono adattamenti nel senso dei biologi. Ma ciò significa che la nostra comprensione di come funziona la mente rimarrà penosamente lacunosa o del tutto sbagliata, a meno di non svilupparsi in sintonia con la comprensione di come la mente si è evoluta. L'argomento del resto del

capitolo è questo.

## *Il programmatore cieco*

Perché, per cominciare, si è evoluto il cervello? La risposta sta nel valore dell'informazione che il cervello è designato a elaborare.

Ogni volta che compriamo un giornale, paghiamo per avere informazione. E perché facciamo bene a farlo l'hanno spiegato gli economisti: l'informazione offre un beneficio per il quale vale la pena pagare. La vita è una scelta fra scommesse. Voltare a destra o a sinistra all'incrocio, restare con Rick o andarsene con Victor, sapendo che nessuna delle due scelte garantisce

fortuna o felicità? Il meglio che si possa fare è scommettere. Ridotta al nocciolo, ogni decisione nella vita consiste nello scegliere quale biglietto della lotteria comprare. Mettiamo che un biglietto costi 1 dollaro e offra una possibilità su quattro di vincerne 10. Nella media, il ricavo netto sarà di 1,50 dollari ogni volta che si gioca (10 dollari diviso 4 fa 2,50, meno 1 dollaro per il biglietto). L'altro biglietto costa 1 dollaro e offre una possibilità su 5 di vincerne 12. In media, il ricavo netto sarà di 1,40 dollari a giocata. Il numero dei biglietti in circolazione è lo stesso per tutti e due i tipi, e nessuno porta stampigliato sopra che probabilità vi sono di vincere né qual è la vincita. Quanto dovrete

pagare, al massimo, perché qualcuno ve lo dica? Dovreste pagare al massimo quattro centesimi. Senza nessuna informazione dovreste scegliere a caso, e potreste aspettarvi di guadagnare 1,45 dollari (per metà delle giocate 1,50 e per l'altra metà 1,40). Sapendo quale tipo di biglietto assicura la migliore vincita media, fareste 1,50 dollari in media a giocata, quindi, anche pagando 4 centesimi, sareste sempre in attivo di un centesimo.

La maggior parte degli organismi non compra biglietti della lotteria, ma tutti, ogni volta che il loro corpo ha la possibilità di muoversi in più di una direzione, scelgono su che cosa scommettere. Dovrebbero essere

disposti a «pagare», in tessuto, energia e tempo, per un'informazione, se il costo fosse minore del guadagno che potrebbero aspettarsi in termini di cibo, sicurezza, possibilità di accoppiamento e altre risorse, tutte cose il cui valore, in ultima istanza, sta nel numero di figli in grado di sopravvivere che è possibile preventivare. Negli animali pluricellulari l'informazione è raccolta e tradotta in decisioni remunerative dal sistema nervoso<sup>31</sup>.

Spesso, maggiori informazioni fruttano ricompense più alte che ripagano il loro maggior costo. Se nei dintorni di casa vostra è stato sepolto un tesoro, un'informazione che vi dica se si trova a nord o a sud è utile: dimezza il



tempo di scavo. Ma una seconda, che precisi in che settore è sepolto, sarebbe ancora più utile, e così via. Più cifre vi sono nelle coordinate geografiche che vi vengono fornite, meno tempo passerete a scavare senza profitto; dovrete essere ben disposti, quindi, a pagare per ulteriori informazioni, finché il tesoro non si facesse così vicino che precisazioni ulteriori non varrebbero il loro costo. Analogamente, se state cercando di forzare una cassaforte, ogni numero della sua combinazione che compraste diminuirebbe il numero di possibilità da tentare, e potrebbe valere il suo costo per il tempo che vi fa risparmiare. Molto spesso, insomma, maggiori informazioni si hanno, meglio

è, fino a un punto in cui il gioco non vale più la candela, e per questo alcune specie di animali hanno evoluto sistemi nervosi sempre più complessi.

La selezione naturale non può fornire direttamente a un organismo informazioni sul suo ambiente, né reti computazionali, demoni, moduli, facoltà, rappresentazioni o organi mentali che elaborino informazione. Può solo selezionare fra geni. Ma i geni costruiscono cervelli, e geni diversi costruiscono cervelli che elaborano informazione in modi diversi. L'evoluzione dell'elaborazione di informazione dev'essere prodotta al livello più elementare dalla selezione di geni che influiscono sul processo di

assemblaggio del cervello.

Bersagli della selezione per una migliore elaborazione dell'informazione potrebbero essere molti tipi di geni. Geni modificati possono portare a quantità variabili di unità proliferative lungo le pareti dei ventricoli (le cavità al centro del cervello), da cui sono generati i neuroni corticali che costituiscono la materia grigia. Altri geni potrebbero permettere alle unità proliferative di dividersi per numeri variabili di cicli, creando quantità e tipi diversi di aree corticali. Gli assoni che connettono i neuroni possono venire reinstradati modificando i tracciati chimici e spostando le segnalazioni molecolari che li inducono a prendere

particolari direzioni. I geni possono modificare le serrature e le chiavi molecolari che incoraggiano i neuroni a connettersi gli uni agli altri. Come nella vecchia barzelletta sulla maniera di scolpire la statua di un elefante (scalpellare via tutti i pezzi che non somigliano a un elefante), i circuiti neurali possono essere scolpiti programmando certe cellule e sinapsi affinché si suicidino dietro suggerimento. I neuroni possono attivarsi in momenti diversi nel corso dell'embriogenesi, e i loro pattern di attivazione, sia spontanei che programmati, possono venire interpretati a valle quali informazioni su come interconnettersi. Molti di questi processi

interagiscono a cascata. L'aumento delle dimensioni di una singola area, per esempio, permette a quest'ultima di competere meglio per il controllo a valle. La selezione naturale non si preoccupa di quanto il processo di assemblaggio del cervello possa essere barocco, o il cervello che ne risulta brutto. Le modificazioni sono valutate strettamente sulla base dell'efficacia degli algoritmi del cervello nel guidare la percezione, il pensiero e l'azione dell'intero animale. Grazie a questi processi, la selezione naturale è in grado di costruire un cervello che funziona sempre meglio<sup>32</sup>.

Ma la selezione di varianti casuali può davvero migliorare la struttura di un

sistema nervoso? O le varianti lo manderebbero in tilt, come un byte difettato in un programma di computer, e la selezione non farebbe altro che preservare i sistemi che non vanno in tilt? Un nuovo campo dell'informatica, detto degli algoritmi genetici, ha mostrato che la selezione darwiniana è capace di creare un software sempre più intelligente. Gli algoritmi genetici sono programmi che vengono duplicati per ottenerne molteplici copie, ma con mutazioni casuali che rendono ognuna un po' diversa. Tutte le copie fanno un tentativo di risolvere un problema, e a quelle che vi riescono meglio viene permesso di riprodursi per fornire le copie per il giro successivo. Ma prima,

parti di ogni programma vengono di nuovo modificate a caso, e coppie di programmi, per così dire, si accoppiano: ciascuno viene diviso a metà, e le metà vengono scambiate fra loro. Dopo numerosi cicli di computazione, selezione, mutazione e riproduzione, i programmi che sopravvivono si dimostrano spesso migliori di qualunque possibile progetto di un programmatore umano<sup>33</sup>.

A toccare, più specificamente, il problema di come una mente umana può evolversi è l'applicazione di algoritmi genetici a reti neurali. Una rete può essere fornita di input provenienti da organi sensoriali simulati e di output diretti a gambe simulate, e può essere

collocata in un ambiente virtuale fornito di «cibo» sparso e di molte altre reti che competono per conquistarselo. Le reti che ne conquistano di più lasciano dietro di sé, prima della successiva tornata di mutazione e selezione, la maggior parte di copie. Le mutazioni sono modifiche casuali nei pesi di connessione, seguite in qualche caso da ricombinazioni sessuali fra le reti (ottenute scambiando alcuni dei loro pesi di connessione). Durante le prime iterazioni gli «animali», o, come vengono a volta chiamati, *animats*, vagano a caso per il terreno, imbattendosi di tanto in tanto in una fonte di cibo. Ma, man mano che evolvono, giungono a spostarsi



rapidamente e direttamente da una fonte di cibo a un'altra. Spesso, in effetti, una popolazione di reti cui si sia permesso di evolvere pesi di connessione innati riesce meglio di una singola rete neurale cui si sia permesso di apprendere. La cosa vale in particolare per reti dotate di molteplici strati nascosti, e gli animali complessi, specie gli esseri umani, ne sono certamente dotati. Se una rete può soltanto apprendere, non evolversi, il segnale didattico ambientale si affievolisce nel propagarsi a ritroso agli strati nascosti, e può dare ai pesi di connessione soltanto dei colpetti in su e in giù di valore minimo. Ma se una popolazione di reti può evolversi, anche se non può apprendere,

mutazioni e ricombinazioni possono riprogrammare gli strati nascosti in modo diretto, e portare la rete a una combinazione di connessioni innate molto più vicina a quella ottimale. C'è una selezione della struttura innata<sup>34</sup>.

Evoluzione e apprendimento possono anche procedere di pari passo: una struttura innata può evolversi in un animale che, nello stesso tempo, apprende. Si può dotare una popolazione di reti di un algoritmo di apprendimento generico e permettere loro di evolvere le parti innate, che il progettista vi avrebbe in genere incorporato in base a congetture, a tradizione o per prove ed errori. Le specifiche di progettazione innate stabiliscono, fra l'altro, quante

unità sono presenti, come sono connesse, quali sono i pesi di connessione iniziali, e quanto i pesi vanno aumentati e diminuiti a ogni episodio di apprendimento. L'evoluzione simulata offre alle reti un notevole vantaggio di partenza nelle loro carriere di apprendimento.

Nelle reti neurali, insomma, l'evoluzione può guidare l'apprendimento. Sorprendentemente, anche l'apprendimento può a sua volta guidare l'evoluzione. Ricordiamo ciò che ha detto Darwin sugli «stadi incipienti delle strutture utili», sul problema, cioè, dell'utilità che può avere mezzo occhio. I teorici di reti neurali Geoffrey Hinton e Steven

Nowlan hanno ideato un esempio da far impazzire chiunque. Immaginiamo un animale controllato da una rete neurale con venti connessioni, ognuna o eccitatoria (stato di accensione) o neutra (stato di spegnimento). A meno che tutte e venti le connessioni non siano eseguite con esattezza, la rete è inutile. Non solo non serve a niente avere mezza rete: non serve a niente nemmeno averne il novantacinque per cento. In una popolazione di animali le cui connessioni sono determinate da mutazioni casuali, un mutante adattato, con tutte le connessioni giuste, emerge solo una volta ogni milione circa ( $2^{20}$ ) di organismi geneticamente distinti. Peggio ancora: il vantaggio va subito

perso se l'animale si riproduce sessualmente, perché, dopo avere infine trovato la combinazione magica di pesi, ne dà via metà nello scambio. In simulazioni di un simile scenario, non si è mai evoluta nemmeno una rete adattata<sup>35</sup>.

Ma poniamo il caso di una popolazione di animali le cui connessioni possono presentarsi in tre forme: innate in stato di accensione, innate in stato di spegnimento, impostabili in uno stato o nell'altro per apprendimento. Le mutazioni determinano quale delle tre possibilità (accensione, spegnimento, apprendibilità) una data connessione ha alla nascita dell'animale. In un animale

medio, in queste simulazioni, circa metà delle connessioni sono apprendibili, e l'altra metà in stato di accensione o di spegnimento. L'apprendimento funziona così. Ogni animale, nel vivere la sua vita, cerca le impostazioni delle connessioni apprendibili a caso, finché non incappa nella combinazione magica. Nella vita reale potrebbe trattarsi di capire come catturare una preda o rompere una noce; di qualunque cosa si tratti, l'animale sente di avere avuto buona fortuna, e conserva quelle impostazioni, smettendo di procedere per prove ed errori. Da quel momento gode di un più alto tasso di riproduzione. Più precocemente l'animale giunge alle impostazioni

giuste, più tempo avrà per riprodursi al tasso più alto.

Ora, con questi apprenditori che evolvono, o evolutori che apprendono, un vantaggio a disporre di meno del cento per cento della rete giusta c'è. Prendiamo tutti gli animali con dieci connessioni innate. Circa uno su duemila ( $2^{10}$ ) le avrà tutte e dieci giuste. (Ricordiamo che, su un milione di animali non capaci di apprendimento, solo uno aveva tutte e venti le sue connessioni innate giuste). Questo ben dotato animale avrà qualche probabilità di giungere a una rete completamente giusta apprendendo le altre dieci connessioni; se dispone di un migliaio di occasioni per apprendere il successo è

alquanto probabile. L'animale che avrà avuto successo si riprodurrà prima, quindi più di frequente. E tra i suoi discendenti ci saranno dei vantaggi per le mutazioni che renderanno giusto a livello innato un numero sempre maggiore di connessioni: con più connessioni buone fin dall'inizio, infatti, per apprendere il resto occorre meno tempo, e la possibilità di passare attraverso la vita senza apprenderle si fa minore. Nelle simulazioni di Hinton e Nowlan le reti hanno evoluto, così, sempre più connessioni innate. Tuttavia, esse non sono mai divenute completamente innate. Nella misura in cui venivano impostate sempre più connessioni, infatti, la pressione della



selezione per impostare quelle restanti diminuiva, perché, con solo poche connessioni da apprendere, ogni organismo poteva essere sicuro di apprenderle in fretta. L'apprendimento porta all'evoluzione dell'innato, non all'interamente innato.

Hinton e Nowlan hanno sottoposto a un periodico i risultati delle loro simulazioni al computer, e si sono sentiti dire che erano stati battuti, nel loro scoop, di un centinaio d'anni. Che l'apprendimento potesse guidare l'evoluzione esattamente in quel modo l'aveva già ipotizzato lo psicologo James Mark Baldwin, creando un'illusione di evoluzione lamarckiana senza che vi fosse in realtà evoluzione

lamarckiana. Ma nessuno aveva dimostrato che l'ipotesi, nota come effetto Baldwin, potesse realmente funzionare. Hinton e Nowlan lo hanno fatto. La capacità di apprendere modifica il problema evuzionistico facendolo passare dalla ricerca di un ago in un pagliaio alla ricerca dell'ago con qualcuno che ti dice quando gli sei vicino<sup>36</sup>.

L'effetto Baldwin ha svolto probabilmente un ruolo importante nell'evoluzione del cervello. Di contro alle tesi della scienza sociale standard, l'apprendimento non è un qualche apice dell'evoluzione raggiunto solo di recente dagli esseri umani. Tutti, tranne gli animali più semplici, apprendono. È

per questo che creature mentalmente ben poco complesse come i tripetidi e gli oloturoidi si sono dimostrati soggetti adatti per i neuroscienziati alla ricerca dell'incarnazione neurale dell'apprendimento. Se era presente in uno dei primi antenati degli animali pluricellulari, la capacità di apprendere potrebbe aver guidato l'evoluzione dei sistemi nervosi verso i loro circuiti specializzati, anche quando si tratta di circuiti così complessi che la selezione naturale, da sola, non avrebbe potuto elaborarli.

### *Istinto e intelligenza*

Circuiti neurali complessi si sono

evoluti in molti animali, ma l'immagine corrente di animali che si arrampicano su per una qualche scala dell'intelligenza è sbagliata. Si pensa in genere che gli animali inferiori abbiano qualche riflesso fisso, mentre in quelli superiori i riflessi possano essere associati a nuovi stimoli (come negli esperimenti di Pavlov) e le risposte a ricompense (come in quelli di Skinner). Secondo questo punto di vista, la capacità di associare va migliorando negli organismi ancora superiori, fino ad affrancarsi da pulsioni corporee, stimoli e risposte fisici e a permettere di associare idee direttamente l'una all'altra, raggiungendo un apice nell'uomo. Ma la distribuzione

dell'intelligenza fra gli animali reali non assomiglia a nulla del genere.

La formica del deserto tunisino lascia la sua tana, percorre una certa distanza, poi vaga sulla sabbia ardente alla ricerca della carcassa di un insetto morto per il caldo. Quando ne trova uno, ne morde un pezzo, poi si gira e punta dritto alla tana, un buco di un millimetro di diametro che può distare cinquanta metri. Come trova la strada del ritorno? La navigazione dipende non dal sentire la tana come fosse un faro, ma dall'informazione raccolta durante il viaggio di andata. Se qualcuno la tira su mentre emerge dalla tana e la lascia cadere a qualche distanza, la formica si mette a vagare disegnando cerchi a caso.

Se qualcuno la sposta dopo che ha trovato il cibo, si mette a correre lungo una linea divergente di un grado o due dalla direzione della tana rispetto al punto in cui è stata catturata, oltrepassa di poco il punto in cui dovrebbe trovarsi la tana, fa un veloce dietrofront, e si mette a cercare l'inesistente tana. Tutto ciò indica che la formica ha in qualche modo misurato e memorizzato direzione e distanza per far ritorno alla tana, una forma di navigazione detta navigazione stimata<sup>37</sup>.

Questo esempio di elaborazione dell'informazione negli animali, scoperto dal biologo Rudiger Wehner, è uno dei tanti portati dallo psicologo Randy Gallistel per cercare di

convincere la gente a smettere di pensare all'apprendimento come a una formazione di associazioni. Egli ne spiega il principio in questi termini:

La navigazione stimata consiste nell'integrazione del vettore velocità rispetto al tempo per ottenere il vettore posizione, o in qualche equivalente discreto di tale calcolo. L'equivalente discreto nella navigazione marittima tradizionale consiste nel rilevare a intervalli direzione e velocità di navigazione, moltiplicare ogni rilevamento per l'intervallo dal rilevamento precedente ottenendo gli spostamenti intervallo per intervallo (per esempio, navigando a cinque nodi in direzione nord-est per mezz'ora, la nave si troverà a 2,5 miglia nautiche a nord-est del punto in cui si trovava), e sommare i successivi

spostamenti (mutamenti di posizione) per ottenere i mutamenti netti di posizione. Tali reiterate somme degli spostamenti longitudinali e latitudinali costituiscono la stima dedotta della posizione della nave<sup>38</sup>.

Il pubblico è incredulo. Tutti questi calcoli dentro la minuscola testa, una capocchia di spillo, di una formica? In realtà, per quanto riguarda i calcoli, si tratta di compiti semplici; con qualche piccolo pezzo che, nei magazzini di componenti elettronici, sono in vendita a peso per poche lire, si può costruire un congegno che li esegua. Ma le idee sul sistema nervoso sono state così impoverite dall'associazionismo che uno psicologo, se mai osasse attribuire un macchinario del genere al cervello



umano, per non parlare di quello delle formiche, sarebbe accusato di speculazioni insensate, viziose. È possibile che una formica sia davvero capace di calcolo differenziale, o anche soltanto di aritmetica? Non apertamente, certo, ma neanche noi, allora, quando esercitiamo la nostra facoltà di navigazione stimata, il nostro «senso dell'orientamento». I calcoli della navigazione stimata sono svolti a livello inconscio, e i loro risultati emergono alla nostra coscienza (e a quella delle formiche, se ne hanno una) come astratta sensazione che la casa è da quella parte, a quella distanza.

Altri animali eseguono sequenze di operazioni aritmetiche, logiche, e di

immagazzinamento e recupero di dati, ancora più complicate. Molti uccelli migratori volano per migliaia di chilometri, di notte, e mantengono la direzione guardando le costellazioni. Da lupetto, nei boy-scout, imparai come localizzare la stella polare: basta individuare la punta del timone del Piccolo Carro, o prendere le due stelle del retro del Grande Carro e, sulla loro linea, moltiplicarne la distanza per quattro. Gli uccelli non sono nati sapendolo, non perché sia impensabile che simili cognizioni siano innate, ma perché, se fossero innate, diverrebbero ben presto obsolete. L'asse di rotazione della Terra, e quindi il polo celeste (il punto nel cielo corrispondente al nord),

ruotano in un ciclo di 27.000 anni detto precessione degli equinozi. Sul calendario evolucionistico, è un ciclo rapido, e gli uccelli hanno risposto evolvendo uno speciale algoritmo per apprendere dove il polo celeste si trovi nel cielo notturno. Tutto ciò accade quando sono ancora nel nido e non sanno volare. Implumi, guardano il cielo per ore, di notte, osservando la lenta rotazione delle costellazioni, trovano il punto attorno al quale le stelle sembrano muoversi e ne rilevano la posizione rispetto a numerose costellazioni vicine, acquisendo l'informazione che io ricevevo dal manuale dei lupetti. Mesi dopo sono in grado di usare qualsiasi di quelle costellazioni per mantenere una

rotta costante, per tenere il nord alle spalle, diciamo, volando verso sud, o per volare dritto verso il polo celeste, la primavera successiva, facendo ritorno a nord.

Le api mellifiche eseguono una danza che comunica alle loro compagne di sciame direzione e distanza di una fonte di cibo rispetto al sole. E, come se questo non fosse abbastanza impressionante, hanno evoluto una varietà di calibrazioni e di sistemi di riserva per far fronte alle complessità ingegneristiche della navigazione solare. La danzatrice, per compensare il movimento compiuto dal sole fra il momento in cui ha scoperto la fonte di cibo e il momento in cui trasmette

l'informazione, si serve di un orologio interno. Se è nuvoloso, le altre api stimano la direzione basandosi sulla polarizzazione della luce nel cielo. Tali prodezze rappresentano la punta dell'iceberg dell'ingegnosità delle api mellifiche, documentata da Karl von Frisch, James Gould e altri. Un mio collega psicologo, pensando che le api offrissentro una buona opportunità pedagogica per far capire agli studenti la sofisticatezza delle reti neurali, decise una volta di dedicare la prima settimana del suo corso di primo livello in scienza cognitiva ad alcune delle loro prodezze. L'anno successivo queste lezioni invasero la seconda settimana, poi la terza e così via, finché gli studenti

giunsero a lamentare che il corso s'era trasformato in un'«introduzione alla cognizione delle api».

Di esempi simili ce ne sono decine. Molte specie calcolano quanto tempo dedicare a cercare cibo in ogni singolo pezzo di terreno in modo da ottimizzare il tasso di calorie ricavate per energia spesa nella ricerca. Alcuni uccelli imparano a calcolare il percorso compiuto dal sole sull'orizzonte nel corso del giorno e dell'anno, calcolo necessario per navigare in base al sole. Il barbagianni usa differenze inferiori al millisecondo nei tempi di arrivo del suono alle sue due orecchie per piombare su un topo da cui proviene appena qualche fruscio nell'oscurità più

fitta. Le specie che fanno uso di nascondigli depositano noci e semi, per sventare i furti, in luoghi imprevedibili, ma mesi dopo devono ricordarseli tutti. Nel capitolo precedente ho accennato a come la nocciolaia del Nordamerica sia capace di ricordare diecimila nascondigli. Persino i condizionamenti dovuti al ripetersi di esperienze e quelli pavloviani, i casi da manuale dell'apprendimento per associazione, si rivelano frutto non di una generale tendenza di stimoli e risposte ad accoppiarsi nel cervello, bensì di complessi algoritmi applicati ad analisi di serie temporali non stazionarie a più variabili (che predicono quando gli eventi si produrranno basandosi sulla

storia delle loro occorrenze)<sup>39</sup>.

La morale di questo show di animali è che i loro cervelli sono specializzati e frutto di buona ingegneria non meno dei loro corpi. Il cervello è uno strumento di precisione che permette a una creatura di usare l'informazione per risolvere i problemi posti dal suo modo di vivere. Poiché i modi di vivere degli organismi sono diversi, e le interconnessioni fra le specie hanno la forma di un grande cespuglio, non di una grande catena, non è possibile stabilire una gerarchia delle specie in base al QI o alla percentuale di intelligenza umana che hanno raggiunto. Qualunque dote speciale abbia la mente umana, non si tratta di una maggiore, o migliore, o più



flessibile            intelligenza            animale:  
un'intelligenza animale generica non  
esiste. Ogni animale ha evoluto un  
meccanismo            di            elaborazione  
dell'informazione designato a risolvere i  
propri problemi, e noi ne abbiamo  
evoluto uno per risolvere i nostri. I più  
che complessi algoritmi che si trovano  
persino nei più minuti frammenti di  
tessuto nervoso sono un ulteriore  
contributo – insieme alla difficoltà di  
costruire un robot, agli effetti circoscritti  
dei danni cerebrali e alle somiglianze  
fra gemelli cresciuti separatamente – a  
farci aprire gli occhi sulla complessità  
che dobbiamo aspettarci di trovare  
nascosta nella mente umana.

I cervelli dei mammiferi, come i loro corpi, seguono un piano generale comune. Molti dei medesimi tipi di cellule, sostanze chimiche, tessuti, sottorganismi, stazioni di smistamento e corsie si trovano ovunque, tra di essi, e le maggiori differenze visibili sono ingrossamenti o contrazioni di parti. Al microscopio, tuttavia, le diversità emergono. Il numero di aree corticali varia moltissimo, da venti o meno nei topi a cinquanta o più negli esseri umani. I primati differiscono dagli altri mammiferi per il numero di aree visive, le loro interconnessioni e il loro collegamento con le regioni motorie e decisionali dei lobi frontali. Quando una specie è dotata di uno spiccato talento,

esso si riflette nell'anatomia globale del cervello, a volte in modi visibili a occhio nudo. La conquista del cervello delle scimmie da parte delle aree visive (circa metà del territorio) riflette o, più esattamente, permette la loro competenza in ambiti quali la profondità, il colore, il movimento e la presa guidata dalla visione. I pipistrelli che si affidano al sonar dispongono di aree cerebrali addizionali designate all'ascolto ultrasonico, e i topi del deserto che nascondono i semi nascono con un ippocampo, sede della mappa cognitiva, più grande rispetto a specie a loro strettamente imparentate che invece non usano nascondigli<sup>40</sup>.

Anche il cervello umano racconta una

storia evolutivista. A indicare che, per diventare un cervello umano, il cervello dei primati dev'essere stato notevolmente ristrutturato, basta un veloce confronto. Il nostro cervello è circa tre volte troppo grande per una scimmia generica delle nostre dimensioni corporee. L'ingrossamento si compie perché la crescita fetale del cervello si prolunga per un anno dopo la nascita. Se il nostro corpo, nello stesso periodo, crescesse in proporzione, saremmo alti oltre tre metri e peseremmo mezza tonnellata<sup>41</sup>.

I lobi e le zone maggiori del cervello sono stati anch'essi ristrutturati. I bulbi olfattori, sottesi al senso dell'olfatto, si sono contratti a un terzo della

dimensione di quelli dei primati (già piuttosto piccoli per gli standard dei mammiferi), e anche le aree corticali principali addette a visione e movimento si sono proporzionalmente ristrette. All'interno del sistema visivo, la prima fermata dell'informazione, la corteccia visiva primaria, occupa una percentuale minore del cervello, mentre le aree più tarde addette all'elaborazione di forme complesse si sono ingrandite, e così le aree temporo-parietali, che instradano l'informazione visiva verso le regioni del linguaggio e concettuali. Le aree pertinenti all'udito, specie alla comprensione del parlato, sono cresciute, e i lobi prefrontali, sede del pensiero deliberato e della

pianificazione, si sono ingrossati fino a diventare due volte più grandi di quelli che un primate delle nostre dimensioni dovrebbe avere. Se i cervelli delle scimmie mostrano asimmetrie minime, quello umano, specie nelle aree pertinenti al linguaggio, è così sbilenco che i due emisferi, a metterli in un vaso, sono distinguibili per la loro forma. Certe aree cerebrali dei primati, inoltre, sono state adibite a nuove funzioni. L'area di Broca, che ha a che vedere con la facoltà di parlare, ha un omologo (un equivalente evolucionistico) nelle scimmie, le quali tuttavia, è chiaro, non se ne servono per parlare e nemmeno, sembra, per produrre squittii, latrati e altri richiami.

Trovare queste differenze è interessante, ma il cervello umano sarebbe radicalmente diverso da quello delle scimmie anche se uno apparisse un perfetto modello in scala dell'altro. Decisivi sono i pattern delle connessioni fra neuroni, proprio come le differenze di contenuto fra diversi programmi per computer, microchip, libri o videocassette non stanno nelle loro forme superficiali, bensì nelle combinazioni delle loro più piccole componenti. Del microcircuito del cervello umano in funzione non sappiamo praticamente nulla: scarseggiano i volontari disposti a cedere il loro cervello alla scienza prima di morire. Se potessimo in

qualche modo leggere il codice del circuito neurale di esseri umani e scimmie in sviluppo, vi troveremmo senza dubbio differenze sostanziali.

I meravigliosi algoritmi degli animali sono meri «istinti» che noi abbiamo perduto o superato? Si dice spesso che gli esseri umani, a parte le funzioni vegetative, non abbiano istinti; noi, si dice, ragioniamo e ci comportiamo con flessibilità, non vincolati a un macchinario specializzato. I bipedi implumi sanno d'astronomia, certo, in un senso che ai bipedi pennuti sfugge del tutto! Ma, se è così, non è perché abbiamo meno istinti degli altri animali, bensì perché ne abbiamo di più. La nostra vantata flessibilità viene da



quantità di istinti assemblati in programmi e messi in competizione. Darwin ha definito il linguaggio umano, esempio per eccellenza di comportamento flessibile, «un istinto per acquisire un'arte» (offrendomi il titolo per *L'istinto del linguaggio*), e il suo seguace William James ha sottolineato:

Ora, perché diversi animali debbono compiere quelle che sembrano a noi cose così strane, in presenza di stimoli così alieni? Perché dovrebbe, per esempio, la gallina sottoporsi alle noie di covare un gruppo di cose così poco interessanti e poco rassicuranti quali sono raccolte in un cesto di uova, se non avesse un qualche sentore profetico del risultato? La sola risposta possibile è *ad hominem*. Noi possiamo interpretare gli istinti dei bruti

solo mediante ciò che sappiamo degli istinti nostri. Perché, quando possono, gli uomini si siedono sempre sui soffici letti anziché sul duro terreno? Perché vanno attorno alla stufa d'inverno? Perché, novantanove volte su cento, trovandosi in una camera si volgono tutti verso il centro anziché verso i muri? Perché preferiscono tutti il filetto di montone e il vino di Champagne al pane secco e all'acqua sudicia? Perché la ragazza interessa tanto il giovanotto, che soltanto ciò che riguarda lei gli sembra più interessante e più importante di ogni altra cosa al mondo?

Possiamo dire soltanto che questi sono modi umani, e che ogni creatura predilige i suoi propri modi, e tende naturalmente a seguirli. La scienza può prendere in esame questi modi e trovare che alcuni sono utili. Ma non è per la loro utilità che essi sono seguiti, ma perché al momento di seguirli

sentiamo che quella è la sola cosa appropriata e naturale da fare. Non c'è un uomo normale su un milione di persone che, andando a pranzo, pensi di fare cosa utile. Mangia perché quel cibo ha un buon sapore e gliene fa desiderare di più. Se gli chiedete perché debba aver bisogno di mangiare ancora di ciò che ha quel dato gusto, egli, invece di riverire in voi un filosofo, probabilmente riderà prendendovi per uno stolto...

E così, probabilmente, sente ogni animale riguardo a quelle cose particolari che egli tende a fare in presenza di oggetti particolari... Per la gallina che vuol covare, probabilmente sembrerebbe mostruosa l'idea che esista al mondo una creatura per la quale un cestino con delle uova non sia un oggetto così affascinante, prezioso e da-non-essere-mai-stanchi-di-sedervicisopra, che è per essa<sup>42</sup>.

Le reazioni umane descritte da James potrebbero ancora colpirvi quali versioni di istinti animali. E il nostro pensiero razionale, flessibile? È spiegabile come una serie di istinti? Nel capitolo precedente ho mostrato come la nostra intelligenza di precisione possa essere scomposta in agenti o reti di elaborazione d'informazione sempre più piccoli. Ai livelli più bassi i passaggi devono essere automatici ed esenti da analisi come le reazioni del più primitivo degli animali. Ricordiamo che cosa disse la tartaruga ad Achille. Nessuna creatura razionale può consultare regole dall'inizio alla fine: questa «fine» porterebbe a un regresso all'infinito. A un certo punto chi pensa

deve eseguire una regola, perché non può farne a meno: è così che funzionano gli esseri umani, va da sé, è l'unica reazione opportuna e naturale, è, insomma, un istinto. Quando tutto va bene, i nostri istinti di ragionamento si connettono in complessi programmi di analisi razionale, ma non perché siamo in qualche modo in comunicazione con un regno della verità e della ragione. Gli stessi istinti possono essere allettati da sofismi, scontrarsi con paradossi quali le affascinanti dimostrazioni di Zenone sull'impossibilità del moto, o farci girare la testa portandoci a riflettere su misteri quali la facoltà senziente e il libero arbitrio. Come un etologo svela gli istinti di un animale manipolando

abilmente il suo mondo, infilando per esempio in un alveare un'ape meccanica o allevando un pulcino in un planetario, gli psicologi possono svelare gli istinti di ragionamento umani impostando problemi di sottigliezza diabolica, come vedremo nel [capitolo V](#).

### *La nicchia cognitiva*

Il *Dizionario del diavolo* di Ambrose Bierce definisce la nostra specie in questi termini:

UOMO, s. Animale così perduto nell'estasiata contemplazione di quello che crede di essere, da trascurare quello che indubbiamente dovrebbe essere. La sua principale occupazione è lo sterminio

di altri animali e della sua stessa specie, la quale però si moltiplica con rapidità così persistente da infestare tutta la terra abitabile nonché il Canada.

*L'Homo sapiens sapiens* è in effetti un animale senza precedenti, dotato di numerosi tratti unici o estremi dal punto di vista zoologico. Gli esseri umani raggiungono i loro obiettivi tramite complesse catene comportamentali, messe insieme lì per lì e su misura per la situazione data. Essi pianificano il comportamento usando modelli cognitivi della struttura causale del mondo: modelli che apprendono nel corso della vita e comunicano tramite il linguaggio, che consente il cumularsi della conoscenza all'interno di un gruppo e di

generazione in generazione. Fabbricano e hanno bisogno di numerosi tipi di utensili. Scambiano beni e favori su lunghi periodi di tempo. Il loro cibo viene trasportato a grande distanza, notevolmente elaborato, immagazzinato e distribuito. Il lavoro è diviso fra i sessi. Essi formano grandi e strutturati sodalizi, specie fra maschi, che si muovono guerra l'un l'altro. Usano il fuoco. I loro sistemi di parentela sono complessi e variano insieme con altri aspetti del loro stile di vita. Gli accoppiamenti sono negoziati dalla famiglia, spesso da gruppi che si scambiano le figlie. L'ovulazione è nascosta, e le femmine possono decidere di avere rapporti sessuali in qualunque



momento, piuttosto che in certi periodi del ciclo riproduttivo<sup>43</sup>.

Qualcuno di questi tratti si ritrova in alcune delle grandi scimmie, ma a un grado molto minore, e la maggior parte non si ritrova affatto. Gli esseri umani, inoltre, hanno riscoperto tratti rari fra i primati, ma presenti in altri animali. Sono bipedi. Vivono più a lungo delle altre scimmie, e partoriscono piccoli inermi che rimangono bambini (cioè sessualmente immaturi) per buona parte della vita. La caccia è tra di loro importante, e la carne ha un posto di rilievo nella loro dieta. I maschi investono nella prole: portano in braccio i bambini, li proteggono contro gli animali e altri esseri umani e li

riforniscono di cibo. Infine, come fa notare il *Dizionario del diavolo*, gli esseri umani occupano ogni ecozona della Terra.

A parte la ristrutturazione dello scheletro da cui ci viene la posizione eretta e la precisione di manipolazione, ciò che ci rende inusuali non è il nostro corpo, ma il comportamento e i programmi mentali che lo organizzano. Nel fumetto *Calvin and Hobbes*, Calvin chiede al suo compagno tigre perché la gente non è mai contenta di quello che ha. Hobbes risponde: «Scherzi? Avete unghie che fanno ridere, neanche una zanna, non vedete di notte, le vostre natiche rosa sono ridicole, i vostri riflessi uno zero, e non avete neanche la

coda! Per forza la gente non è contenta!». Eppure, malgrado questi handicap, sono gli esseri umani a decidere del destino delle tigri, non viceversa. L'evoluzione umana è l'originale vendetta dei buoni a nulla.

I teorici dell'evoluzione umana, arretrando forse inorriditi di fronte a questa immagine di disadattati dal volto giallognolo, con le mani in tasca, vestiti di tessuti sintetici, hanno cercato in lungo e in largo teorie alternative. L'ingegnosità umana è stata spiegata come un sottoprodotto di vasi sanguigni del cranio che irradiano calore, come uno strumento di corteggiamento sviluppatosi a dismisura tipo la coda del pavone, come il prolungamento di

un'infanzia da scimpanzé e come una valvola di sicurezza che ha salvato la specie dal vicolo cieco evolutivistico di fare sempre meno figli. Anche nelle teorie che riconoscono che la stessa intelligenza è frutto di selezione, le cause non sono all'altezza degli effetti. In alcune versioni della storia, per esempio, la mente umana fatta e finita avrebbe visto la luce per risolvere problemini quali lo scalpellare utensili nella pietra, spaccare noci e ossa, prendere a sassate gli animali, non perdere di vista i figli quando iniziano a sgambettare, seguire i branchi per impossessarsi degli animali morti che lasciano dietro di sé e mantenere i legami sociali in un vasto gruppo.

In tali versioni dei granelli di verità vi sono, ma a mancare è la leva di una buona ingegneria inversa. La selezione naturale volta alla soluzione di un problema specifico tende a modellare un *idiot savant* quanto formiche capaci di navigazione stimata e uccelli che osservano le stelle. Quello che ci occorre sapere è a cosa servono i tipi più generali di intelligenza che troviamo nella nostra specie, il che richiede non solo scarni complimenti tipo «flessibilità» o «intelligenza», ma una buona descrizione delle improbabili prodezze che la mente umana compie. Tale descrizione deve venire dalla moderna scienza cognitiva, o della mente. E siccome ad agire sulla

selezione è il destino dell'intero individuo, spiegare l'evoluzione di un cervello in una vasca da bagno non basta. Una buona teoria deve mettere in rapporto tutte le parti dello stile di vita umano: tutte le età, entrambi i sessi, alimentazione, habitat, vita sociale. Deve, cioè, definire la nicchia ecologica occupata dagli esseri umani.

L'unica teoria dimostratasi all'altezza della sfida è dovuta a John Tooby e all'antropologo Irvén DeVore. Tooby e DeVore iniziano osservando che le specie evolvono a spese l'una dell'altra. Se, nelle nostre fantasie, vediamo terre di latte e miele, montagne di zucchero candito, alberi di mandarini e cieli di marmellata, gli ecosistemi veri sono

un'altra cosa. A parte i frutti (che, astutamente, fanno spargere i propri semi dagli animali affamati), in pratica ogni cibo è parte del corpo di qualche organismo, che se lo terrebbe volentieri per sé. Per evitare d'essere mangiati, gli organismi evolvono delle difese, e i potenziali commensali, a loro volta, evolvono armi per vincerle, spingendo le potenziali portate a evolvere difese migliori, e così via, in un'evoluzionistica corsa agli armamenti. Tali armi e difese hanno fondamenta genetiche e, nel corso della vita dell'individuo, restano relativamente le stesse; quindi si modificano con lentezza. L'equilibrio fra mangiatore e mangiato si sviluppa solo in una scala

temporale evolucionistica.

Gli esseri umani, suggeriscono Tooby e DeVore, hanno occupato la «nicchia cognitiva». Ricordiamo la definizione di intelligenza del [capitolo II](#): usare la conoscenza di come le cose funzionano per raggiungere obiettivi di fronte a ostacoli. Imparando quali manipolazioni raggiungono quali obiettivi, gli esseri umani sono diventati padroni dell'arte dell'attacco a sorpresa. Essi ricorrono a linee d'azione orientate all'obiettivo e innovative per superare la linea Maginot di organismi che possono reagire soltanto in tempi evolucionistici. Le manipolazioni possono essere innovative perché la conoscenza umana non s'incarna soltanto in istruzioni



concrete tipo «come acchiappare un coniglio». Gli esseri umani analizzano il mondo usando teorie intuitive riguardanti oggetti, forze, traiettorie, luoghi, maniere, stati, materie, sostanze biochimiche nascoste e, quanto agli altri animali ed esseri umani, credenze e desideri. (Queste teorie intuitive sono oggetto del [capitolo V](#)). Le persone si formano nuove cognizioni e progetti mettendo in atto mentalmente interazioni combinatorie fra queste leggi<sup>44</sup>.

Molti teorici si sono chiesti che se ne facciano, i cacciatori-raccoglitori illetterati, della loro capacità di intelligenza astratta. La stessa domanda potrebbero porsi, a maggior ragione, i cacciatori-raccoglitori sui

teledipendenti dei nostri giorni. La vita, per i cacciatori-raccoglitori (nostri antenati inclusi), è come un campeggio libero che non finisce mai, ma senza sacchi a pelo, coltellini svizzeri e pasta al pesto liofilizzata. Vivendo di espedienti, i gruppi umani sviluppano tecnologie sofisticate e interi corpus di scienza popolare. Tutte le culture umane documentate possiedono parole per designare spazio, tempo, moto, velocità, stati mentali, utensili, flora, fauna, condizioni meteorologiche e connettivi logici (non, e, stesso, opposto, parte-tutto, generaleparticolare). Essi combinano le parole in costrutti grammaticali e ne usano i contenuti per ragionare su entità invisibili quali

malattie, forze meteorologiche e animali assenti. Sulle mappe mentali sono riportate le posizioni di migliaia di luoghi degni d'attenzione, e sui calendari mentali sperimentati cicli meteorologici, migrazioni animali e le storie di vita delle piante<sup>45</sup>. L'antropologo Louis Liebenberg ha raccontato una tipica esperienza vissuta con gli !Xõ del centro del deserto del Kalahari:

Mentre seguivamo le tracce lasciate, la sera precedente, da un solitario gnu, i cacciatori !Xõ notarono dei segni di terreno calpestato; indicavano che in quel punto l'animale aveva dormito. Le tracce che da lì si allontanavano, spiegarono poi, erano relativamente fresche: dovevano

essere state lasciate presto quella mattina. Inoltre seguivano una traiettoria dritta, il che indicava che l'animale aveva puntato verso una precisa meta. Dopo un po' un cacciatore si mise a studiare, in una specifica zona, diverse serie di impronte. Appartenevano tutte allo stesso animale, osservò, ma risalivano ai giorni precedenti. Quella particolare zona, spiegò, era il terreno di ricerca di cibo di quello specifico animale. E siccome, ormai, era quasi mezzogiorno, c'era da aspettarsi che lo gnu stesse riposandosi all'ombra negli immediati dintorni<sup>46</sup>.

Tutti i popoli di cacciatori-raccoglitori fabbricano coltelli, mortai, contenitori, cordame, reti, ceste, leve, lance e altre armi. Usano fuoco, ripari e sostanze medicinali. La loro ingegneria

testimonia spesso notevole intelligenza: sfrutta i veleni, si serve del fumo per snidare gli animali, fa uso di trappole a base di colla o di lacci, reti da pesca di vario tipo, lenze ed esche, recinti per le bestie, sbarramenti di fiumi per catturare il pesce, pozzi e cime di rocce mimetizzati, cerbottane, archi e frecce, e specie di aquiloni che si trascinano dietro vischiose lenze fatte di tela di ragno<sup>47</sup>.

La ricompensa è la capacità di scassinare le casseforti di molti altri esseri viventi: animali nascosti in tane, organi di immagazzinamento sotterranei di piante, noci, semi, midollo osseo, animali e piante corazzati, uccelli, pesci, molluschi, tartarughe, piante velenose

(la cui tossicità viene neutralizzata sbucciandole, cuocendole, per ammollo, bollitura, fermentazione, filtrazione e altri trucchi da maghi della cucina), animali veloci (cui si possono tendere agguati) e animali grandi (che, cooperando in gruppo, è possibile far correre, spossare, circondare e far fuori con le armi).

Ogden Nash ha scritto:

Si acquatta nel nascondiglio il  
cacciatore

Mimetizzato d'ogni colore,

E si esibisce in un qua-qua infernale

Per attirarla alla trappola fatale.

È un uomo adulto, è coraggioso, e  
spera

Di farla in barba a un'anatra, stasera.

E gliela fa in barba. Gli esseri umani godono dell'iniquo vantaggio di poter attaccare, nel corso di una vita, organismi che potranno potenziare le loro difese soltanto in vite successive. Molte specie non sono in grado di evolvere difese abbastanza in fretta, neanche in tempi evolucionistici, da difendersi contro di loro. È per questo che le specie, non appena gli esseri umani entrano in un ecosistema, cadono come mosche. E non si tratta solo della *percina tanasi* e della civetta delle nevi, recentemente minacciati da dighe e taglialegna. La ragione per cui non avete mai visto in vita un mastodonte, uno

smilodonte, un rinoceronte vellosissimo gigante, o altri fantastici animali dell'era glaciale, è che gli esseri umani, a quanto pare, li portarono a estinzione migliaia di anni fa<sup>48</sup>.

La nicchia cognitiva comprende molti dei caratteri zoologicamente inconsueti della nostra specie. La fabbricazione e l'uso di utensili rappresentano l'applicazione di conoscenze su cause ed effetti fra oggetti nello sforzo di raggiungere obiettivi. Il linguaggio è un mezzo di scambio di conoscenze. Esso moltiplica i benefici del sapere, che diviene possibile non solo usare, ma scambiare con altre risorse, e ne abbassa il costo: permette di acquisire conoscenze grazie al sapere duramente



conquistato, ai colpi di genio e ai tentativi per prove ed errori altrui, piuttosto che solo con rischiose esplorazioni e sperimentazioni in proprio. L'informazione può essere condivisa a un costo trascurabile: se vi do un pesce, non ce l'ho più, ma se vi do l'informazione su come pescarlo, quest'informazione continuo ad averla. Uno stile di vita che sfrutti l'informazione, insomma, si addice al vivere in gruppo e al mettere in comune le competenze, alla cultura cioè. Le culture differiscono fra loro perché in esse sono messi in comune insiemi di competenze foggiate in tempi e luoghi diversi. Un'infanzia prolungata è un apprendistato alla conoscenza e alla

competenza. Il che fa pendere la bilancia dei guadagni e delle perdite a favore dell'investimento di tempo e risorse, da parte dei maschi, nella prole, e a sfavore della competizione per l'accesso sessuale alle femmine (vedi il [capitolo VII](#)). E questo, a sua volta, fa dei rapporti di parentela qualcosa che sta a cuore a entrambi i sessi e a tutte le età. La vita umana è lunga per ripagare l'investimento di un lungo apprendistato. È possibile colonizzare nuovi habitat perché, anche se le loro condizioni locali differiscono, essi obbediscono alle leggi della fisica e della biologia, già nel raggio di comprensione degli esseri umani, che possono sfruttarli e vincerne le insidie<sup>49</sup>.

## *Perché noi?*

Perché nella nicchia cognitiva entrò, per prima, una qualche scimmia del miocene? Perché non una marmotta, o un pesce gatto, o una tenia? Accadde una volta sola, quindi nessuno lo sa. Ma io tenderei a pensare che i nostri antenati avessero quattro caratteri che rendevano particolarmente facile e remunerativo evolvere migliori capacità di ragionamento causale.

Innanzitutto i primati sono animali visivi. In scimmie quali il reso, metà del cervello è dedicato alla vista. La visione stereoscopica, l'utilizzo delle differenze di punto d'osservazione fra i due occhi per conferire un senso di

profondità, si sviluppò ben presto fra i primati, consentendo ai primi di loro, notturni, di muoversi tra sottili, infideli rami e afferrare insetti con le mani. La visione a colori accompagnò il passaggio degli antenati delle scimmie al turno di giorno e a un nuovo gusto per i frutti, che pubblicizzano la loro maturazione con tinte sgargianti<sup>50</sup>.

Perché la visione dovrebbe fare tanta differenza? La percezione della profondità definisce uno spazio tridimensionale pieno di oggetti solidi mobili. Il colore fa «balzar fuori» un oggetto dallo sfondo e dà una sensazione che corrisponde alla materia di cui esso è fatto, diversa dalla percezione della forma di questa materia. Insieme, essi

hanno stimolato il cervello dei primati a dividere il flusso d'informazione visiva in due correnti: un sistema «che cosa», per gli oggetti e le loro forme e composizioni, e un sistema «dove», per le loro posizioni e movimenti. Non può essere un caso che la mente umana afferri il mondo, anche i concetti più astratti ed eterei, come uno spazio pieno di cose e materie mobili (vedi i capitoli IV e V). Noi diciamo che John è passato attraverso una malattia anche se non si è mosso di un millimetro ed è rimasto tutto il tempo a letto. Mary può avergli dato dei consigli anche se non hanno fatto che parlare al telefono, e non c'è stato niente che sia passato da una mano all'altra. Persino gli scienziati, quando cercano di

cogliere astratti rapporti matematici, li rappresentano in grafici che attribuiscono a essi forme bi e tridimensionali. La nostra capacità di pensiero astratto ha fatto proprio il sistema di coordinate e il repertorio di oggetti messi a disposizione per noi da un ben sviluppato sistema visivo<sup>51</sup>.

Più difficile è capire come un mammifero qualunque avrebbe potuto muoversi in questa direzione. La maggior parte dei mammiferi schiacciano il naso contro il terreno odorando le ricche tracce chimiche lasciate dietro di sé da altri esseri viventi. Chiunque abbia portato a spasso uno zampettante cocker e l'abbia visto esplorare gli invisibili tesori di un

marciapiede, sa che vive in un mondo olfattivo che va al di là della nostra comprensione. Per dare un'idea della differenza si potrebbe, esagerando un po', dire che invece di vivere in uno spazio coordinato a tre dimensioni, animato da oggetti mobili, i normali mammiferi vivono in un mondo piatto, bidimensionale, che esplorano da uno spioncino a zero dimensioni. *Flatlandia*, di Edwin Abbott, romanzo matematico sugli abitanti di un universo piatto, dimostra che un mondo bidimensionale non differisce dal nostro solo perché manca di un terzo delle dimensioni usuali. Molte configurazioni geometriche sono semplicemente impossibili. Una figura umana di prospetto non permette

di introdurre cibo in bocca, e una in sezione verrebbe divisa in due pezzi dal tubo digerente. Semplici oggetti come tubi, nodi e ruote provviste di assi sono impossibili da fabbricare. Se la maggior parte dei mammiferi pensa in una «flatlandia» cognitiva, manca dei modelli mentali di oggetti solidi mobili in rapporti meccanici e spaziali tridimensionali divenuti così indispensabili alla nostra vita mentale<sup>52</sup>.

Un secondo possibile prerequisito, che troviamo negli antenati comuni di esseri umani, scimpanzé e gorilla, è la vita in gruppo. La maggior parte delle scimmie sono esseri sociali, anche se non lo sono la maggior parte dei mammiferi. Vivere insieme ha dei



vantaggi. Un gruppo di animali non è molto più individuabile, da parte di un predatore, di un animale singolo, e se viene individuato, la possibilità per ogni singolo individuo di essere preso si distribuisce. (In macchina ci si sente meno vulnerabili se a superare il limite di velocità si è in tanti, perché aumentano le possibilità che la polizia stradale fermi qualcun altro). Inoltre, ci sono più occhi, orecchie e nasi suscettibili di accorgersi del predatore, e a volte è possibile assalire l'aggressore in massa. Un secondo vantaggio sta nell'efficienza nel procurarsi il cibo. Il vantaggio è evidente soprattutto nella caccia cooperativa dei grandi animali, lupi e

leoni per esempio, ma anche quando si tratta di condividere e difendere risorse elementari deperibili troppo grosse per essere consumate dall'individuo che le ha trovate, come un albero carico di frutti maturi. I primati che vivono di frutti, e quelli che passano la maggior parte del tempo in campo aperto (dove sono più vulnerabili ai predatori), tendono a vivere in gruppo.

La vita in gruppo potrebbe avere aperto la strada all'evoluzione di un'intelligenza di tipo umano in due modi. Con un gruppo già costituito, il valore di disporre di migliori informazioni si moltiplica, perché l'informazione è l'unico bene che possa venire ceduto e conservato nello stesso

tempo. Quindi un animale più astuto, a vivere in gruppo, gode di un doppio vantaggio: quello del sapere e quello di scambiare il sapere con qualcos'altro.

L'altro modo nel quale un gruppo può essere una fucina di intelligenza sta nel fatto che vivere in gruppo pone nuove sfide cognitive. La «pazza folla», per richiamarsi al titolo del celebre romanzo di Thomas Hardy, comporta anche degli svantaggi. I vicini competono fra loro per il cibo, l'acqua, i partner sessuali, i luoghi in cui farsi la tana. E poi c'è il rischio dello sfruttamento. L'inferno sono gli altri, disse Jean-Paul Sartre, e, se i babbuini fossero filosofi, direbbero senza dubbio che l'inferno sono gli altri babbuini. Gli animali sociali rischiano il

furto, il cannibalismo, che il partner li tradisca, l'infanticidio, l'estorsione e altre perversità<sup>53</sup>.

Ogni creatura sociale sta in equilibrio fra il godere i benefici e il subire i costi del vivere in gruppo, il che crea una pressione che induce a cercare, diventando intelligenti, di stare dalla parte giusta del confine. In molti tipi di animali, le specie dal cervello più grande e dal comportamento più intelligente sono sociali: api, pappagalli, delfini, elefanti, lupi, leoni marini e, naturalmente, scimmie, gorilla e scimpanzé. (L'orango, intelligente ma perlopiù solitario, è un'enigmatica eccezione). Gli animali sociali inviano e ricevono segnali intesi a coordinare la

predazione, la difesa, la raccolta di cibo e l'accesso sessuale collettivo. Essi si scambiano favori, pagano e pretendono il pagamento di debiti, puniscono gli imbrogli e aderiscono a coalizioni.

L'espressione, applicabile a tutti gli ominoidei, «maligno come una scimmia» dice qualcosa. I primati sono consumati, sfacciati bugiardi. Si nascondono agli occhi dei rivali per amoreggiare, gridano al lupo per attrarre o distogliere l'attenzione, giungono addirittura ad atteggiare le labbra per darsi un'espressione impassibile. Gli scimpanzé tengono d'occhio, almeno approssimativamente, gli obiettivi perseguiti dai compagni, e a volte sembrano usare i propri a fini didattici e

d'inganno. Uno scimpanzé cui venne mostrata una serie di scatole piene di cibo e una con dentro un serpente, portò i suoi compagni dal serpente e, quando furono scappati via strillando, banchettò in santa pace<sup>54</sup>. I cercopitechi verdi sono delle comari, non si perdono una mossa di chi va e chi viene, amici e nemici, dai loro compagni, ma, quanto al mondo non sociale, sono così ottusi che non s'accorgono delle tracce di un pitone né della minacciosa presenza di una carcassa su un albero, inconfondibile opera di un leopardo<sup>55</sup>.

Molti teorici hanno avanzato l'ipotesi che il cervello umano sia frutto di una corsa agli armamenti cognitiva lanciata dalla machiavellica intelligenza dei

nostri antenati primati. Per soggiogare una pianta o una pietra non c'è bisogno di una grande potenza cerebrale, dice quest'ipotesi, ma l'altro è intelligente più o meno come te, e dell'intelligenza può far uso contro i tuoi interessi. Ti conviene quindi pensare a quello che lui pensa di quello che tu pensi che egli pensi. Per quanto riguarda la potenza cerebrale, la gara per mantenersi al passo con i vicini è senza fine.

La mia personale opinione è che per dare il via all'intelligenza umana non sia bastata una corsa agli armamenti cognitiva. Qualsiasi specie sociale avrebbe potuto avviare un'escalation senza fine di potenza cerebrale, ma tranne la nostra non l'ha fatto nessuna,

probabilmente perché, senza qualche altro mutamento nello stile di vita, i costi dell'intelligenza (dimensioni del cervello, infanzia prolungata e così via) avrebbero poco a poco vanificato il feedback positivo. Gli esseri umani non sono eccezionali solo per intelligenza sociale, ma anche per intelligenza meccanica e biologica. In una specie che funziona grazie all'informazione, ogni facoltà moltiplica il valore delle altre<sup>56</sup>. (Per inciso, l'espansione del cervello umano non è un capriccio evolucionistico per assicurarsi in quattro e quattr'otto un feedback positivo. Il cervello ha triplicato le sue dimensioni in cinque milioni di anni, con comodo insomma, dati i ritmi evolucionistici.



C'è stato abbastanza tempo, nell'evoluzione degli ominidi, perché crescesse rapidamente fino a raggiungere la dimensione umana, tornasse a rimpicciolirsi e crescesse di nuovo più e più volte)<sup>57</sup>.

Un terzo prerequisito dell'intelligenza, oltre alla buona vista e ai grandi gruppi, è la mano. I primati si sono evoluti sugli alberi, e dispongono di mani per afferrare i rami. Se le altre scimmie, per correre lungo di essi, usano tutti e quattro gli arti, gorilla, scimpanzé, oranghi e gibboni, le cosiddette grandi scimmie, si lasciano pendere dai rami, e usano soprattutto le braccia. Essi hanno messo a profitto le loro mani ben sviluppate per manipolare

gli oggetti. I gorilla dissezionano con grande cura piante dure o spinose per estrarne le sostanze commestibili, e gli scimpanzé fanno uso di semplici strumenti quali steli per stanare le termiti, sassi per spaccare le noci e foglie pestate per assorbire l'acqua. Come disse Samuel Johnson a proposito dei cani che camminano sulle zampe posteriori, non lo faranno granché bene, ma stupisce già che lo facciano. Le mani sono leve per influire sul mondo, e rendono l'intelligenza qualcosa di cui vale la pena disporre. Mani di precisione e intelligenza di precisione si sono evolute parallelamente nella Storia umana, e le testimonianze fossili indicano che ad aprire la strada furono

le mani.

Mani finemente modellate sono inutili se si è costretti a camminare su di esse tutto il tempo, e non avrebbero potuto evolversi da sole. Ogni osso del nostro corpo è stato rimodellato per darci la posizione eretta, che lascia libere le mani per i compiti di portare e manipolare cose. Ancora una volta, sono le grandi scimmie nostre antenate che dobbiamo ringraziare. Per lasciarsi pendere dagli alberi occorre un modello di corpo diverso da quello orizzontale a quattro ruote motrici della maggior parte dei mammiferi. I corpi delle grandi scimmie sono già spinti all'insù, con braccia diverse dalle gambe, e gli scimpanzé (come anche le normali

scimmie) camminano eretti per brevi distanze per trasportare cibo e oggetti.

È possibile che la posizione pienamente eretta si sia evoluta sotto più pressioni della selezione. Far camminare su due piedi un corpo uso a pendere dagli alberi è un modo efficace, dal punto di vista biomeccanico, di rimodellarlo perché possa coprire delle distanze sul terreno piano della savana in cui è di recente penetrato. La posizione eretta consente inoltre di sbirciare al di sopra dell'erba come una marmotta. Gli ominidi escono all'aperto sotto il sole di mezzogiorno: quest'orario di lavoro, zoologicamente inconsueto, è all'origine di numerosi adattamenti umani per mantenersi

freschi, come la mancanza di pelo e l'abbondante sudore. La posizione eretta potrebbe essere un altro di questi; è il contrario di stare sdraiati per abbronzarsi.

Ma stimoli cruciali devono essere stati il trasporto e la manipolazione. Con le mani libere, è possibile mettere insieme utensili con materiali reperiti in luoghi diversi e portarli dove sono più utili, e cibi e bambini possono essere portati al sicuro o in zone produttive<sup>58</sup>.

Un'ultima spinta propulsiva verso l'intelligenza venne dalla caccia. La caccia, l'uso di utensili e l'andatura bipede costituivano per Darwin la speciale, trinità che aveva reso possibile l'evoluzione umana. L'«uomo

cacciatore» è stato il grande archetipo, a livello di cultura alta come di cultura popolare, degli anni Sessanta. Nel piccolo pianeta sotto l'influenza del femminismo degli anni Settanta, tuttavia, l'immagine del «macho» caratteristica del decennio di John Glenn e James Bond perse la sua attrattiva. Un grosso problema per l'uomo cacciatore era che attribuiva lo sviluppo dell'intelligenza al lavoro d'équipe e alla capacità di previsione necessari agli uomini, riuniti in gruppi, per catturare grossi animali. Ma la selezione naturale riguarda la vita di entrambi i sessi. Le donne non stavano ad aspettare ai fornelli, cucinando il mastodonte, che il capofamiglia tornasse a casa, e non

rimasero escluse dall'espansione dell'intelligenza di cui godettero gli uomini in evoluzione. L'ecologia dei moderni popoli di cacciatori-raccoglitori fa pensare che la «donna raccoglitrice» fornisca una significativa percentuale delle calorie sotto forma di vegetali commestibili altamente elaborati, e questo richiede acume meccanico e biologico. In una specie che vive in gruppo, l'intelligenza sociale è un'arma non meno importante di lance e clave.

Nonostante ciò, Tooby e DeVore hanno sostenuto che la caccia ha rappresentato una forza importante nell'evoluzione umana. La chiave sta nel proporsi di scoprire non l'utilità della

mente per la caccia, bensì l'utilità della caccia per la mente. La caccia fornisce sporadiche provviste di sostanze nutritive concentrate. Non abbiamo sempre avuto il tofu, e il materiale naturale migliore per costruire carne animale è la carne animale. Se gli alimenti vegetali forniscono calorie e altre sostanze nutritive, la carne è una proteina completa che contiene tutti e venti gli aminoacidi, fornisce un grasso energetico e indispensabili acidi grassi. Tra i mammiferi, i carnivori hanno cervelli più grandi degli erbivori in proporzione al peso corporeo, e questo è dovuto in parte alla maggiore abilità necessaria per catturare un coniglio piuttosto che dell'erba, in parte al fatto



che la carne alimenta meglio il famelico tessuto cerebrale. Anche nelle stime più conservatrici la carne, nella dieta degli esseri umani cacciatori-raccoglitori, ha una parte molto maggiore che in quella di qualunque altro primate.

Può essere una delle ragioni per cui abbiamo potuto permetterci il nostro costoso cervello<sup>59</sup>.

Gli scimpanzé cacciano in gruppo piccoli animali quali scimmiette e potamoceri (specie di cinghiali); è probabile quindi che anche il nostro comune antenato cacciasse. Il trasferimento nella savana dovette dare alla caccia una maggiore attrattiva. Nonostante il brulicare di vita che compare sui manifesti sotto lo slogan

«Salviamo la foresta pluviale», nelle vere foreste vi sono pochi animali grossi. Su un pezzo di terreno cade solo una certa quantità di energia solare, e se la biomassa che essa sostiene è rinchiusa nel legno, non ce n'è più per fare animali. Ma l'erba è come il leggendario calice di vino che si riempie da sé: non appena mangiata, ricresce. I terreni erbosi possono nutrire grandi branchi di erbivori, che a loro volta nutrono i carnivori. Le testimonianze fossili parlano di macellazioni quasi due milioni di anni fa, nell'era dell'*Homo habilis*. La caccia dev'essere ancora più antica: sappiamo infatti che gli scimpanzé la praticano, e le loro attività non

avrebbero lasciato testimonianze fossili. Quando i nostri antenati incrementarono la caccia, il mondo si aprì. Alle altitudini e latitudini maggiori, durante l'inverno i vegetali scarseggiano, ma i cacciatori possono sopravvivervi. Non ci sono eschimesi vegetariani.

In sintonia con l'attuale ethos antimachista, i nostri antenati sono stati a volte definiti dei miti saprofagi, esseri che si nutrivano di carogne, piuttosto che degli arditi cacciatori. Ma se è possibile che gli ominidi abbiano in qualche caso praticato la saprofagia, probabilmente non vivevano di essa, e se vivevano di essa, vuol dire che non mancavano di coraggio. Gli avvoltoi riescono a tirare avanti a carogne perché possono

perlustrare, alla loro ricerca, vasti territori, e sono in grado di volarsene via non appena spunta qualche temibile concorrente. Senza questa possibilità, la saprofagia non è fatta per i pusillanimi. Un animale morto è gelosamente custodito da chi l'ha cacciato o da un altro animale abbastanza feroce da averglielo rubato. Inoltre attrae i microrganismi, che non tardano ad avvelenarne le carni per tenere lontani altri potenziali saprofagi. Quando i moderni primati o cacciatori-raccoglitori s'imbattono in una carogna, quindi, in genere la lasciano lì. In un poster molto diffuso nei negozi d'articoli *beat generation* dei primi anni Settanta, un avvoltoio diceva

all'altro: «Pazienza un corno! Vado a uccidermi qualcosa». Aveva ragione, anche se non nel caso dell'avvoltoio: sono i saprofagi mammiferi, come le iene, a essere anche cacciatori.

La carne, inoltre, rappresenta nella nostra vita sociale una buona valuta. S'immagini una mucca che cerchi di procacciarsi i favori di una vicina lasciandole cadere ai piedi un mucchio d'erba. Capiremmo la seconda se rispondesse: «Grazie, ma posso procurarmene da me». Il valore nutritivo di un animale abbattuto è tutta un'altra faccenda. Miss Piggy, uno degli animali parlanti più cari ai bambini d'America, ha dato una volta questo consiglio: «Non mangiate mai niente di più grosso di ciò

che potete trasportare». Un cacciatore con un animale morto troppo grosso perché possa mangiarselo, e in procinto di trasformarsi in una massa putrescente, si trova di fronte un'occasione unica. La caccia è in gran parte questione di fortuna; in mancanza di frigoriferi, un buon posto in cui conservare la carne per i periodi di magra è il corpo di altri cacciatori, che, quando la fortuna girerà, ricambieranno il favore. Il che agevola le coalizioni maschili e lo scambio diffuso onnipresenti nelle società di cacciatori-raccoglitori.

Per il suo surplus, inoltre, un cacciatore dispone anche di altri mercati. La disponibilità di cibo concentrato da offrire alla propria prole

sposta, per i maschi, l'ago della bilancia fra investimento nei piccoli e competizione con altri maschi per l'accesso alle femmine. Il pettirosso che porta un verme ai suoi piccoli ci ricorda che la maggior parte degli animali che provvede alla propria prole lo fa attraverso le prede, l'unico cibo che ripaghi dello sforzo di ottenerlo e trasportarlo.

La carne, infine, ha un posto nelle dinamiche sessuali. In tutte le società di cacciatori-raccoglitori, incluse presumibilmente quelle dei nostri antenati, la caccia è un'attività quasi del tutto maschile. Le donne sono impacciate dai figli, che rendono la caccia disagevole; inoltre gli uomini

sono più grossi e, grazie alla loro storia evolucionistica, che li ha visti ammazzarsi a vicenda, più abili nell'uccidere. Ne consegue che i maschi possono investire la carne in eccedenza nei figli, approvvigionando le donne incinte o le madri nutrici. Inoltre possono barattare la carne con le femmine ottenendo in cambio cibi vegetali o favori sessuali. L'impudente pratica di barattare carne per carnalità è stata riscontrata fra i babbuini e gli scimpanzé, ed è comune nei popoli di cacciatori-raccoglitori<sup>60</sup>. Anche se, nelle società moderne, le persone tendono a essere discrete, lo scambio fra risorse e accesso sessuale gioca tuttora un ruolo importante nelle interazioni fra



uomini e donne di tutto il mondo. (Nel capitolo VII si parlerà di queste dinamiche e di come esse abbiano origine in differenze di anatomia riproduttiva, anche se, negli stili di vita moderni, dire anatomia non significa, è ovvio, dire destino). In ogni caso, non abbiamo perso del tutto l'associazione: la *Miss Manners' Guide to Excruciatingly Correct Behavior* («Guida della signorina Buone Maniere al comportamento assolutamente corretto») consiglia:

Un appuntamento galante ha tre possibili componenti, almeno due delle quali devono essere offerte: intrattenimento, cibo e affettuosità. È uso dare inizio a una serie di appuntamenti con una forte dose

di intrattenimento, una quantità moderata di cibo e appena un accenno di affettuosità. Con l'aumento della dose di affettuosità, l'intrattenimento può venire ridotto in proporzione. Quando l'intrattenimento è l'affettuosità, non lo chiamiamo più appuntamento galante. In nessuna circostanza si può omettere il cibo.

Naturalmente, nessuno in realtà sa se il campo base per l'ascesa all'intelligenza umana sia stato costituito da questi quattro prerequisiti. E nessuno sa se nello spazio progettuale biologico esistano altre salite, non ancora tentate, che conducono all'intelligenza. Ma se tali requisiti spiegassero perché la specie cui appartengono i nostri antenati è stata l'unica fra cinquanta milioni a

seguire questa strada, ne seguirebbero gravi implicazioni per la ricerca di intelligenza extraterrestre. Un pianeta in cui fosse presente la vita potrebbe non bastare come rampa di lancio. Nella sua storia dovrebbe forse esserci anche un predatore notturno (per giungere alla visione stereoscopica), con discendenti convertitisi a uno stile di vita diurno (per il colore) che li portasse a nutrirsi di frutta e li rendesse vulnerabili ai predatori (per la vita in gruppo), discendenti che cambiassero poi mezzo di locomozione per dondolare appesi ai rami (per le mani e per gli antecedenti della posizione eretta), e venissero infine espulsi da un cambiamento climatico dalla foresta verso terreni

erbosi (per la posizione eretta e la caccia). Che probabilità vi sono che un dato pianeta, anche un pianeta in cui la vita è presente, abbia una storia del genere?

### *La moderna famiglia dell'età della pietra*

I resti ossei fossili parlano di un ingresso graduale nella nicchia cognitiva. Una sintesi di quanto finora sappiamo sulle specie che si ritengono essere nostre antenate dirette è esposta nella tavola a pagina 214<sup>61</sup>.

Milioni di anni prima che il nostro cervello si ingrandisse, alcuni discendenti dell'antenato comune di

scimпанzé e esseri umani camminavano eretti. Questa scoperta, negli anni Venti, fu uno shock per gli sciovinisti sostenitori dell'Uomo, che immaginavano che a farci salire lungo la scala fosse stato il nostro glorioso cervello, forse man mano che i nostri antenati decidevano, a ogni gradino, che uso fare dei loro nuovi talenti mentali. Ma la selezione naturale non può avere lavorato così. Perché ingrandire il cervello se non si può metterlo all'opera? La storia della paleoantropologia consiste nella scoperta di date di nascita della posizione eretta sempre più remote.

Le scoperte più recenti la fanno risalire a quattro milioni o addirittura

quattro milioni e mezzo di anni fa. Liberate le mani, le specie successive fanno passi avanti, uno dopo l'altro, nelle caratteristiche che ci contraddistinguono: abilità delle mani, utensili sofisticati, dipendenza dalla caccia, dimensione del cervello, varietà di habitat. Denti e mascella si fanno più piccoli. Il volto somiglia meno a un muso. Le protuberanze sopraccigliari cui si ancorano i muscoli che chiudono la mascella si contraggono e scompaiono. I nostri volti delicati sono diversi da quelli animaleschi perché il ruolo dei denti è stato assunto da utensili e tecnologia. Noi uccidiamo e spelliamo gli animali servendoci di lame, e per ammorbidire carni e vegetali ricorriamo

al fuoco. Tutto ciò facilita le operazioni meccaniche richieste a mascella e cranio, permettendoci di alleggerire di un po' di ossa la nostra già pesante testa. I sessi giungono a differire di meno per dimensioni, facendo pensare che i maschi spendano meno delle loro risorse per lottare fra loro e forse più per i figli e le madri dei figli.

La crescita graduale del cervello che, incentivata da mani e piedi, si manifestò nell'uso di attrezzi, macellazione delle carni e maggiore varietà di habitat, è una buona dimostrazione, se di una dimostrazione c'è bisogno, che l'intelligenza è un prodotto della selezione naturale per lo sfruttamento della nicchia cognitiva. I nuovi

accessori non furono un inevitabile dispiegarsi di potenzialità degli ominidi. Altre specie, escluse dal gioco, si mossero in ogni epoca per occupare nicchie leggermente diverse: gli australopitechi spaccatori di noci e rosicchiatori di radici, forse uno dei due sottotipi di *Homo habilis*, con qualche probabilità i rami asiatici dell'*erectus* e del *sapiens* arcaico, e presumibilmente i Neanderthal adattati all'era glaciale. È possibile che ognuna di queste specie si sia trovata a mal partito quando una popolazione confinante, più simile ai *sapiens*, penetrava nella nicchia cognitiva abbastanza a fondo da duplicarne le imprese più specializzate, per poi spingersi ancora più oltre. Quei



nuovi accessori non furono neanche il dono di una macromutazione o di una deriva casuale: come avrebbe potuto, una fortuna simile, durare di discendenti in discendenti per milioni di anni, centinaia di migliaia di generazioni, specie dopo specie caratterizzate da cervelli sempre più grandi? Inoltre, un cervello di maggiori dimensioni non costituiva un mero ornamento, ma permetteva a chi ne disponeva di fabbricare utensili più raffinati e infestare ancora di più il pianeta<sup>62</sup>.

Specie	Datazione	Altezza	Caratteri fisici	Cervello	Cranio	Denti	Utensili	Distribuzione
Anziano scimpanzé-ominidi (se simile ai moderni scimpanzé)	8-6 milioni di anni fa	1-1,7 metri	lunghe braccia, pollici brevi, dita di tutti gli arti incurvate, adatto per camminare sulle nocche e arrampicarsi sugli alberi	450 cc	fronte molto bassa, protrusione del volto, arcate sopraccigliari enormi	grandi canini	martelli in pietra, spugne di foglia, sonde di steli, leve di ami	Africa occidentale
<i>Ardipithecus ramidus</i>	4-4 milioni di anni fa	?	probabilmente bipede	?	?	molari simili a quelli degli scimpanzé, ma non canini	?	Africa orientale
<i>Australopithecus anamensis</i>	4-2-3 milioni di anni fa	?	bipede	?	frammenti da grande scimmia	dimensioni e posizioni da scimpanzé; smalto di tipo umano	?	Africa orientale
<i>Australopithecus afarensis</i> (Lucy)	4-2,5 milioni di anni fa	1-1,2 metri	pienamente bipede con mani modificate, ma caratteristiche simili a quelle delle grandi scimmie: torace, lunghe braccia, dita delle mani e dei piedi incurvate	400-500 cc	fronte bassa e piatta, protrusione del volto, arcate sopraccigliari grosse	grandi canini e molari	nessuno? schegge?	Africa orientale (forse anche occidentali)
<i>Homo habilis</i>	2,3-1,6 milioni di anni fa	1-1,5 metri	alcuni occupanti: bassi con lunghe braccia; altri: robusti ma umani	300-800 cc	volto più piccolo, cranio più tondeggiate	molari più piccoli	schegge, choppsis (strumenti da taglio), raschiatoi	Africa orientale e meridionale
<i>Homo erectus</i>	1,9 milioni-300.000 (forse 27.000) anni fa	1,3-1,9 metri	robusto ma umano	750-1250 cc	spesse e ampie arcate sopraccigliari (Asia), volto più piccolo e protruso	denti più piccoli	asse a mano (bilaccali)	Africa (forse specie separate), Asia, Europa
<i>Homo sapiens</i> arcaico	400.000-100.000 anni fa	?	robusto ma moderno	1100-1400 cc	cranio più alto, volto più piccolo e protruso, ampie arcate sopraccigliari	denti più piccoli	migliori asce a mano; schegge modellate	Africa, Asia, Europa
<i>Homo sapiens</i> primitivo	130.000-60.000 anni fa	1,6-1,85 metri	robusto ma moderno	1200-1700 cc	cranio alto, arcate sopraccigliari medie, volto leggermente protruso, mento	denti più piccoli	schegge modellate, schegge lamiformi, punte	Africa, Asia occidentale
<i>Homo sapiens</i> (Cro-Magnon)	45.000-12.000 anni fa	1,6-1,8 metri	moderno	1100-1600 cc (sfr. oggi: 1000-2000, media: 1350)	moderno	moderni	lame, succhielli, aste di lancia, aghi, balini, ossa	tutto il mondo

Secondo la cronologia standard della paleoantropologia, il cervello umano si è evoluto fino a giungere alla sua forma moderna in un arco di tempo compreso fra la comparsa dell'*Homo habilis*, due milioni di anni fa, e quella dell'«essere umano anatomicamente moderno», l'*Homo sapiens sapiens*, fra i 200.000 e i 100.000 anni fa. Io sospetto che l'ingresso dei nostri antenati nella nicchia cognitiva sia durato molto più a lungo. Entrambi i termini, iniziale e finale, di questo processo evolutivo andrebbero forse allungati, il che darebbe all'evoluzione dei nostri straordinari adattamenti mentali ancora più tempo.

A un capo della cronologia si trovano

gli australopitechi di tipo *afarensis* (la specie del carismatico fossile chiamato Lucy), vecchi di quattro milioni di anni. Considerato che il loro cervello aveva più o meno le dimensioni di quello degli scimpanzé e che non hanno lasciato chiare testimonianze dell'uso di utensili, essi sono spesso definiti degli scimpanzé con postura eretta. Il che implica che l'evoluzione cognitiva sia iniziata solo due milioni di anni dopo, quando l'*habilis*, dal cervello più grande, si guadagnò il suo nome scalpellando strumenti da taglio.

Ma non può essere così. In primo luogo è improbabile dal punto di vista ecologico che un abitatore degli alberi abbia potuto trasferirsi sul terreno

aperto e rimodellare la propria anatomia per camminare eretto senza ripercussioni su ogni altro aspetto del suo stile di vita e del suo comportamento. Gli scimpanzé moderni fanno uso di utensili e trasportano oggetti, e avrebbero avuto molti più incentivi e successi se avessero potuto portarli in giro liberamente. In secondo luogo, anche se le mani degli australopitechi conservavano nelle dita un po' della curvatura di quelle delle grandi scimmie (potevano servire, di tanto in tanto, a mettersi in salvo arrampicandosi sugli alberi), esse erano visibilmente evolute per la manipolazione. In confronto alle mani degli scimpanzé, avevano il pollice più

lungo e più facile da opporre alle altre dita, e l'indice e il medio erano angolati in modo da permettere al palmo di assumere una forma a coppa per afferrare un martello in pietra o un oggetto sferico. In terzo luogo, non è tanto sicuro che gli australopitechi avessero un cervello delle dimensioni di quello degli scimpanzé, né che mancassero di utensili. Il paleoantropologo Yves Coppens sostiene che il loro cervello era dal trenta al quaranta per cento più grande di quanto ci si poteva aspettare in uno scimpanzé delle loro dimensioni corporee, e che ci hanno lasciato schegge di quarzo modificate e altri utensili. Infine, scheletri dell'*Homo*

*habilis*, che di utensili faceva uso, sono stati finalmente trovati, e non sembrano così diversi da quelli degli australopitechi<sup>63</sup>.

Inoltre, e soprattutto, gli ominidi non organizzavano la loro vita secondo i comodi degli antropologi. È una fortuna per noi che una pietra possa essere modellata per fungere da coltello e durare milioni di anni: grazie a ciò, i nostri antenati ci hanno lasciato senza volerlo macchine per viaggiare nel tempo. Più difficile, tuttavia, è modellare una pietra facendone una cesta, un'imbracatura per portare un bambino, un boomerang o un arco e delle frecce. Per ogni attrezzo duraturo, i cacciatori-raccoglitori di oggi ne usano

molti altri deperibili; e così devono avere fatto gli ominidi a ogni fase. Le testimonianze archeologiche non possono che portare a sottovalutare l'impiego di utensili.

La cronologia standard dell'evoluzione del cervello umano, insomma, dà inizio alla Storia troppo tardi; a mio parere la fa anche finire troppo presto. Gli esseri umani moderni (noi) sarebbero comparsi per la prima volta, si dice, fra i 200.000 e i 100.000 anni fa in Africa. Ne è una prova il fatto che il DNA mitocondriale (mDNA) di ogni abitante del pianeta (che si eredita solo dalla madre) può essere fatto risalire a una donna africana di quell'epoca. (L'affermazione è



controversa, ma le prove a suo favore sono in aumento)<sup>64</sup>. Un'altra è che i primi fossili anatomicamente moderni risalgono a oltre 100.000 anni fa in Africa e a poco dopo, circa 90.000 anni fa, in Medio Oriente. La tesi è che l'evoluzione biologica umana si sia più o meno fermata a quell'epoca. Ma, così, nella cronologia c'è qualcosa che non torna. I primi esseri umani anatomicamente moderni erano caratterizzati dalla stessa utensileria e dallo stesso stile di vita dei loro vicini di Neanderthal, condannati a scomparire. La svolta più sensazionale archeologicamente documentata, la transizione del paleolitico superiore, detta anche Grande balzo in avanti o

Rivoluzione umana, dovette aspettare altri 50.000 anni. Quindi, si dice, la rivoluzione umana dev'essere stata una svolta culturale<sup>65</sup>.

Chiamarla rivoluzione non è esagerato. Se tutti gli altri ominidi vengono fuori dritti dalla striscia *B.C.*, quelli del paleolitico superiore sono i *Flintstones*. Oltre 45.000 anni fa essi attraversarono in qualche modo sessanta miglia di oceano aperto e giunsero in Australia, dove lasciarono dietro di sé focolari, pitture rupestri, i primi utensili levigati del mondo e gli attuali aborigeni. L'Europa (patria dei Cro-Magnon) e il Medio Oriente videro anch'essi arti e tecnologie senza precedenti, con l'uso di nuovi materiali

quali corno e avorio, oltre a osso e pietra, trasportati a volte per centinaia di chilometri. L'utensileria includeva lame sottili, aghi, punteruoli, molte specie di asce e raschiatoi, punte e aste di lancia, archi e frecce, ami da pesca, bulini, flauti, forse persino calendari. Gli uomini costruivano ripari e uccidevano i grandi animali a migliaia. Decoravano tutto quanto era in vista, utensili, pareti delle grotte, il loro stesso corpo, e scolpivano ninnoli a forma di animali e donne nude, queste ultime chiamate eufemisticamente dagli archeologi «simboli di fertilità». Erano noi.

Il modo di vivere può velocemente cambiare, è chiaro, anche senza alcun

mutamento biologico, come nelle più recenti rivoluzioni agricola, industriale e dell'informazione. Il che è specialmente vero quando una popolazione cresce al punto che le intuizioni di migliaia di inventori possono essere messe insieme. Ma la prima rivoluzione umana non fu una valanga di mutamenti innescata da qualche invenzione chiave. L'invenzione fu l'ingegnosità in sé, che si manifestò in centinaia di innovazioni distanti le une dalle altre decine di migliaia di chilometri e di anni. Mi riesce difficile credere che gli uomini di 100.000 anni fa avessero la stessa mente dei futuri rivoluzionari del paleolitico superiore, la stessa nostra mente insomma, e se ne

siano stati a ciondolare per 50.000 anni senza che a nemmeno uno di loro venisse in mente che in un osso si poteva intagliare un utensile, o senza che nemmeno uno di loro sentisse il bisogno di abbellire qualcosa.

Per di più, non c'è alcun bisogno di crederlo: il gap di 50.000 anni è infatti un'illusione. Prima di tutto, i cosiddetti esseri umani anatomicamente moderni di 100.000 anni fa saranno anche stati più moderni dei loro contemporanei di Neanderthal, ma nessuno li scambierebbe per nostri contemporanei. Avevano arcate sopraccigliari pronunciate, volto protruso e ossatura pesante al di fuori della gamma attuale. Il loro corpo dovette evolversi per

diventare come il nostro, e così, è indubbio, anche il loro cervello. Il mito che fossero assolutamente moderni nasce dall'abitudine di trattare le etichette assegnate alle specie come se fossero entità reali, mentre, applicate a organismi in evoluzione, esse non sono che una comodità. Nessuno ha voglia di inventare una nuova specie ogni volta che si trova un dente, per cui le forme intermedie tendono a venire inserite a forza nella più vicina categoria disponibile. La realtà è che gli ominidi devono essersi sempre presentati in decine o centinaia di varianti, sparse per una grande rete di subpopolazioni a volte interagenti. Non necessariamente i nostri antenati diretti sono rappresentati

dalla minuscola frazione di individui immortalati per questo o quel momento come fossili. I fossili «anatomicamente moderni» sono più vicini a noi che a chiunque altro, ma, o avevano ancora dell'evoluzione da compiere, o erano ai margini della corrente di mutamento<sup>66</sup>.

In secondo luogo, è probabile che la rivoluzione abbia avuto inizio ben prima dello spartiacque, cui si fa comunemente riferimento, di 40.000 anni fa. Se fu allora che iniziarono ad apparire in grotte europee elaborati artefatti, non va dimenticato che l'Europa, essendo piena di grotte e piena di archeologi, ha sempre attirato più attenzione di quante ne meriti. Nella sola Francia vi sono trecento siti paleolitici ben scavati,

incluso uno le cui pitture rupestri furono cancellate da un gruppo di iperzelanti boy-scout che le presero per vandalici scarabocchi. L'intero continente africano ne ha appena due dozzine. Ma uno, nello Zaire, contiene strumenti in osso finemente lavorati, tra cui pugnali, aste di armi o utensili e punte uncinato, oltre a macine trasportate da chilometri di distanza e ai resti di migliaia di pesci gatto, presumibilmente le vittime di quell'armamentario. L'insieme si direbbe postrivoluzionario, ma è datato a 75.000 anni fa. Un commentatore ha detto che è come trovare un'automobile nel cortile di Leonardo da Vinci. E tuttavia, non appena gli archeologi hanno iniziato a esplorare quel cortile



continentale e a datarne i contenuti, hanno trovato sempre più automobili: sottili lame in pietra, utensili decorati, minerali inutili ma colorati trasportati per centinaia di chilometri<sup>67</sup>.

In terzo luogo, l'Eva mitocondriale di 200.000-100.000 anni fa non ha preso parte a nessun evento evolutivistico. Contrariamente a quanto qualche fantasioso malinteso può far pensare, non subì una mutazione che portò i suoi discendenti a essere più intelligenti, più loquaci o meno bestiali. Né segnò la fine dell'evoluzione umana. Eva è una mera necessità matematica: la più recente antenata comune di tutti i viventi lungo la linea femmina-femmina-femmina di madri-nonne-bisnonne-trisavole

eccetera. Per quello che la definizione dice, potrebbe essere stata un pesce<sup>68</sup>.

Eva, naturalmente, è risultata essere non un pesce, bensì un ominide africano. Perché presumere che fosse un ominide speciale, o anche che abbia vissuto in tempi speciali? Una ragione è che ha reso molti altri tempi e luoghi non speciali. Se europei e asiatici del Ventesimo secolo hanno un mDNA che è una variante dell'mDNA africano di 200.000 anni fa, devono essere i discendenti di una popolazione africana di allora. Gli europei e asiatici contemporanei di Eva non hanno lasciato alcun mDNA negli europei e asiatici di oggi, e quindi presumibilmente non ne sono gli antenati

(almeno, e la riserva non è di poco conto, non ne sono gli antenati lungo una linea tutta femminile).

Ma questo non dice nulla sul fatto che l'evoluzione, con Eva, si sia fermata. Possiamo presumere che la maggior parte dell'evoluzione fosse compiuta quando gli antenati delle razze moderne si separarono e smisero di scambiarsi geni, visto che oggi «tutto il mondo è paese». Ma questo non accadde appena Eva diede l'ultimo respiro. La diaspora delle razze, e la fine di una significativa evoluzione umana, dev'essere avvenuta molto dopo. Eva non è la nostra più recente antenata comune, solo la nostra più recente antenata comune lungo una linea tutta materna. Il nostro più recente

antenato comune lungo una linea sessualmente mista visse molto dopo. Con un primo cugino ho in comune un antenato di appena due generazioni fa, il nonno o la nonna di entrambi. Ma per trovare un antenato comune materno (la madre della madre della madre e così via), a parte un solo tipo di cugino (il figlio della sorella di mia madre), non c'è quasi limite a quanto indietro potrei essere costretto ad andare. A giudicare, quindi, il grado di parentela fra me e mio cugino basandosi sull'antenato più recente, si direbbe che siamo parenti stretti. Ma se si dovesse giudicare solo dal più recente antenato per via materna, si potrebbe pensare che non siamo parenti affatto! Analogamente, la data di

nascita del più recente antenato comune dell'Umanità lungo una linea tutta femminile, l'Eva mitocondriale, allontana troppo nel tempo l'epoca in cui fra tutti gli esseri umani era ancora in corso un processo di ibridazione<sup>69</sup>.

Molto tempo dopo l'epoca di Eva, pensano alcuni genetisti, i nostri antenati passarono attraverso una strozzatura demografica. Secondo la loro ipotesi, basata sulla grande uniformità genetica che si riscontra fra le popolazioni umane moderne, circa 65.000 anni fa i nostri antenati, forse a causa di un raffreddamento globale innescato da un vulcano a Sumatra, si ridussero ad appena una decina di migliaia di persone. La razza umana si trovò in

pericolo come i gorilla di montagna di oggi. Poi si ebbe in Africa un'esplosione demografica che vide la popolazione dividersi in piccole bande che migrarono in altri angoli del mondo, forse accoppiandosi qua e là con altri esseri umani incontrati nel corso delle loro migrazioni. Molti genetisti ritengono che l'evoluzione sia particolarmente rapida quando popolazioni sparse si scambiano occasionali migranti. La selezione naturale può adattare con rapidità ogni gruppo alle condizioni locali, facendo sì che uno o più gruppi si trovino all'altezza di qualsiasi nuova sfida si presenti, e i loro geni utili a tali fini vengono poi fatti propri dai vicini.

Forse questo periodo vide un'ultima fioritura nell'evoluzione della mente umana<sup>70</sup>.

Tutte le ricostruzioni della nostra storia evuzionistica sono controverse, e le visioni più condivise al riguardo cambiano di mese in mese. Ma la mia previsione è che la data di chiusura della nostra evoluzione biologica si sposterà sempre più in avanti, e quella di apertura della rivoluzione archeologica sempre più all'indietro, finché non coincideranno. La nostra mente e il nostro modo di vivere si sono evoluti insieme.

*E ora?*

Ci stiamo ancora evolvendo? A livello biologico, probabilmente non molto. L'evoluzione non è un'inarrestabile valanga, quindi non ci trasformeremo in quelle creature raccapriccianti dalle teste enormi create dalla fantascienza. Inoltre, la condizione umana moderna non contribuisce a una vera evoluzione. Noi infestiamo ogni terra abitabile e non particolarmente abitabile, emigriamo a piacimento e zigzaghiamo tra stile di vita e stile di vita. Il che ci rende un bersaglio indistinto e in movimento per la selezione naturale. Se la specie si sta evolvendo, lo sta facendo in modo troppo lento e imprevedibile perché si possa sapere in che direzione<sup>71</sup>.



Ma le speranze vittoriane non muoiono mai. Se non può migliorarci la selezione naturale vera e propria, forse può farlo un suo surrogato umano. Nelle scienze sociali abbondano le ipotesi secondo cui nuovi tipi di adattamento e selezione hanno dato il cambio a quelli biologici. Si tratta di ipotesi, a mio avviso, fuorvianti.

La prima ipotesi è che nel mondo sia in atto un meraviglioso processo detto «adattamento» che fa sì che gli organismi risolvano i problemi. In senso strettamente darwiniano, l'adattamento nel presente è causato da selezione nel passato. Ricordiamo come la selezione naturale crei un'illusione teleologica: può sembrare che essa adatti gli

organismi ai loro bisogni nel presente, ma in realtà non fa che favorire i discendenti di organismi adattati ai loro bisogni nel passato. I geni che hanno modellato i corpi e le menti più adattivi fra i nostri antenati si sono tramandati per modellare i corpi e le menti innati di oggi (inclusa la capacità innata di portare i segni di certi tipi di variazioni ambientali, come nell'abbronzatura, nella formazione di callosità e nell'apprendimento).

Ma per qualcuno questo non basta; l'adattamento è in corso quotidianamente. Secondo «scienziati sociali darwiniani» quali Paul Turke e Laura Betzig, «la teoria darwiniana moderna predice che il comportamento

umano sarà adattivo, designato cioè a promuovere il massimo successo riproduttivo... tramite i congiunti discendenti e non discendenti disponibili»<sup>72</sup>. «Funzionalisti», quali gli psicologi Elizabeth Bates e Brian MacWhinney, vedono «i processi selettivi in atto nella selezione e i processi selettivi in atto nell'apprendimento come parte di un unico uniforme tessuto naturale». L'implicazione è che non c'è nessun bisogno di un macchinario mentale specializzato: se basta l'adattamento a far sì che gli organismi facciano la cosa giusta, perché chiedere qualcosa di più? La soluzione ottimale di un problema, per esempio mangiare con le mani,

trovare il partner giusto, inventare strumenti, usare il linguaggio grammaticale, è semplicemente inevitabile<sup>73</sup>.

Il problema, con il funzionalismo, è che è lamarckiano. Non nel senso del secondo principio di Lamarck, l'ereditarietà dei caratteri acquisiti, per cui le giraffe che allungano il collo danno alla luce giraffine con colli preallungati. Da questo, tutti sanno di dovere stare alla larga. (Be', quasi tutti: Freud e Piaget vi sono rimasti fedeli ben dopo che esso era stato abbandonato dai biologi). Il funzionalismo è lamarckiano nel senso del primo principio di Lamarck, quello del «bisogno sentito»: le giraffe allungano il collo quando

adocchiano con l'acquolina in bocca foglie al di là della loro portata. Nei termini di Lamarck: «Nuovi bisogni che determinano in qualche parte uno stato di necessità, mettono di fatto in essere quella parte come risultato degli sforzi»<sup>74</sup>. Fosse così! Come dice un proverbio anglosassone: «Se i desideri fossero cavalli, i mendicanti cavalcherebbero». Non ci sono angeli custodi attenti a che ogni bisogno sia appagato. Un bisogno trova appagamento solo quando si producono mutazioni capaci di costruire un organo che lo appaga, quando l'organismo si trova in un ambiente nel quale il suo appagamento si traduce in più figli che sopravvivono, e nel quale tale pressione

della selezione persiste per migliaia di generazioni. Altrimenti, il bisogno resta inappagato. I nuotatori non sviluppano dita palmate, né gli eschimesi pellicce. Ho studiato immagini speculari tridimensionali per vent'anni e, per quanto sappia con matematica certezza che si può convertire una scarpa sinistra in una destra ruotandola nella quarta dimensione, non mi è riuscito di sviluppare uno spazio mentale a quattro dimensioni in cui visualizzare la trasformazione.

Quella del bisogno sentito è un'idea seducente. I bisogni si fanno davvero sentire come problemi che si procurano la propria soluzione. Avete fame, avete le mani, il cibo è di fronte a voi,

mangiate con le mani; come potrebbe andare diversamente? Ah, ma voi siete gli ultimi a cui si dovrebbe chiederlo. Il vostro cervello è stato modellato dalla selezione naturale in modo che la soluzione di simili problemi appaia ovvia. Cambiamo mente (con quella di un robot, o di un altro animale, o di un paziente neurologico), o cambiamo problema, e ciò che è ovvio non è più così ovvio. I topi non sono in grado di imparare a lasciar cadere un pezzo di cibo per una ricompensa maggiore. Quando gli scimpanzé cercano di imitare uno che avvicina a sé con un rastrello del cibo inaccessibile, non notano che il rastrello va tenuto con i rebbi verso il basso, anche se colui che fa la

dimostrazione, per farglielo vedere, mette in scena tutto uno spettacolo. Per non correre il rischio di compiacerci troppo di noi stessi, i capitoli successivi mostreranno come la strutturazione della nostra stessa mente dia origine a paradossi, rompicapo, miopie, illusioni, irrazionalità e strategie controproducenti che impediscono, piuttosto che garantire, l'appagamento dei nostri bisogni quotidiani<sup>75</sup>.

E l'imperativo darwiniano a sopravvivere e riprodursi, allora? Per quanto riguarda il comportamento d'ogni giorno, un imperativo del genere non esiste. Si guardano riviste pornografiche quando si potrebbe cercarsi un partner, si saltano i pasti per comprarsi eroina,



si vende il proprio sangue per avere i soldi per il cinema (in India), si aspetta a far figli per far carriera, si mangia in modo da scavarsi la tomba da sé. I vizi umani sono la prova che l'adattamento biologico, letteralmente parlando, è qualcosa che appartiene al passato. La nostra mente è adattata alle piccole bande di cacciatori-raccoglitori nelle quali la nostra famiglia ha passato il novanta per cento della sua esistenza, non al mondo sottosopra che abbiamo creato a partire dalle rivoluzioni agricola e industriale. Prima che esistesse la fotografia, era adattivo ricevere immagini visive di membri attraenti del sesso opposto, perché si trattava di immagini che nascevano solo

dalla luce riflessa da corpi fertili. Prima che si potessero iniettare con una siringa, le sostanze stupefacenti venivano sintetizzate nel cervello come analgesici naturali. Prima che ci fosse il cinema, essere testimoni dei travagli emotivi delle persone era adattivo, perché gli unici travagli a cui si poteva assistere avvenivano tra persone di cui si doveva cercare di interpretare le motivazioni ogni giorno. Prima che esistesse la contraccezione, non si poteva aspettare a far figli, e una prole numerosa e sana significava status sociale e ricchezza. Prima che ci fossero zuccheriere, saliere e piattini con il burro su ogni tavola, e quando tirare la cinghia era un rischio sempre dietro

l'angolo, non si potevano mangiare cibi troppo salati, con troppi zuccheri o troppi grassi. Non siamo noi a indovinare che cosa sia adattivo per noi o i nostri geni; sono i geni che ci danno pensieri e sensazioni che erano adattivi nell'ambiente in cui i geni stessi furono selezionati<sup>76</sup>.

L'altra estensione del concetto di adattamento sta nello slogan apparentemente innocuo per cui «l'evoluzione culturale ha preso il posto dell'evoluzione biologica». Per milioni di anni i geni si sono trasmessi da un corpo all'altro e sono stati selezionati per conferire adattamenti a organismi. Ma, da quando sono emersi gli esseri

umani, sono unità di cultura a trasmettersi da mente a mente e a venire selezionate per conferire adattamenti alle culture. La fiaccola del progresso è passata a un corridore più veloce. In *2001: Odissea nello spazio* un braccio peloso lancia in aria un osso che, in una dissolvenza, si trasforma in una stazione spaziale.

Presupposto della teoria dell'evoluzione culturale è che il fenomeno sia uno solo, il cammino del progresso, l'ascesa dell'uomo, dalle scimmie ad Armageddon, e che Darwin l'abbia spiegato solo fino a un certo punto. La mia personale opinione è che i cervelli umani si siano evoluti in base a una serie di leggi, quelle della selezione

naturale e della genetica, e ora interagiscono fra loro in base ad altre serie di leggi, quelle della psicologia cognitiva e sociale, dell'ecologia umana e della Storia. È probabile che il rimodellamento del cranio e l'ascesa e caduta di imperi abbiano poco in comune<sup>77</sup>.

A tracciare nel modo più chiaro l'analogia fra selezione di geni e selezione di unità di cultura, da lui chiamate «memi», è stato Richard Dawkins. Memi quali motivi musicali, idee e storie, viaggiano da un cervello all'altro e a volte, nel trasmettersi, mutano. Nuovi caratteri di un meme che rendono più probabile che chi lo riceve lo faccia proprio e lo propaghi, come il

fatto di essere orecchiabile, seducente, divertente o irrefutabile, faranno sì che esso diventi, rispetto ad altri memi, più condiviso. A furia di venire trasmessi e ritrasmessi, i memi più meritevoli di diffusione si diffonderanno di più, fino a coprire l'intera popolazione. Le idee, insomma, si evolvono per divenire più adatte a diffondersi. Si noti che stiamo parlando di idee che si evolvono per farsi più propagabili, non di persone che si evolvono per farsi più sagge<sup>78</sup>.

Se Dawkins ha usato tale analogia per illustrare come la selezione naturale riguardi non solo il DNA, ma qualunque cosa sia suscettibile di replicazione, altri vi vedono una vera e propria teoria dell'evoluzione culturale. Presa alla

lettera, essa predice che l'evoluzione culturale funziona in questo modo. Un meme stimola il suo portatore a trasmetterlo e, in qualche ricevente, esso muta: un suono, una parola, una frase vengono alterati a caso. Può accadere per esempio che, come in *Brian di Nazareth* dei Monty Python, il pubblico del Discorso della Montagna senta, invece che «*Blessed are the peacemakers*» («Beati gli operatori di pace»), «*Blessed are the cheesemakers*» («Beati i produttori di formaggi»). La nuova versione è più facile da memorizzare e finisce per predominare nella mente della maggioranza. Dopo di che, anch'essa viene stravolta da refusi, errori di

locuzione e fraintendimenti, i più propagabili dei quali si cumulano, trasformando gradualmente la sequenza di suoni. Alla fine essa diventa come le parole pronunciate da Neil Armstrong dopo aver messo piede sulla Luna: «È un piccolo passo per un uomo, un salto da gigante per l'Umanità».

Penso converrete che non è così che avviene la trasformazione culturale. Un meme complesso non viene fuori dal perpetuarsi di errori di copiatura: viene fuori grazie al fatto che qualcuno si mette al lavoro, si lambicca il cervello, chiama a raccolta il suo ingegno e compone o scrive o dipinge o inventa qualcosa. Certo, l'artefice subisce l'influenza di idee che sono nell'aria, e



può rifinire minute su minute, ma nessuno di questi due processi è simile alla selezione naturale. Si confrontino soltanto input e output: la minuta cinque e la minuta sei, o l'ispirazione di un artista e la sua opera. Non differiscono per qualche sostituzione casuale. Il valore aggiunto a ogni replicazione viene dal concentrare le capacità cerebrali al fine del miglioramento del prodotto, non dal riraccontare la storia o ricopiare l'opera centinaia di migliaia di volte nella speranza che qualche qui pro quo o qualche refuso si riveli utile.

Ma non si possono prendere le cose così alla lettera!, ribatteranno i fautori dell'evoluzione culturale. È chiaro che l'evoluzione culturale non è una replica

esatta di quella darwiniana. In essa le mutazioni sono guidate e i caratteri acquisiti si ereditano. Se Lamarck sbagliava sull'evoluzione biologica, il lamarckismo, bisogna riconoscerlo, ha ragione per quanto riguarda quella culturale.

No, non è vero neanche questo. Lamarck, ricordiamolo, non è stato solo infelice nelle sue congetture riguardo alla vita sul nostro pianeta. In quanto spiegazione di una struttura complessa, la sua teoria era, ed è, fallita in partenza. Non dice nulla sulla forza benefica nell'universo o sulla voce onnisciente nell'organismo che concede le mutazioni utili. Ed è questa forza o voce che fa tutto il lavoro creativo. Dire che

l'evoluzione culturale è lamarckiana significa confessare che non si ha nessuna idea di come funzioni. Le caratteristiche che colpiscono nei prodotti culturali, la loro genialità, bellezza e verità (che trovano un'analogia nella complessa struttura adattiva degli organismi), sono il frutto delle computazioni mentali che «guidano» (cioè inventano) le «mutazioni» e «acquisiscono» (cioè comprendono) i «caratteri».

I modelli di trasmissione culturale gettano sì luce su altri aspetti della trasformazione culturale, in particolare quelli demografici: come dei memi possano divenire popolari o impopolari. Ma l'analogia è più con l'epidemiologia

che con l'evoluzione: essi vedono le idee come malattie contagiose che causano epidemie, piuttosto che come geni proficui che causano adattamenti. E spiegano come le idee divengano popolari, non da dove nascono<sup>79</sup>.

Molte persone, con poca dimestichezza con la scienza cognitiva, vedono nell'evoluzione culturale l'unica speranza per radicare nozioni sfuggenti come quelle di idee e cultura nella rigorosa biologia evoluzionistica. A portare la cultura nella biologia, così ragionano, si mostra come la prima sia evoluta secondo la sua propria versione di selezione naturale. Ma fra premesse e conclusione c'è, in questo ragionamento, un salto: i prodotti dell'evoluzione non

hanno bisogno di somigliare all'evoluzione. Lo stomaco è saldamente radicato nella biologia, ma non secerne a caso varianti di acidi ed enzimi, conserva quelli che decompongono un po' il cibo, fa sì che si ricombinino e riproducano sessualmente, e così via per centinaia di migliaia di pasti. Attraverso questo processo di prove ed errori è già passata la selezione naturale nello strutturare lo stomaco, il quale ora è un efficiente elaboratore chimico, che rilascia a comando gli acidi ed enzimi giusti. Allo stesso modo, un gruppo di menti non ha bisogno di ricapitolare il processo della selezione naturale per giungere a una buona idea. La selezione naturale ha progettato la mente perché

fosse un elaboratore d'informazione, e ora la mente percepisce, immagina, simula e pianifica. Quando le idee circolano, non vengono meramente copiate con occasionali errori tipografici, bensì vengono valutate, discusse, migliorate o respinte. Anzi, una mente che accettasse passivamente memi ambientali sarebbe facile oggetto di sfruttamento altrui, e dalla selezione sarebbe stata velocemente scartata.

Il genetista Theodosius Dobzhansky ha scritto, com'è arcinoto, che nulla in biologia ha senso se non alla luce dell'evoluzione. Possiamo aggiungere che nulla nella cultura ha senso se non alla luce della psicologia. L'evoluzione ha creato la psicologia, ed è così che

essa spiega la cultura. Il più importante vestigio dei primi esseri umani è la mente moderna.

## IV. L'OCCHIO DELLA MENTE

«Guardare è pensare».

SALVADOR DALÍ

I decenni passati hanno visto l'hula-hoop, i poster agli infrarossi, i CB e il cubo di Rubik. La mania degli anni Novanta è stata l'autostereogramma, detto anche Occhio magico, Visione profonda e Superstereogramma: ghirigori generati al computer che, visti incrociando gli occhi o a una certa distanza, creano vivide illusioni di oggetti tridimensionali, dai contorni netti, maestosamente sospesi nello



spazio. Il trucco ha ormai diversi anni e gli autostereogrammi si trovano ovunque, dalle cartoline alle pagine web. Sono presenti in vignette sui giornali, nel fumetto *Blondie* e in *sit com* come *Seinfeld* e *Ellen*. In un episodio di quest'ultima, l'attrice comica Ellen DeGeneres frequenta un club di lettura la cui scelta della settimana è caduta su un libro di stereogrammi. Non riuscendo a vedere le illusioni, e vergognandosene, Ellen si mette d'impegno e dedica un'intera serata ad allenarsi, ma senza successo. Allora, disperata, aderisce a un gruppo di mutua assistenza per coloro che non riescono a «cogliere» gli stereogrammi<sup>1</sup>. Dalle illusioni ottiche la gente era

affascinata ben prima che lo psicologo Christopher Tyler, senza volerlo, creasse quella sensazione nel corso delle sue ricerche sulla visione binoculare<sup>2</sup>. Illusioni più semplici come linee parallele che sembrano convergere e linee uguali che sembrano diseguali appaiono da tempo sulle confezioni di corn-flakes, nelle «sorprese» inserite in scatole di prodotti per l'infanzia, nei musei per bambini e nei corsi di psicologia. Il perché del loro fascino è ovvio. «A chi preferisci credere, a me o ai tuoi occhi?» chiede Groucho Marx a Margaret Dumont, giocando sulla nostra fede nella visione come strada certa verso la conoscenza. Poi ci sono le frasi fatte: credo soltanto a ciò che vedo, ne

sono stato testimone oculare, l'ho visto con i miei occhi... Ma se un aggeggio diabolico può farci vedere cose inesistenti, come possiamo, in altre occasioni, avere fiducia nel nostro organo della vista?

Le illusioni ottiche non sono mere curiosità; da secoli hanno un posto di primo piano nel pensiero occidentale. Lo scetticismo filosofico, antico quanto la filosofia stessa, contesta la nostra possibilità di conoscere sbattendoci in faccia delle illusioni: il remo che nell'acqua pare piegarsi, la torre rotonda che da lontano sembra piatta, il dito freddo che sente calda l'acqua tiepida e il dito caldo che la sente fredda. Molte delle grandi idee

dell'Illuminismo sono tentativi di fuga dalle deprimenti conclusioni che i filosofi scettici hanno tratto dalle illusioni. Possiamo giungere alla conoscenza per fede, o tramite la scienza o la ragione, o possiamo sapere che pensiamo e quindi che siamo.

Gli scienziati che studiano la percezione hanno un approccio meno drammatico. La visione non funzionerà sempre, ma dovrebbe già meravigliarci che funzioni. Perlopiù non andiamo a sbattere contro i muri, non addentiamo frutti di plastica, e riusciamo a riconoscere nostra madre. La sfida rappresentata dal robot dimostra che non si tratta di imprese da poco. I filosofi medievali avevano torto pensando che

gli oggetti, bontà loro, diffondessero in ogni direzione minuscole copie di se stessi, gli occhi ne catturassero un po' e, così, ne cogliessero le forme direttamente. Potremmo immaginare una creatura fantascientifica che afferra gli oggetti con calibri, li punzecchia con sonde, li misura con righelli, ne prende il calco, li trapano per giungerne al cuore ed estrarne campioni, ne asporta qualche pezzetto e lo sottopone a biopsia. Ma gli organismi reali non possono permettersi lussi del genere. Nel cogliere il mondo con la vista, devono usare gli sprazzi di luce che si riflettono dagli oggetti, proiettati su entrambe le retine come lampi balenanti in un caleidoscopio bidimensionale. In

qualche modo il cervello analizza il collage in movimento e arriva a una percezione straordinariamente precisa degli oggetti che, là fuori, gli hanno dato origine.

La precisione è straordinaria perché i problemi che il cervello si trova a dover risolvere sono alla lettera irrisolvibili. Abbiamo visto nel [capitolo I](#) che l'ottica rovesciata, la deduzione della forma e sostanza di un oggetto dalla sua proiezione, è un «problema mal posto», un problema che, posto in questi termini, non ha una soluzione univoca. Una forma ellittica sulla retina può provenire da un ovale visto di fronte o da un cerchio visto da una certa angolazione. Una macchia grigia può corrispondere a una

palla di neve all'ombra o a un pezzo di carbone sotto il sole. La vista si è evoluta convertendo questi problemi mal posti in problemi risolvibili tramite l'aggiunta di alcune premesse: presupposti riguardo a come il mondo in cui ci siamo evoluti è, mediamente, strutturato. Per esempio il sistema visivo dell'uomo, come vedremo, «presume» che la materia sia coesa, le superfici di colore uniforme e gli oggetti non tralignino per combinarsi in modi confusi. Quando il mondo attuale assomiglia all'ambiente ancestrale medio, noi vediamo il mondo così com'è. Quando sbarchiamo in un mondo esotico in cui, vuoi per una serie di coincidenze sfortunate, vuoi per le

macchinazioni di un vile psicologo, i nostri presupposti non sono rispettati, cadiamo preda di un'illusione. Questo è il motivo per cui gli psicologi hanno l'ossessione delle illusioni. Esse smascherano i presupposti che la selezione naturale ha stabilito per permetterci di risolvere problemi insolubili e sapere, quasi sempre, che cosa c'è nel vasto mondo<sup>3</sup>.

Il ramo della psicologia che studia la percezione è l'unico da sempre attento all'adattamento. Esso considera il proprio compito una forma di ingegneria inversa. Il sistema visivo non è un optional che serve a intrattenerci con bei disegni e colori piacevoli, ma è fatto per darci un'idea delle forme e dei materiali



reali del mondo. Il vantaggio, per la selezione, è evidente: animali che sanno dove siano cibo, predatori e scogli possono mettersi il cibo nello stomaco, tenersi alla larga dagli stomaci altrui, e non cadere in mare.

La più grandiosa visione della visione è opera del compianto David Marr, ricercatore nel campo dell'intelligenza artificiale. Strenuo difensore della teoria computazionale della mente, è stato lui il primo a parlare della visione come di un modo per risolvere problemi mal posti tramite l'aggiunta di presupposti. Si deve a lui, inoltre, l'affermazione più chiara sullo scopo a cui serve la visione. Essa, ha detto, «è un processo che a partire da

immagini del mondo esterno produce una descrizione utile allo spettatore e non ingombra di informazioni non pertinenti».

Può sembrare strano sentir dire che obiettivo della visione è una «descrizione». Dopotutto, non andiamo in giro raccontandoci per filo e per segno ogni cosa che vediamo. Ma Marr non intendeva una descrizione in pubblico, ad alta voce e in buon inglese, bensì una descrizione interiore e astratta in mentalese. Cosa significa vedere il mondo? Noi possiamo descrivere a parole le cose che vediamo, è chiaro, ma possiamo anche metterci in rapporto con esse, manipolarle fisicamente e mentalmente, oppure archiviarle nella

memoria per ritornarci sopra in seguito. Tutte queste imprese dipendono dall'interpretare il mondo come fatto di cose reali e materiali, e non come la fantasmagoria dell'immagine retinica. Noi definiamo un libro «rettangolare» e non «trapezoidale», nonostante la sua proiezione sulla retina sia trapezoidale; e quando allunghiamo la mano per prenderlo, diamo alle dita la forma di una presa rettangolare (non trapezoidale). Per custodirlo costruiamo scaffali rettangolari (non trapezoidali) e, quando a un divano si rompe una gamba, deduciamo che il libro è adatto a sostituirla perché riempie lo spazio rettangolare sottostante. Da qualche parte nella mente ci dev'essere un

simbolo mentale per «rettangolo», fornito dalla visione, ma accessibile all'istante al resto della mente, verbale e non verbale. Questo simbolo mentale e le proposizioni mentali che catturano le relazioni spaziali tra oggetti («il libro a faccia in giù sullo scaffale accanto alla porta») sono esempi della «descrizione» che Marr attribuiva alla computazione della visione<sup>4</sup>.

Se la visione non fornisse una descrizione delle cose, ogni facoltà mentale, dal linguaggio al camminare, all'afferrare, al pianificare, all'immaginare, avrebbe bisogno di una sua propria procedura per dedurre che il trapezoide sulla retina è, nel mondo, un rettangolo. E, in questo caso, a una

persona in grado di definire un rettangolo inclinato un «rettangolo», potrebbe ancora restare da imparare come tenerlo in mano in quanto rettangolo, come prevedere che si adatterà a uno spazio rettangolare e così via. Il che sembra improbabile. Quando la vista deduce la forma di un oggetto che ha dato origine a una configurazione sulla retina, ogni parte della mente può approfittare della scoperta. E anche se alcune componenti del sistema visivo passano informazioni ai circuiti di controllo motorio che devono reagire velocemente ai bersagli mobili, il sistema nel suo complesso non è dedicato a un solo tipo specifico di comportamento. Esso crea una

descrizione o rappresentazione del mondo, espressa in oggetti e coordinate tridimensionali piuttosto che in immagini retiniche, e la iscrive su una lavagna leggibile da tutti i moduli mentali.

In questo capitolo ci occuperemo di come la visione trasforma le immagini retiniche in descrizioni mentali. Ci apriremo la strada dagli sprazzi di luce ai concetti degli oggetti fino a giungere, oltre essi, a quel genere di interazione fra vedere e pensare costituita dalle immagini mentali. Le ripercussioni toccano il resto della psiche. Noi siamo primati, creature in sommo grado visive, dotate di una mente che si è evoluta intorno a questo senso eccezionale.

## *Occhio profondo*

Partiamo dagli stereogrammi. Come funzionano, e perché, con certa gente, non funzionano? Nonostante tutti i poster, i libri e i puzzle di cui sono oggetto, non ho mai visto un solo tentativo di spiegarli ai milioni di consumatori curiosi. Capire gli stereogrammi non è solo un buon metodo per comprendere come opera la percezione, ma anche un piacere per l'intelletto. Gli stereogrammi sono un ulteriore esempio delle meravigliose capacità inventive della selezione naturale, in questo caso all'interno della nostra testa.

Gli autostereogrammi sfruttano non

una, ma quattro scoperte su come ingannare l'occhio. La prima, strano a dirsi, è l'immagine in sé. Siamo così assediati da fotografie, disegni, televisione e cinema che dimentichiamo che si tratta di benigne illusioni. Delle macchie d'inchiostro o uno sfarfallio di puntini fosforescenti possono farci ridere, piangere, persino eccitarci sessualmente. Gli esseri umani producono immagini da almeno trentamila anni e, al contrario di quanto vuole certo folclore da scienze sociali, la capacità di vedervi delle rappresentazioni è universale. Lo psicologo Paul Ekman fece scalpore nel mondo dell'antropologia quando mostrò che gli abitanti di isolate regioni



montuose della Nuova Guinea erano in grado, vedendone le fotografie, di riconoscere le espressioni facciali di studenti di Berkeley. (Si pensava che le emozioni, come qualsiasi altra cosa, fossero culturalmente relative). Nel clamore, tuttavia, passò inosservata una scoperta ancora più importante: che nelle fotografie, gli indigeni della Nuova Guinea non vedevano pezzi di carta pieni di macchie, bensì cose e persone.

L'immagine sfrutta la proiezione, la legge ottica che rende la percezione un problema così arduo. La visione ha inizio quando un fotone (unità di energia luminosa) viene riflesso da una superficie e sfreccia attraverso la pupilla per stimolare uno dei

fotorecettori (coni e bastoncelli) che rivestono la parte interna curva del globo oculare. Il recettore trasmette un segnale neurale al cervello, il cui primo compito è capire da che parte del mondo sia giunto quel fotone. Purtroppo, il raggio che definisce il percorso del fotone disegna una linea infinita, e tutto ciò che il cervello sa è che il suo punto d'origine sta da qualche parte lungo di essa. Potrebbe trovarsi a pochi centimetri, a un chilometro o a molti anni luce di distanza: l'informazione riguardante la terza dimensione, la distanza dall'occhio, è andata persa nel processo di proiezione. L'ambiguità si moltiplica in modo combinatorio per i milioni di altri recettori presenti nella

retina, ognuno in stato di fondamentale confusione riguardo alla distanza cui si trova l'origine dello stimolo. Le combinazioni di superfici tridimensionali da cui potrebbe essere stata prodotta una qualsiasi immagine retinica sono, insomma, infinite (si veda la prima figura a pagina 19).

Ma noi, ovviamente, non percepiamo infinite possibilità: ci orientiamo su una soltanto di esse, più o meno quella giusta, in genere. Ed è questo il varco da cui può infiltrarsi un creatore di illusioni. Disponiamo qualche pezzo di materia in modo che proietti la stessa immagine retinica di un oggetto che il cervello tende a riconoscere, e quest'ultimo non riuscirà più a cogliere

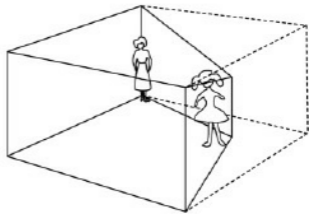
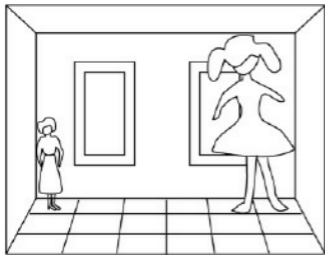
la differenza. Ne è un semplice esempio quel giochino dell'età vittoriana in cui, guardando attraverso lo spioncino di una porta, si vede una stanza lussuosamente arredata che, una volta aperta la porta, si rivela spoglia. La stanza lussuosamente arredata è in realtà quella di una casa di bambole appesa proprio di fronte allo spioncino.

Adelbert Ames Junior, pittore convertitosi alla psicologia, ha fatto carriera costruendo stanze illusorie ancora più strane. In una di esse, a fili di ferro sono appesi alla rinfusa bastoni e pezzi di legno che, a vedere la stanza dal di fuori, attraverso uno spioncino nel muro, si combinano in modo da proiettare l'immagine di una sedia da

cucina. In un'altra, la parete di fondo si abbassa da sinistra a destra, ma i suoi angoli stravaganti ne rendono il lato sinistro basso quel tanto da cancellarne, in prospettiva, l'espansione, e il lato destro alto quel tanto da cancellarne la contrazione: da uno spioncino sul lato opposto, la parete proietta un rettangolo. Il sistema visivo odia le coincidenze: presume che un'immagine regolare provenga da qualcosa che è davvero regolare, non che lo appare soltanto per via della fortuita disposizione assunta da una forma irregolare. Ames invece ha disposto una forma irregolare in modo da produrre un'immagine regolare, e ha rafforzato il trucco con finestre e mattonelle adeguatamente modificate. Se

una bambina e sua madre si dispongono la prima sull'angolo più vicino e la seconda su quello più lontano della parete, la bambina proietta sulla retina un'immagine più grande. Il cervello, nel valutare la dimensione, tiene conto della profondità; per questo un marmocchio che ti sta addosso non sembra mai, nella vita di tutti i giorni, più grande di sua madre lontana diversi metri.

Ma nella stanza di Ames il senso della profondità dello spettatore è vittima dell'avversione del cervello per le coincidenze. Ogni centimetro della parete appare alla stessa distanza, e quindi le immagini retiniche dei corpi sono interpretate alla lettera, e la bambina sovrasta la madre.



Quando le due si scambiano di posto lungo la parete di fondo, la bambina diventa piccola come un cagnolino e la mamma un gigante. La stanza di Ames è stata ricostruita in diversi musei di scienze, come l'Exploratorium di San Francisco: di questa strabiliante illusione potete quindi fare esperienza, sia da spettatori che da protagonisti, voi stessi.

Ora, un'immagine non è altro che un modo più comodo di disporre la materia

così che proietti una configurazione identica agli oggetti reali. La materia della contraffazione è stesa su una superficie piatta, invece di stare in una casa di bambole o appesa a fili di ferro, ed è costituita da pigmenti invece che da forme intagliate nel legno. Le forme delle macchie di pigmento possono essere determinate facendo a meno della contorta ingegnosità di un Ames. Il trucco fu definito succintamente da Leonardo da Vinci quando scrisse che la prospettiva non consiste che nell'osservare un luogo da dietro una lastra di vetro trasparente, sulla cui superficie vengono disegnati gli oggetti che si trovano al di là di essa. Se il pittore osserva la scena da un punto di



osservazione fisso e ne copia con fedeltà i contorni, sino all'ultimo filo d'erba, una persona che osservi il dipinto dalla medesima posizione del pittore avrà i propri occhi colpiti dallo stesso fascio di raggi luminosi che proiettava la scena originale. In quella parte del campo visivo il quadro e il mondo saranno indistinguibili. Qualunque presupposto faccia sì che il cervello veda il mondo come mondo e non come macchie di pigmento, farà sì che esso veda anche il dipinto come mondo e non come macchie di pigmento<sup>5</sup>.

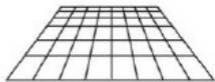
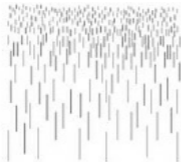
Quali sono questi presupposti? Li prenderemo approfonditamente in esame più avanti, ma diamone

un'anticipazione. Il colore delle superfici è stabile, e così la loro tessitura (cioè la loro grana, trama, puntinatura eccetera); per cui un graduale mutamento delle caratteristiche visive di una superficie è causato dalla luce e dalla prospettiva. Il mondo presenta spesso figure parallele, simmetriche, regolari, ad angoli retti, poste su superfici piane, che sembrano solo rimpicciolirsi insieme; il rimpicciolimento è facilmente liquidato come effetto della prospettiva. Gli oggetti hanno profili regolari, compatti, per cui se l'Oggetto A presenta un taglio riempito dall'Oggetto B, vuol dire che A è dietro a B; non succede che una protuberanza di B stia giusta giusta nella

cavità di A. Potete verificare la forza di tali presupposti osservando i semplici disegni della pagina successiva che danno un'impressione di profondità.

In pratica, i pittori realisti non dipingono i propri quadri sui vetri delle finestre, ma, per ottenere i medesimi effetti sulla tela, utilizzano immagini visive che recuperano dalla memoria e una quantità di trucchi. Usano griglie di filo di ferro o incise nel vetro, fili tesi che dalla scena, attraverso forellini nella tela, giungono a un reticolo visivo, la camera oscura, la camera chiara, e ora la Nikon. E, ovviamente, nessun pittore riproduce ogni filo d'erba. Le pennellate, la tessitura della tela e la forma della cornice fanno sì che un

dipinto si discosti dall'idealizzazione leonardesca della finestra. Inoltre, quasi sempre, guardiamo un quadro da un punto di vista diverso da quello assunto dal pittore di fronte alla sua finestra, il che rende il fascio di raggi luminosi che ci trafiggono l'occhio diverso da quello che emetterebbe la scena reale. È per questo che i dipinti sono solo in parte illusori: noi vediamo ciò che il quadro rappresenta, ma nel contempo lo vediamo come una rappresentazione, non come la realtà. A metterci in guardia sono la tela e la cornice e, cosa degna di nota, questi stessi indizi di pittura noi li usiamo per valutare il nostro punto di vista rispetto al quadro e compensarne la differenza con quello del pittore.



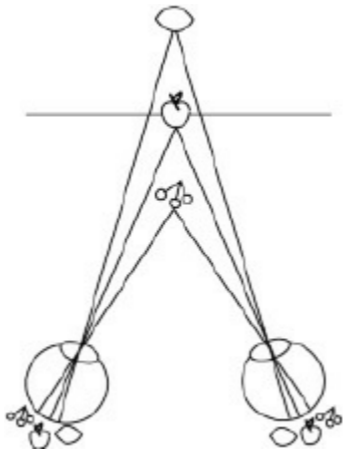
Rimediamo alla distorsione dell'immagine come se la stessimo vedendo dalla prospettiva dell'artista, e interpretiamo così le forme correttamente. La compensazione funziona però solo fino a un certo punto. Quando arriviamo al cinema tardi e siamo costretti a sederci in prima fila, la differenza tra il nostro punto di osservazione e quello della macchina da presa (paragonabile al pittore di fronte alla finestra leonardesca) è eccessiva, e noi vediamo attori deformi scivolare lungo uno schermo trapezoidale.

Tra arte e vita c'è poi un'altra differenza. Il pittore è costretto a vedere la scena da un singolo punto di vista. Lo spettatore guarda il mondo da due punti di osservazione: l'occhio sinistro e l'occhio destro. Mettetevi un dito davanti al naso e rimanete immobili, guardandolo prima con un occhio e poi con l'altro. Il dito nasconde parti diverse del mondo che gli sta dietro, i due occhi hanno visioni leggermente diverse, fenomeno geometrico detto parallasse binoculare<sup>6</sup>.

Molte specie animali hanno due occhi, e quando entrambi puntano nella stessa direzione (invece che uno a destra e uno a sinistra, ottenendo una visione panoramica), i loro campi visivi si

sovrappongono; la selezione naturale ha dovuto quindi affrontare il problema di mettere insieme le due immagini per ottenerne una sola, che il resto del cervello potesse utilizzare. Questa ipotetica immagine prende nome da una creatura mitica dotata di un solo occhio in mezzo alla fronte: il ciclope, membro di una razza di giganti monocoli incontrati da Ulisse nei suoi viaggi. Il problema, per produrre un'immagine ciclopica, è che non c'è alcun modo diretto di sovrapporre le visioni dei due occhi. La maggior parte degli oggetti cadono, nelle due immagini, in punti diversi, la cui diversità dipende dalla distanza a cui si trovano gli oggetti: più sono vicini, più i loro facsimili sono

distanti nelle proiezioni dei due occhi. Immaginiamo di guardare una mela su un tavolo, con un limone dietro di essa e delle ciliegie davanti.



Quando i vostri occhi fissano la mela, la sua immagine giunge alla fovea di ciascuno di essi (la fovea è la



depressione al centro della retina dove la visione è più acuta). La mela si trova in entrambe le retine nella posizione delle lancette dell'orologio alle sei. Guardiamo ora le proiezioni delle ciliegie, più vicine. Nell'occhio sinistro esse segnano le sette, ma in quello destro le cinque. Il limone, che è più distante, segna nell'occhio sinistro le cinque e mezza e le sei e mezza in quello destro. Gli oggetti più vicini rispetto al punto cui è fissato lo sguardo tendono ad allontanarsi verso le tempie, quelli più lontani ad avvicinarsi verso il naso.

L'impossibilità di una semplice sovrapposizione ha offerto tuttavia all'evoluzione un'opportunità. Con un minimo di trigonometria da liceo, si può

usare la differenza nella proiezione di un oggetto nei due occhi, assieme all'angolo formato dallo sguardo dei due occhi e dalla loro separazione nel cranio, per calcolare quanto distante si trovi un oggetto. Se la selezione naturale avesse potuto mettere insieme un computer neurale per compiere il calcolo, una creatura a due occhi avrebbe potuto mandare in frantumi la finestra di Leonardo e percepire la profondità degli oggetti. Il meccanismo è chiamato visione stereoscopica.

È incredibile, ma per migliaia di anni non se n'è accorto nessuno. Gli scienziati pensavano che gli animali avessero due occhi per lo stesso motivo per cui hanno due reni, come effetto

collaterale della struttura bilateralmente simmetrica del corpo, e magari per disporre di un occhio di scorta nel caso che l'altro si guastasse. La visione stereoscopica sfuggì a Euclide, Archimede e Newton, e nemmeno Leonardo la colse fino in fondo. Egli notò che i due occhi hanno visioni diverse di una sfera: il sinistro ne vede un po' di più sulla sinistra, e il destro un po' di più sulla destra. Se solo avesse usato un cubo invece di una sfera, avrebbe notato che anche le forme sulle retine sono diverse. La visione stereoscopica venne scoperta solo nel 1833 da Charles Wheatstone, fisico e inventore da cui ha preso nome il circuito elettrico detto «ponte di

Wheatstone». Scrive lo scienziato:

Sarà ora evidente perché un artista non può dare una fedele rappresentazione di nessun oggetto solido, cioè produrre un dipinto che non verrà distinto nella mente dall'oggetto stesso. Quando dipinto e oggetto vengono visti con entrambi gli occhi, nel caso del dipinto si proiettano sulle retine due immagini simili, nel caso dell'oggetto solido due immagini dissimili; c'è quindi una differenza sostanziale, nei due casi, fra le impressioni che giungono agli organi della sensazione, e di conseguenza tra le percezioni formate nella mente; il dipinto non può perciò venire confuso con l'oggetto solido<sup>7</sup>.

Che la visione stereoscopica sia stata scoperta così tardi è sorprendente: è

difficile infatti non notarla nell'esperienza quotidiana. Tenete un occhio chiuso per qualche minuto mentre camminate. Il mondo è un luogo piatto, e potreste trovarvi a sbattere contro gli spigoli delle porte o versarvi lo zucchero sulle ginocchia. Naturalmente il mondo non si appiattisce del tutto; il cervello continua a disporre di quel genere di informazioni presenti nei dipinti e in televisione, come il rimpicciolirsi degli oggetti, il loro coprirsi, il loro disporsi sul terreno e le loro tessiture. Inoltre, ed è la cosa più importante, c'è il movimento. Muovendosi, il punto d'osservazione cambia di continuo, con il risultato che gli oggetti vicini passano velocemente

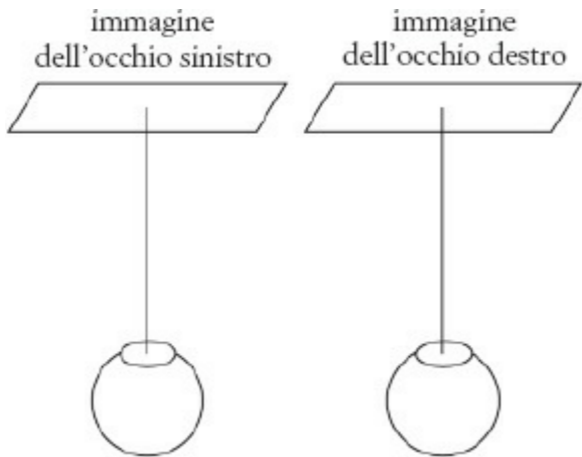
da una posizione all'altra e quelli lontani si spostano con lentezza. Il cervello interpreta i continui cambiamenti di configurazione come l'esibirsi di un mondo tridimensionale. La percezione della struttura a partire dal flusso ottico è evidente in *Star Trek*, *Star Wars* e in quei popolari salvaschermo per computer in cui punti bianchi scorrono dal centro verso la periferia dello schermo, dandoci la vivida impressione di volare nello spazio (anche se le stelle vere sarebbero troppo lontane per dare un'impressione del genere a dei veri astronauti). Grazie a questi indizi monoculari di profondità, riescono a cavarsela abbastanza bene nel mondo anche le persone cieche da un

occhio, come per esempio l'aviatore Wiley Post e un giocatore di football dei New York Giants degli anni Settanta. Il cervello è un consumatore di informazioni opportunisto ed esperto in matematica, e forse questo è il motivo per cui il suo uso di un unico suggerimento, la differenza binoculare, ha eluso l'attenzione degli scienziati per così tanto tempo.

Wheatstone dimostrò che la mente converte la trigonometria in coscienza quando progettò la prima immagine pienamente tridimensionale, lo stereogramma. L'idea è semplice. Catturiamo una scena utilizzando due finestre di Leonardo o, per maggiore comodità, due macchine fotografiche,

collocate ognuna dove sarebbe collocato un occhio. Prendiamo una persona e mettiamole l'immagine di destra di fronte all'occhio destro e quella di sinistra di fronte all'occhio sinistro. Se il cervello presume che i due occhi stiano guardando un mondo tridimensionale, con le differenze di visione dovute alla parallasse binoculare, dovrebbe venire ingannato dalle immagini e combinarle in un'immagine ciclopica in cui gli oggetti appariranno a profondità diverse.





Ma qui Wheatstone s'imbatté in un problema, che rappresenta ancora una sfida per tutti i marchingegni stereoscopici. Il cervello adegua fisicamente gli occhi alla profondità di una superficie in due modi. Innanzi tutto la pupilla, benché io l'abbia descritta come se fosse un forellino, è dotata di un

cristallino che accumula una molteplicità di raggi luminosi provenienti da un punto del mondo e li focalizza tutti in un punto sulla retina. Più vicino è l'oggetto, più i raggi devono venire curvati perché convergano in un punto invece che in un disco confuso, e più spesso dev'essere il cristallino. I muscoli all'interno del globo oculare devono ispessire il cristallino per mettere a fuoco oggetti vicini e appiattirlo per mettere a fuoco oggetti lontani.

La pressione viene controllata dal riflesso di messa a fuoco, un circuito retroattivo che adegua la forma del cristallino finché la qualità

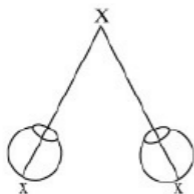
dell'immagine proiettata sulla retina non è al massimo livello di definizione possibile. (Il circuito è simile a quello presente in alcune macchine fotografiche dotate di messa a fuoco automatica). I film sfocati sono fastidiosi da vedere perché il cervello continua a cercare di eliminare il difetto adeguando il cristallino, operazione del tutto vana.

un oggetto vicino  
richiede un cristallino spesso



un oggetto lontano  
richiede un cristallino sottile

La seconda regolazione fisica consiste nel dirigere gli occhi, che si trovano a circa otto centimetri di distanza l'uno dall'altro, sullo stesso punto. Più l'oggetto è vicino, più gli occhi devono incrociarsi.



un oggetto vicino

richiede occhi molto incrociati



un oggetto lontano

richiede occhi meno incrociati

Gli occhi vengono incrociati in misura maggiore o minore da muscoli posti ai loro lati, muscoli controllati da

un circuito cerebrale che tenta di eliminare le doppie immagini. (Vedere doppio è spesso segno che il cervello ha subito un avvelenamento, una carenza di ossigeno o una contusione). Il circuito è simile a quello dei telemetri a sdoppiamento delle vecchie macchine fotografiche, nei quali un prisma sovrappone le immagini provenienti da due finestrelle poste sulla parte frontale dell'apparecchio e il fotografo regola l'angolazione del prisma (che è collegato alla ghiera di messa a fuoco) finché le due immagini non si sovrappongono. Il principio del telemetro è usato dal cervello come ulteriore fonte di informazioni sulla profondità, e forse come una fonte

indispensabile. La visione stereoscopica dà infatti informazioni soltanto sulla profondità relativa, la profondità di fronte o dietro il punto su cui convergono gli occhi, e per giungere al senso della profondità assoluta si devono usare informazioni sulla direzione assunta dal globo oculare.

Il problema per i progettisti di dispositivi stereoscopici sta qui. Il riflesso di messa a fuoco e quello di incrociamiento degli occhi lavorano in coppia. Se si mette a fuoco un punto vicino eliminando la nebulosità della visione, gli occhi convergono; se se ne mette a fuoco uno distante, diventano paralleli. Se li si fa convergere su un punto vicino evitando di vedere doppio,

premono sul cristallino per una focalizzazione ravvicinata; se li si fa divergere dirigendoli su un punto lontano, si rilassano per la focalizzazione a distanza. L'accoppiamento delle due manovre mette in crisi il modo più semplice di progettare uno stereoscopio, nel quale viene posta di fronte a ciascun occhio una piccola immagine ed entrambi gli occhi puntano dritto davanti a loro, ciascuno alla propria immagine. Puntare gli occhi dritto di fronte a sé è ciò che si fa per vedere oggetti distanti, per cui ogni occhio si focalizza per la visione a distanza, rendendo l'immagine annebbiata. Mettere a fuoco le immagini, d'altro canto, significa tendere a

incrociare gli occhi, che così puntano alla stessa immagine anziché ciascuno alla propria, e neanche questo va bene. Gli occhi ruotano in dentro e in fuori e i cristallini si ispessiscono e appiattiscono, ma sempre fuori tempo. Per ottenere un'illusione stereoscopica bisogna che qualcuno dia partita vinta.

Una soluzione è quella di rompere la coppia. Molti psicologi sperimentali si sono sottoposti ad addestramenti da fachiri per conquistare il controllo dei loro riflessi e «fondere» stereogrammi con la forza di volontà. Alcuni incrociano gli occhi su un punto virtuale davanti all'immagine, cosicché l'occhio sinistro fissa l'immagine di destra e viceversa, e nel contempo mettono a



fuoco ciascun occhio sull'immagine dietro il punto virtuale. Altri puntano gli occhi all'infinito pur mantenendoli a fuoco. Una volta ho passato tutto un pomeriggio a provarci: avevo scoperto che William James la considerava una tecnica che ogni bravo psicologo doveva imparare a padroneggiare. Ma non ci si può aspettare che la gente normale dia prova di una tale abnegazione.

L'invenzione di Wheatstone era un po' macchinosa. Egli infatti si trovò di fronte a un secondo problema: i disegni e dagherrotipi dei suoi tempi erano troppo grandi per stare di fronte agli occhi senza sovrapporsi, e la gente non può puntare gli occhi uno a destra e uno

a sinistra come i pesci. Così egli sistemò un'immagine su ogni lato, una di fronte all'altra come fermalibri, e tra di esse dispose due specchi incollati assieme come la copertina di un libro aperto, ognuno dei quali rifletteva un'immagine. Poi sistemò di fronte a ogni specchio un prisma, regolandoli in modo che i due specchi sembrassero sovrapposti. Quando la gente guardava attraverso i prismi e vedeva i riflessi sovrapposti delle due immagini, la scena in queste ultime si faceva di colpo tridimensionale. L'avvento di macchine fotografiche migliori e pellicole di dimensioni ridotte ha permesso di progettare il più semplice e portatile apparecchio che ancora utilizziamo.

Piccole immagini, come sempre fotografate da due punti d'osservazione posizionati come gli occhi, vengono poste fianco a fianco con, tra di esse, una sorta di paraocchi perpendicolare, e una lente di fronte a ogni occhio. La lente solleva l'occhio dal bisogno di focalizzarsi sull'immagine vicina, e in tal modo può rilassarsi sull'infinito. Così, gli occhi si fanno paralleli, ciascuno punta alla propria immagine posta di fronte, e le due immagini si fondono con facilità.

Lo stereoscopio divenne la televisione del Diciannovesimo secolo: famiglie e amici passavano ore deliziose, nell'età vittoriana, facendo a turno per vedere fotografie

stereoscopiche dei boulevard parigini, delle piramidi egizie o delle cascate del Niagara. Stereoscopi di legno con relativi accessori (tavolette con fotografie affiancate) sono tuttora avidamente ricercati dai collezionisti nei negozi di antiquariato. Una moderna versione dello stereoscopio è il ViewMaster, venduto in tutto il mondo nei negozietti per turisti: un visore economico in cui gira un dischetto di diapositive stereoscopiche delle attrattive locali<sup>8</sup>.

Un'altra tecnica, l'anaglifo, dispone le due immagini su un'unica superficie e usa abili trucchi perché ciascun occhio veda solamente l'immagine che gli è destinata. Ne sono un esempio familiare

quei famigerati occhiali di cartone rossi e verdi associati al cinema tridimensionale tanto di moda nei primi anni Cinquanta. L'immagine per l'occhio sinistro viene proiettata in rosso e quella per l'occhio destro in verde su un singolo schermo bianco. L'occhio sinistro guarda lo schermo attraverso un filtro verde, il che fa apparire lo sfondo bianco verde e le linee verdi destinate all'altro occhio invisibili, mentre le linee rosse destinate all'occhio sinistro spiccano in nero. Allo stesso modo, il filtro rosso di fronte all'occhio destro rende lo sfondo rosso, le linee rosse invisibili e quelle verdi nere. Ogni occhio ottiene la propria immagine, e i flaccidi mostri provenienti da Alpha

Centauri balzano fuori dallo schermo. Uno sfortunato effetto collaterale è che quando i due occhi vedono configurazioni molto diverse come gli sfondi rosso e verde, il cervello non è in grado di fonderle e trasforma il campo visivo in un mosaico, vedendo ogni macchia ora verde ora rossa, uno sconcertante effetto chiamato rivalità binoculare. Potete sperimentare qualcosa di simile, ma in modo meno estremo, tenendo un dito pochi centimetri di fronte a voi con entrambi gli occhi aperti che fissano un punto lontano in modo da ottenere un'immagine sdoppiata. Se fate attenzione a una delle due immagini, noterete che alcune delle sue parti

diventano lentamente opache, si dissolvono in trasparenza, tornano a riempirsi e così via.

Un migliore anaglifo si ottiene ponendo filtri polarizzatori, invece che filtri colorati, sugli obiettivi di due proiettori e negli occhiali di cartone. L'immagine destinata all'occhio sinistro viene proiettata dal proiettore di sinistra a onde luminose che oscillano su un piano diagonale, come questo: / . Un filtro di fronte all'occhio sinistro dispone di microscopiche fenditure che, avendo lo stesso orientamento, permettono alla luce di passare, mentre un filtro sull'occhio destro, con fenditure orientate in senso opposto ( \ ), la blocca. Il filtro di fronte all'occhio

destro, a sua volta, consente il passaggio solo della luce proveniente dal proiettore di destra. Le immagini sovrapposte possono essere a colori e non suscitano rivalità binoculare. Questa tecnica venne utilizzata con grande effetto da Alfred Hitchcock, in *Delitto perfetto*, nella scena in cui Grace Kelly allunga il braccio per prendere le forbici e pugnalarlo l'uomo che vuole strangolarla. Lo stesso non può dirsi per *Baciarmi Kate*, l'adattamento cinematografico del musical di Cole Porter, nel quale una ballerina, in piedi sul tavolino di un caffè, canta a squarciagola *Too Darn Hot* («Maledettamente caldo») lanciando sciarpe verso la macchina da presa.



I moderni occhiali da anaglifi hanno lenti costituite da schermi a cristalli liquidi (dello stesso tipo usato per gli orologi digitali) che, controllate elettricamente, fungono da silenziosi otturatori. Quando un otturatore è trasparente l'altro è opaco, il che costringe gli occhi a guardare a turno lo schermo del computer di fronte a essi. Gli occhiali sono sincronizzati con lo schermo, che mostra l'immagine destinata all'occhio sinistro quando l'otturatore di sinistra è aperto e quella destinata all'occhio destro quando è aperto l'otturatore di destra. Le immagini si alternano troppo velocemente perché gli occhi possano notare il passaggio. Questa tecnologia

viene usata in alcuni monitor per la realtà virtuale. Ma il massimo della perfezione nella realtà virtuale è una versione high-tech dello stereoscopio vittoriano. Un computer trasferisce ogni immagine su due piccoli monitor a cristalli liquidi davanti ai quali sono poste due lenti, montate di fronte a ciascun occhio all'interno di un casco o di un visore.

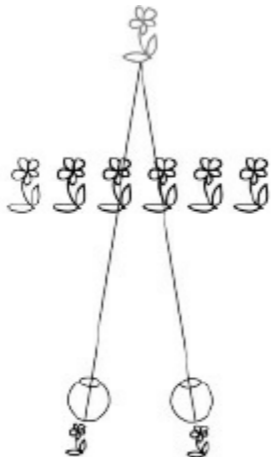
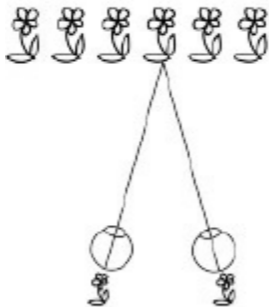
Tutte queste tecnologie obbligano a indossare un qualche apparato o a guardarci attraverso. Il sogno dell'illusionista è uno stereogramma che possa essere visto a occhio nudo: un autostereogramma.

Il principio venne scoperto un secolo

e mezzo fa da David Brewster, il fisico scozzese che studiò anche la luce polarizzata e inventò il caleidoscopio e lo stereoscopio dell'era vittoriana. Brewster aveva notato che il ripetersi di motivi su una carta da parati generava a volte un'impressione di profondità. Copie adiacenti dello stesso motivo, per esempio un fiore, potevano catturare ognuna l'attenzione di un singolo occhio. Accade infatti che fiori identici si posizionino nello stesso punto sulle due retine, cosicché la doppia immagine sembra un'immagine singola. Anzi, come una camicia abbottonata male, anche un'intera serie di doppie immagini può fondersi in un'ingannevole immagine sola, tranne che per gli

elementi spaiati alle due estremità. Il cervello, non percependo doppie immagini, si convince di aver fatto convergere correttamente gli occhi, e li blocca nell'allineamento sbagliato. Il che lascia gli occhi fissi a un punto immaginario dietro la parete, e i fiori sembrano fluttuare nello spazio a quella distanza. Inoltre sembrano più grandi, perché il cervello fa i suoi calcoli trigonometrici e stabilisce quanto devono essere grandi a quella profondità per proiettare quell'immagine retinica.

che cosa gli occhi  
dovrebbero fare



che cosa il ripetersi del motivo  
induce gli occhi a fare

Un modo semplice per sperimentare l'effetto carta da parati è quello di fissare un muro ricoperto di piastrelle a qualche centimetro di distanza, troppo da vicino per poter mettere gli occhi a

fuoco e farli convergere senza sforzo. (È un effetto che molti uomini riscoprono orinando in piedi in una toilette pubblica). Le piastrelle di fronte a ciascun occhio si fondono facilmente, creando la surreale impressione di un muro di piastrelle molto grandi e a grandissima distanza. Il muro si piega in fuori e, se si muove la testa da un lato all'altro, oscilla nella direzione opposta: cose, entrambe, che accadrebbero nel mondo reale se il muro si trovasse effettivamente a quella distanza e proiettasse quindi sulla retina l'immagine che proietta in quel momento. Il cervello crea tali illusioni nel suo ansioso tentativo di mantenere coerente la geometria dell'intera

allucinazione.

Brewster notò inoltre che qualunque irregolarità nella spaziatura di una coppia di immagini le faceva aggettare o recedere rispetto alle altre. Immaginiamo che i fiori attraversati dalle linee visuali nel diagramma vengano stampati un po' più vicini tra loro. Le linee visuali si avvicinano e s'incrociano più in prossimità degli occhi, le immagini sulla retina si spostano verso le tempie, e il cervello vede il fiore immaginario come se fosse più vicino. Allo stesso modo, se i fiori fossero stampati un po' più distanti tra loro, le linee visuali si incrocerebbero a che cosa il ripetersi del motivo induce gli occhi a fare maggiore distanza, le

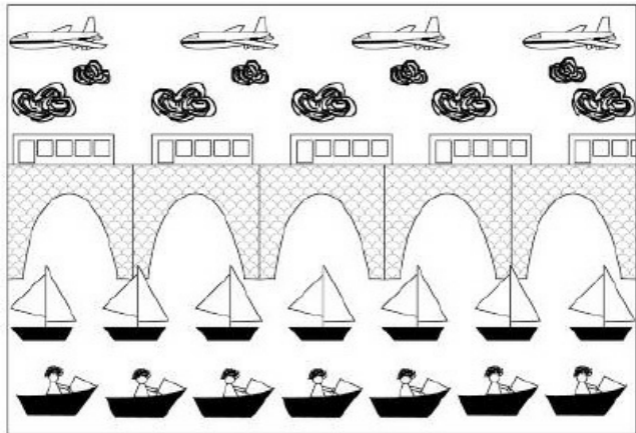
proiezioni retiniche si affollerebbero verso il naso, e il cervello vedrebbe l'oggetto fantasma a una distanza leggermente maggiore.

Siamo arrivati così a un genere semplice di illusione da «occhio magico», l'autostereogramma da carta da parati. Alcuni degli stereogrammi presenti in libri e biglietti d'auguri mostrano serie di figure che si ripetono: alberi, nuvole, montagne, persone. A guardarle, ogni fila di oggetti scivola in avanti o indietro finché non si assesta alla sua profondità (in questi autostereogrammi, tuttavia, non emerge alcuna nuova forma, come invece accade in quelli a scarabocchi, su cui ci soffermeremo tra breve). Un esempio,



disegnato da Ilavenil Subbiah, si può osservare in questa pagina.

È come la carta da parati di Brewster, solo che le differenze di spaziatura sono deliberate, non frutto della sciatteria del tappeziere. Le barche a vela sono sette perché sono vicine l'una all'altra, mentre gli archi sono soltanto cinque perché sono più spazati tra loro. A guardare al di là dell'immagine, le barche sembrano più vicine rispetto agli archi, perché le loro linee visuali, male abbottonate, per così dire, s'incontrano su un piano più vicino.



Se ancora non sapete come fondere uno stereogramma, provate a tenere il libro che state leggendo proprio di fronte agli occhi. È troppo vicino per venire messo a fuoco; lasciate quindi che gli occhi puntino dritto sul davanti, vedendo doppio. Ora allontanate lentamente il libro mantenendo gli occhi

rilassati e «guardando attraverso» di esso un punto immaginario al di là. (Alcuni sistemano sopra lo stereogramma un vetro o un foglio trasparente, in modo da poter mettere a fuoco gli occhi sui riflessi di oggetti lontani). Dovreste continuare a vedere doppio. Il trucco sta nel lasciare che una delle due immagini scivoli sopra l'altra, e poi tenerle lì come se fossero calamite. Cercate di tenere le immagini allineate. Le forme sovrapposte dovrebbero gradualmente venire a fuoco e sbalzare in dentro o in fuori a profondità diverse. Come ha notato Tyler, la visione stereoscopica è simile all'amore: se non ne sei sicuro, non lo stai provando.

Alcuni hanno più fortuna se tengono un dito a pochi centimetri dallo stereogramma, focalizzano lo sguardo su di esso, e poi togliendolo cercano di far sì che gli occhi continuino a convergere a quella profondità. Con questa tecnica, l'apparente fusione è frutto dell'incrociarsi degli occhi: l'occhio sinistro guarda una barca a destra e quello destro una a sinistra. Non preoccupatevi di quanto potrà dirvi vostra madre: gli occhi non vi rimarranno fissi in quella posizione per sempre. Che riusciate a fondere stereogrammi incrociando gli occhi troppo o non abbastanza dipende probabilmente, in primo luogo, dal fatto che abbiate un leggero strabismo

convergente o un leggero strabismo divergente.

Con la pratica, gli autostereogrammi da carta da parati riescono a essere visti dalla maggior parte delle persone. Non c'è bisogno di una concentrazione da yogin come quella dello psicologo che riesce a fondere con la sola forza di volontà stereogrammi a due immagini, perché non c'è bisogno di dissociare nella stessa misura il riflesso di messa a fuoco dal riflesso di convergenza. Per fondere con la forza di volontà uno stereogramma a due immagini occorre bloccare gli occhi abbastanza distanti l'uno dall'altro perché ognuno rimanga puntato a una sola delle immagini. Per fondere uno stereogramma da carta da

parati, invece, è sufficiente che gli occhi siano abbastanza distanti fra loro da fissare ognuno i cloni contigui all'interno di una singola immagine; e i cloni sono abbastanza vicini l'uno all'altro perché l'angolo di convergenza non risulti troppo diverso da come il riflesso di messa a fuoco vorrebbe che fosse. Non dovrebbe risultarvi troppo difficile sfruttare questa piccola smagliatura nella rete costituita dai due riflessi e mettere a fuoco gli occhi su un punto un po' più vicino rispetto a dove convergono. Se proprio avete difficoltà, Ellen De-Generes potrà portarvi con lei nel suo gruppo di mutua assistenza.

Il trucco alla base degli stereogrammi

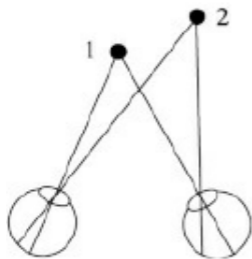
da carta da parati (disegni identici che inducono gli occhi a fare erroneamente corrispondere le proprie due visioni) svela un problema fondamentale che il cervello deve risolvere perché si possa avere una visione stereoscopica. Prima di poter misurare le posizioni di un punto sulle due retine, il cervello dev'essere sicuro che un punto su una retina abbia lo stesso referente nel mondo di quello sull'altra retina. Se nel mondo ci fosse un referente solo sarebbe facile. Ma aggiungetene un secondo e le loro immagini retiniche possono venire accoppiate in due modi: il punto 1 nell'occhio sinistro con il punto 1 nell'occhio destro, e il punto 2 nell'occhio sinistro con il punto 2

nell'occhio destro, che è l'accoppiamento giusto; oppure il punto 1 nell'occhio sinistro con il punto 2 nell'occhio destro, e il punto 2 nell'occhio sinistro con il punto 1 nell'occhio destro, un accoppiamento sbagliato che potrebbe fare allucinatoriamente vedere due referenti fantasma.

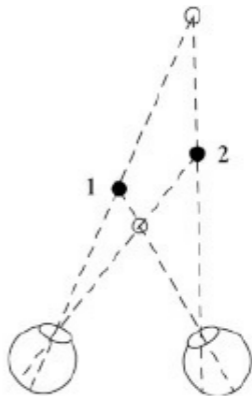
Aggiungete altri referenti, e i problemi di accoppiamento si moltiplicano. Con tre referenti gli accoppiamenti fantasma sono sei; con dieci, novanta; con un centinaio, quasi diecimila. Questo «problema di corrispondenza» fu notato nel Sedicesimo secolo dall'astronomo Giovanni Keplero, che rifletté su come



gli occhi, guardando le stelle, facessero corrispondere le loro migliaia di punti bianchi, e su come la posizione di un oggetto nello spazio potesse essere determinata a partire dalle sue molteplici proiezioni. Gli stereogrammi da carta da parati funzionano persuadendo il cervello ad accettare una soluzione plausibile, anche se falsa, al problema della corrispondenza.



giusto



possibile ma sbagliato

Fino a poco tempo fa, tutti pensavano che il cervello risolvesse questo problema, nella vita quotidiana, prima riconoscendo gli oggetti in ciascun occhio, poi accoppiando le immagini del medesimo oggetto: il limone nell'occhio sinistro con il limone nell'occhio destro, le ciliegie nell'occhio sinistro con le

ciliegie nell'occhio destro. Per evitare false corrispondenze, la visione stereoscopica, guidata dall'intelligenza complessiva della persona, non dovrebbe far altro che congiungere i punti provenienti dallo stesso tipo di oggetto. Una scena contiene normalmente milioni di punti, ma molti meno limoni, forse uno soltanto. Accoppiando oggetti interi, il cervello avrebbe quindi meno possibilità di sbagliare.

La natura, però, non ha optato per questa soluzione. A farlo pensare per la prima volta è stata un'altra delle stravaganti stanze di Ames. In questo caso l'infaticabile Ames costruì una normale stanza rettangolare, ma

ricoprendone ogni centimetro di pavimento, pareti e soffitto con foglie incollate. A guardarla da uno spioncino con un occhio solo, la stanza appariva un informe mare di verde. A guardarla con entrambi gli occhi, invece, riprendeva di colpo la sua corretta forma tridimensionale. Ames aveva creato un mondo che poteva essere visto solo dal mitico occhio ciclopico, non dal solo occhio sinistro o dal solo occhio destro. Ma come poteva il cervello accoppiare correttamente le visioni dei due occhi, se poteva contare solo sul riconoscimento e il collegamento degli oggetti in ognuno di essi? La visione dell'occhio sinistro era «foglie foglie foglie foglie foglie foglie

foglie foglie», e quella dell'occhio destro «foglie foglie foglie foglie foglie foglie foglie foglie»: il cervello si trovava di fronte al più arduo problema di corrispondenza immaginabile. Eppure accoppiava senza fatica le due visioni creandone una ciclopica.

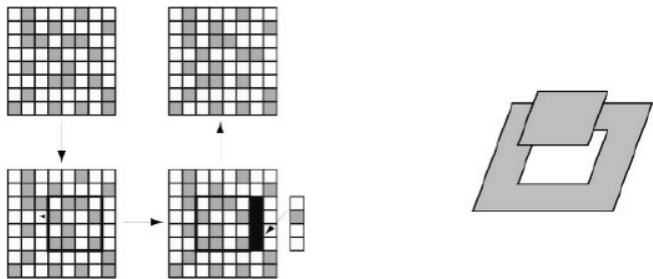
La dimostrazione non è del tutto inattaccabile. Se spigoli e angoli della stanza non fossero perfettamente mascherati dalle foglie? Forse ognuno degli occhi ha un vago sospetto della forma della stanza, e quando il cervello fonde le due immagini i sospetti si fanno quasi certezza. La prova inoppugnabile che il cervello è in grado di risolvere il problema della corrispondenza senza riconoscere gli oggetti è frutto di uno dei

primi ingegnosi utilizzi della computer grafica, dovuto allo psicologo Béla Julesz. Prima di fuggire dall'Ungheria negli Stati Uniti, nel 1956, Julesz era un ingegnere radar con interessi nel campo della ricognizione aerea. Per spiare dall'alto si ricorre a un trucco ingegnoso: la visione stereoscopica penetra le mimetizzazioni. Un oggetto mimetizzato è coperto di segni che assomigliano allo sfondo su cui è posto, il che rende il confine fra oggetto e sfondo invisibile. Ma, a meno che non si tratti di un oggetto piatto come una frittella, a vederlo da due punti d'osservazione i suoi segni appariranno in posizioni leggermente diverse nelle due visioni, mentre i segni sullo sfondo,

essendo più lontani, non si sposteranno altrettanto. Il trucco, nelle ricognizioni aeree, sta nel fotografare il terreno, volare un altro po', e fotografarlo di nuovo. Dopo di che si mettono le immagini una accanto all'altra e le si presenta a un rilevatore di discrepanze ipersensibile: un essere umano. Una persona guarda letteralmente le fotografie con un visore stereoscopico, come fosse un gigante che guardi dal cielo con un occhio in ogni posizione dalla quale l'aereo ha preso un'immagine. A questo punto, l'oggetto mimetizzato balza fuori in profondità. Poiché un oggetto mimetizzato è, per definizione, quasi invisibile in una singola visione, abbiamo un altro

esempio di occhio ciclopico che vede ciò che nessuno dei due occhi reali può vedere.

La prova definitiva doveva però venire da una mimetizzazione perfetta, e allora Julesz si rivolse al computer. Per la visione dell'occhio sinistro, gli fece generare un quadrato ricoperto di puntini casuali, come la cosiddetta neve alla televisione.



Dopo di che, gliene fece fare una



copia per l'occhio destro, ma con una modifica: spostò un brandello di puntini un po' verso sinistra e, per mimetizzarlo perfettamente, inserì nella lacuna a destra una nuova striscia di puntini casuali. Ognuna delle due immagini sembrava, di per sé, del pepe. Ma, a guardarle in stereoscopia, il brandello spostato levitava nell'aria.

Molte delle autorità dell'epoca nel campo della visione stereoscopica rifiutarono di crederci: il problema di corrispondenza che il cervello doveva risolvere era troppo difficile. Sospettarono che Julesz avesse in qualche modo lasciato qualche piccolo segno del taglio in una delle immagini. Ma naturalmente il computer non fa di

queste cose. Chiunque veda uno stereogramma a punti casuali se ne convince subito.

A Christopher Tyler, occasionale collaboratore di Julesz, non occorre altro, per inventare l'autostereogramma a occhio magico, che combinare l'autostereogramma da carta da parati con lo stereogramma a punti casuali. Il computer genera una striscia verticale di puntini e ne colloca delle copie una accanto all'altra, creando una carta da parati a punti casuali<sup>9</sup>. Mettiamo che ogni striscia sia larga dieci punti e numeriamo i punti da 1 a 10 (usando lo 0 per il 10):

12345678901234567890123456789012345678901234567890  
12345678901234567890123456789012345678901234567890  
12345678901234567890123456789012345678901234567890

E così via. Ogni blocco di punti, per esempio «5678», si ripete ogni dieci spazi. Quando gli occhi fissano le strisce adiacenti, esse si fondono ingannevolmente, proprio come accade con gli stereogrammi da carta da parati, solo che il cervello sovrappone insieme di punti casuali anziché fiori. Ricordiamo che in uno stereogramma da carta da parati le copie di un motivo più vicine tra loro fluttuano al di sopra delle altre, perché le loro linee visuali s'incrociano più vicino all'osservatore. Per ottenere che un settore di un autostereogramma a occhio magico fluttui, chi lo progetta deve far sì che ogni gruppo di puntini al suo interno sia più vicino alla sua copia più vicina.

Nell'immagine in questa pagina, voglio far fluttuare un rettangolo. Elimino due copie del punto 4 nello spazio compreso tra le frecce; potete notare le righe da cui le ho tolte perché sono più corte di due spazi. All'interno del rettangolo ogni gruppo di puntini, per esempio «5678», si ripete ogni nove spazi anziché ogni dieci. Il cervello interpreta le copie più vicine tra loro come provenienti da oggetti più vicini, perciò il rettangolo levita. Il diagramma, tra l'altro, non mostra solo come siano fatti gli autostereogrammi, ma funziona esso stesso da passabile autostereogramma. Se lo fondete come con la carta da parati, dovrebbe emergere un rettangolo. (Gli asterischi in alto

servono ad aiutarvi; lasciate vagare gli occhi fino a ottenere un'immagine doppia, con quattro asterischi, poi, lentamente, cercate di riunire le immagini fino a fondere i due asterischi centrali e vederne quindi tre in fila, invece di quattro. Ora, abbassate gli occhi sul diagramma stando attenti a non ripuntarli, e forse vedrete il rettangolo fluttuare).

\*

\*



1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
12345678901234567890123456789012356789012356789012345678901234567890  
12345678901234567890123456789012356789012356789012345678901234567890  
12345678901234567890123456789012356789012356789012345678901234567890  
12345678901234567890123456789012356789012356789012345678901234567890  
12345678901234567890123456789012356789012356789012345678901234567890  
12345678901234567890123456789012356789012356789012345678901234567890  
12345678901234567890123456789012356789012356789012345678901234567890  
12345678901234567890123456789012356789012356789012345678901234567890  
12345678901234567890123456789012356789012356789012345678901234567890  
123456789012345678901234567890123X4567890123X456789012345678901234567890  
123456789012345678901234567890123X4567890123X456789012345678901234567890  
123456789012345678901234567890123X4567890123X456789012345678901234567890  
123456789012345678901234567890123X4567890123X456789012345678901234567890  
123456789012345678901234567890123X4567890123X456789012345678901234567890  
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

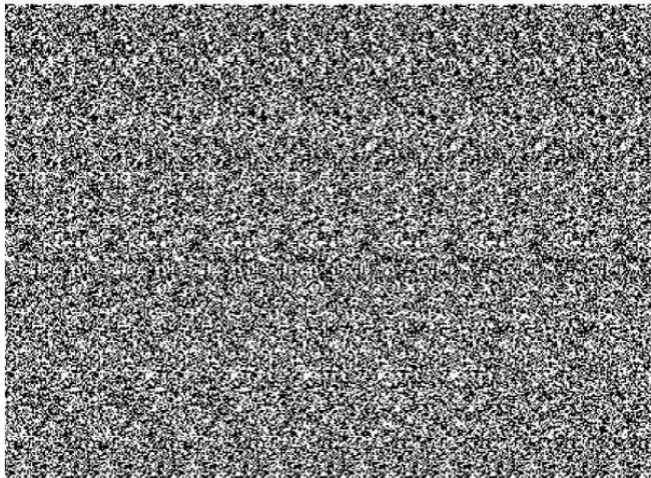
Dovreste vedere anche, in basso, una finestra che recede. L'ho creata prendendo un settore rettangolare e facendo il contrario di quello che ho fatto prima: aggiungendo un punto extra

(«X») accanto a ogni copia del punto 4 all'interno del rettangolo. In questo modo i blocchi di punti sono più distanziati, ripetendosi ogni undici spazi. (Le righe in questione, come noterete, sono più lunghe delle altre). Copie più spaziate equivalgono a una superficie più distante. Un vero autostereogramma a punti casuali, ovviamente, è composto di punti, non di numeri, così quello che vi è stato aggiunto o tolto non si vede, e le righe diseguali vengono riempite di puntini extra. Potete vederne un esempio nell'immagine che segue. Il divertimento, nel guardare un vero autostereogramma a punti casuali, sta nel fatto che il momento in cui balza in fuori

sorprende l'osservatore con forme  
prima invisibili.

Quando la mania degli  
autostereogrammi raggiunse il  
Giappone, si trasformò ben presto in una  
forma d'arte.





I punti non sono necessari; può andar bene qualunque motivo a piccole sagome abbastanza ricco da farla in barba al cervello inducendolo a bloccare gli occhi su strisce adiacenti. I primi autostereogrammi commerciali

facevano uso di scarabocchi colorati, quelli giapponesi di fiori, onde oceaniche e, seguendo l'esempio di Ames, foglie. Grazie al computer, le forme non devono essere a ritaglio e piatte come in un diorama. Leggendo le coordinate tridimensionali dei punti su una superficie, il computer può spostare ogni punto in misura lievemente diversa in modo da scolpire la forma solida nello spazio ciclopico, invece che far scivolare rigidamente l'intero settore. Si materializzano forme morbide e tondeggianti, che appaiono come se fossero avvolte in sottilissime foglie o fiori.

Perché la selezione naturale ci ha dotati di un'autentica visione ciclopica,

cioè della capacità di vedere in stereoscopia forme che nessuno dei due occhi da solo può vedere, invece che di un sistema stereoscopico più semplice, che faccia corrispondere i limoni e le ciliegie visibili da ognuno degli occhi? Tyler fa notare che i nostri antenati vivevano realmente nella stanza di foglie di Ames. I primati si sono evoluti sugli alberi, dove dovevano vedersela con un reticolo di rami mascherati da un velo di fogliame. Un errore costava una rovinosa caduta. Costruire un computer stereoscopico in quelle creature a due occhi dev'essere stata una tentazione irresistibile per la selezione naturale, ma esso avrebbe potuto funzionare solo se le discrepanze fossero state calcolate

su migliaia di minuscoli elementi del tessuto visivo. Singoli oggetti che permettessero accoppiamenti non ambigui erano semplicemente troppo rari e lontani fra loro.

Julesz pone inoltre l'accento su un altro vantaggio della visione ciclopica. Ben prima che la scoprissero gli eserciti, la mimetizzazione venne scoperta dagli animali. I primissimi primati erano simili alle proscimmie di oggi, i lemuri e i tarsi del Madagascar, che catturano insetti sugli alberi. Numerosi insetti si nascondono agli occhi dei predatori immobilizzandosi, il che sconfigge i sensori di movimento dei cacciatori, e attraverso la mimetizzazione, che ne sconfigge i

sensori che rilevano i contorni. La visione ciclopica è un'efficace contromisura: rivela la preda esattamente come le ricognizioni aeree rivelano carri armati e aerei. Il continuo perfezionamento degli strumenti di offesa e difesa genera corse agli armamenti in natura non meno che in guerra. Alcuni insetti neutralizzano la visione stereoscopica dei predatori appiattendolo il corpo e schiacciandosi contro lo sfondo, o trasformandosi in sculture viventi di foglie e rametti, sorta di mimetizzazione tridimensionale<sup>10</sup>.

Come funziona l'occhio ciclopico? Il problema della corrispondenza, accoppiare i segni in un occhio con i

loro corrispondenti nell'altro, non è meno arduo di quello dell'uovo e della gallina. Non si può misurare la discrepanza stereoscopica di una coppia di segni finché non si è raccolta una coppia di segni da misurare. Ma in una stanza di foglie o in uno stereogramma a punti casuali, chi è incaricato di metterli in corrispondenza si trova davanti a migliaia di candidati. Se si sapesse quanto è distante la superficie, si saprebbe dove cercare nella retina di sinistra il compagno del segno su quella di destra. Ma se lo si sapesse non ci sarebbe bisogno di alcun calcolo stereoscopico; si avrebbe già la risposta. Come si comporta di fronte a questo problema la mente?

David Marr ha osservato che possono venirci in aiuto, qui, i presupposti iscritti in noi sul mondo nel quale ci siamo evoluti. Tra gli  $n^2$  possibili accoppiamenti di  $n$  punti, non tutti è probabile che vengano da questa affascinante cornice, la Terra. Un addetto agli accoppiamenti ben addestrato deve prendere in considerazione solo gli accoppiamenti fisicamente probabili.

In primo luogo, ogni segno nel mondo è ancorato in un singolo momento a una sola posizione su una sola superficie. Quindi un accoppiamento legittimo deve far corrispondere punti identici nei due occhi provenienti da una singola macchia nel mondo. Un punto nero in un

occhio deve corrispondere a un punto nero nell'altro, non a uno bianco, perché la corrispondenza deve rappresentare una singola posizione su qualche superficie, e quella posizione non può essere una macchia nera e una macchia bianca nello stesso tempo. Di converso, se un punto nero corrisponde a un punto nero, entrambi devono provenire da una singola posizione su qualche superficie nel mondo. (È questo il presupposto che gli autostereogrammi violano: ognuna delle loro macchie appare in numerose posizioni).

Secondo, un punto in un occhio deve venire accoppiato con non più di un punto nell'altro. Ciò significa che una linea visuale di un singolo occhio si



presume termini in corrispondenza di una macchia su una, e solo una, superficie nel mondo. A prima vista può sembrare che tale presupposto scarti la linea visuale che attraversa una superficie trasparente verso una opaca, come il fondo di un lago poco profondo. Ma il presupposto è più sottile; scarta soltanto la coincidenza per la quale due macchie identiche, una sulla superficie del lago e una sul fondo, si allineino una dietro l'altra dal punto di vista dell'occhio sinistro, restando invece entrambe visibili all'occhio destro.

Terzo, la materia è coesa e omogenea. Una linea visuale terminerà quasi sempre su una superficie nel mondo non radicalmente più vicina o più lontana

della superficie colpita dalla linea visuale confinante. Il che significa che macchie del mondo confinanti tendono ad appartenere alla medesima superficie omogenea. Al confine di un oggetto, è chiaro, il presupposto è violato: il bordo della copertina di questo libro è a circa mezzo metro da voi, ma se date un'occhiata alla sua destra potreste vedere la Luna, distante quasi quattrocentomila chilometri. I confini, però, occupano una piccola percentuale del campo visivo (per tracciare i contorni di un disegno occorre molto meno inchiostro che per colorarlo), e simili eccezioni possono essere tollerate. Quello che il presupposto scarta è un mondo fatto di tempeste di

sabbia, nugoli di zanzare, sottili fili di ferro, profondi crepacci fra dirupi, letti di chiodi visti dalle punte e così via<sup>11</sup>.

In astratto i presupposti suonano ragionevoli, ma bisogna ancora che qualcosa trovi gli accoppiamenti che li soddisfano. I problemi tipo uovo e gallina possono a volte venire risolti con la tecnica detta soddisfazione di vincolo, che abbiamo incontrato nel [capitolo II](#) quando ci siamo occupati dei cubi di Necker e delle parlate con accenti strani. Quando le parti di un puzzle non possono essere risolte una per volta, è possibile tenere a mente per ognuna più ipotesi, confrontarle sulle diverse parti del puzzle e vedere quali siano reciprocamente coerenti. Una

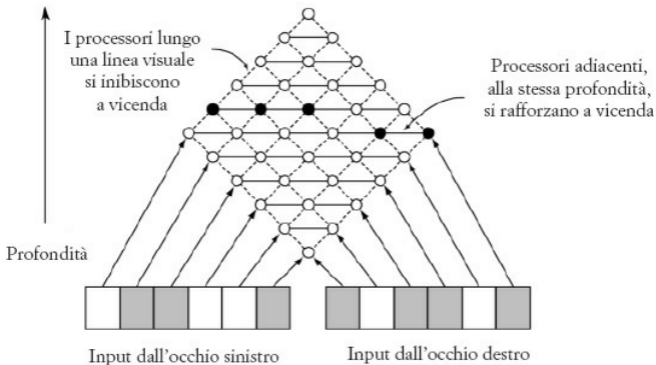
buona analogia è quella delle parole incrociate fatte con matita e gomma da cancellare. Spesso la definizione di una parola da inserire in orizzontale è così vaga che, nelle caselle, si possono tracciare a matita più parole, e lo stesso può accadere per una parola da inserire in verticale. Ma se soltanto una delle scelte possibili in verticale condivide una lettera con una delle scelte possibili in orizzontale, si tiene questa coppia e si cancellano le altre. Immaginate di seguire questo metodo per tutte le definizioni e le caselle nello stesso tempo, e avrete un'idea della soddisfazione di vincolo. Nel caso della soluzione del problema delle corrispondenze nella visione

stereoscopica, le definizioni sono i punti, gli accoppiamenti e le loro profondità sono le scelte possibili, e i tre presupposti sul mondo sono come le regole che dicono che ogni lettera di ogni parola deve stare in una casella, ogni casella deve contenere una lettera, e tutte le sequenze di lettere devono formare delle parole.

La soddisfazione di vincolo può a volte venire implementata in una rete a vincoli, come quella che ho presentato nell'illustrazione di pagina 114. Marr e il teorico delle neuroscienze Tommaso Poggio ne hanno progettata una per la visione stereoscopica. Le unità di input stanno per dei punti, come i riquadri neri e bianchi di uno stereogramma a punti

casuali. Esse riforniscono una batteria di unità che rappresentano tutti gli  $n \times n$  accoppiamenti possibili di un punto nell'occhio sinistro con qualche altro punto nell'occhio destro. Quando una di queste unità si accende, la rete sta congetturando che vi è una macchia a una data profondità nel mondo (relativa al punto di convergenza degli occhi). Ecco una veduta a volo d'uccello di un solo piano della rete, che mostra una frazione delle unità<sup>12</sup>.

Batteria di processori, uno per ogni accoppiamento



Il modello funziona così: un'unità si accende soltanto se riceve gli stessi input da entrambi gli occhi (bianchi o neri), e questo è il primo presupposto (ogni segno è ancorato a una superficie). Poiché le unità sono interconnesse, l'attivazione di un'unità dà un colpo in su o in giù all'attivazione di quelle adiacenti. Le unità rappresentanti

accoppiamenti diversi che giacciono lungo la medesima linea visuale si inibiscono reciprocamente, e questo è il secondo presupposto (nessuna coincidenza di segni allineati lungo una linea visuale). Le unità che rappresentano punti confinanti a profondità prossime si eccitano reciprocamente, e questo è il terzo presupposto (la materia è coesa). Le attivazioni si riverberano per tutta la rete finché essa si stabilizza, con le unità attivate che tracciano un contorno in profondità. Nel diagramma, le unità annerite mostrano un bordo che si libra sul suo sfondo.

La tecnica della soddisfazione di vincolo, per cui migliaia di processori



si danno a congetture e ne discutono fra loro finché non emerge una soluzione globale, è coerente con l'idea generale che il cervello lavori con un'infinità di processori interconnessi che computano in parallelo. Essa coglie inoltre qualcosa che ha a che vedere con la psicologia. A guardare un complesso stereogramma a punti casuali, spesso la figura nascosta non balza fuori istantaneamente. Può accadere che dal pepe emerga un pezzetto di bordo, che poi solleva un foglio, che rende più nitido e marcato sull'altro lato un bordo indistinto, e così via finché non coalesce l'intera forma. Ciò di cui facciamo esperienza è l'emergere della soluzione, non la lotta dei processori per giungervi.

L'esperienza è utile per ricordarci che quando vediamo e pensiamo, hanno luogo sotto il livello della coscienza decine di iterazioni di elaborazione d'informazione.

Il modello di Marr-Poggio coglie qualcosa della computazione cerebrale della visione stereoscopica, ma i nostri circuiti reali sono senz'altro più sofisticati. Degli esperimenti hanno mostrato che quando le persone vengono poste in mondi artificiali che violano i presupposti sull'unicità e l'omogeneità, non vedono male come il modello prevede. È evidente che il cervello, per risolvere il problema dell'accoppiamento, fa uso anche di altri tipi d'informazione. Tanto per

cominciare, il mondo non è fatto di punti casuali. Il cervello può accoppiare tutte le piccole diagonali, forme a T, zigzag, macchie d'inchiostro e simili presenti nelle visioni dei due occhi (ce ne sono in abbondanza anche negli stereogrammi a punti casuali). Fra elementi del genere vi sono molti meno falsi accoppiamenti che tra punti, cosicché il numero di accoppiamenti da scartare risulta drasticamente ridotto.

Un altro trucco per accoppiare sta nello sfruttare una diversa conseguenza geometrica della visione binoculare, quella notata da Leonardo: vi sono parti di un oggetto che un occhio può vedere e l'altro no. Tenete una penna verticalmente di fronte a voi, con la clip

rivolta verso l'esterno e orientata come una lancetta dell'orologio alle undici. Chiudendo un occhio alla volta, noterete che la clip può vederla soltanto l'occhio sinistro; all'occhio destro è nascosta dal resto della penna. La selezione naturale, nel progettare il cervello, è stata astuta come Leonardo, facendo sì che traesse profitto da questo prezioso indizio sul confine di un oggetto? O si tratta di un indizio che il cervello ignora, attribuendo a malincuore ogni mancato accoppiamento a un'eccezione al presupposto sulla coesione della materia? Gli psicologi Ken Nakayama e Shinsuke Shimojo hanno mostrato che la selezione naturale non ha ignorato questo indizio. I due studiosi hanno

creato uno stereogramma a punti casuali in cui l'informazione sulla profondità non è affidata allo spostamento di punti, ma a punti visibili da un occhio e non dall'altro. Posti agli angoli di un quadrato immaginario, i punti agli angoli di destra superiore e inferiore sono presenti solo nell'immagine destinata all'occhio destro, e quelli agli angoli di sinistra superiore e inferiore solo nell'immagine destinata all'occhio sinistro. A guardare lo stereogramma, si vede un quadrato fluttuante definito dai quattro punti, il che indica che il cervello interpreta elementi visibili a un solo occhio come provenienti da uno spigolo nello spazio. Nakayama e lo psicologo Barton Anderson

suggeriscono che esistano neuroni deputati a rilevare tali occlusioni; essi reagirebbero a una coppia di segni in un solo occhio, un segno della quale può venire accoppiato con un segno nel secondo occhio mentre l'altro no. Questi rilevatori di confini tridimensionali aiuterebbero una rete stereoscopica a dirigersi verso i contorni delle macchie fluttuanti<sup>13</sup>.

La visione stereoscopica non viene data in omaggio assieme ai due occhi: il circuito va iscritto nel cervello. Lo sappiamo perché il due per cento circa della popolazione può vedere benissimo da ognuno dei globi oculari, ma non con l'occhio ciclopico; per queste persone gli stereogrammi a punti casuali

rimangono piatti. Un altro quattro per cento ha una visione stereoscopica solo mediocre. Una minoranza ancora più consistente di persone soffre di deficit più specifici. Alcuni non possono vedere stereoscopicamente la profondità dietro il punto di fissazione, altri davanti. Whitman Richards, che ha scoperto queste forme di cecità stereoscopica, ha ipotizzato che il cervello disponga di tre squadre di neuroni addetti a rilevare differenze nella posizione di un punto nei due occhi. Una squadra si occupa delle coppie di punti che coincidono alla perfezione o quasi, il che corrisponde a una percezione ad alta definizione della profondità al punto di focalizzazione.

Un'altra si occupa delle coppie di punti che si posizionano ai lati del naso, corrispondenti a oggetti più distanti. E una terza delle coppie di punti in prossimità delle tempie, corrispondenti a oggetti più vicini. Neuroni con tutte queste proprietà sono stati trovati, dopo d'allora, nei cervelli di scimmie e gatti. I diversi tipi di cecità stereoscopica sembrano determinati geneticamente, il che fa pensare che ogni squadra di neuroni sia installata da una diversa combinazione di geni<sup>14</sup>.

La visione stereoscopica non è presente alla nascita, e può subire danni permanenti nei bambini o nei cuccioli di animali se uno degli occhi viene temporaneamente privato di input da una



cataratta o da una macula. A prima vista, si direbbe la vecchia storia per cui, come qualunque altra cosa, anche la visione stereoscopica è una combinazione di natura e apprendimento. Ma un modo migliore di considerare la questione consiste nel pensare che il cervello deve venire assemblato, e tale assemblaggio richiede un progetto la cui esecuzione segue una lunga tabella di marcia. Questa tabella di marcia non si preoccupa di quando l'organismo viene espulso dal ventre; il processo di installazione può proseguire dopo la nascita. Tale processo, inoltre, richiede in momenti critici l'assunzione di informazioni che i geni non possono predire.

La visione stereoscopica appare nei neonati all'improvviso. A portarli a intervalli regolari in laboratorio, essi rimangono del tutto indifferenti agli stereogrammi per settimane, poi, di colpo, ne sono catturati. In prossimità di questa settimana critica, di solito attorno ai tre o quattro mesi d'età, i bambini convergono per la prima volta gli occhi correttamente (per esempio, seguono con lo sguardo un oggetto che venga loro avvicinato al naso), e trovano le immagini rivali, una diversa configurazione per ciascun occhio, fastidiose, mentre prima le trovavano interessanti.

Non è che i neonati «imparino a vedere in stereoscopia», qualsiasi cosa

si intenda con ciò. Lo psicologo Richard Held offre del fenomeno una spiegazione più semplice. Alla nascita, ogni neurone nello strato ricevente della corteccia visiva somma gli input provenienti da aree corrispondenti nei due occhi, anziché tenerli separati. Il cervello non è in grado di dire da quale occhio provenga un dato pezzo di configurazione, e si limita a fondere la visione di un occhio su quella dell'altro, in una sovrapposizione bidimensionale. In mancanza di informazioni sull'occhio da cui è giunto un qualche scarabocchio, visione stereoscopica, convergenza e rivalità sono logicamente impossibili. Attorno ai tre mesi ogni neurone sceglie l'occhio al quale rispondere. Così, i

neuroni posizionati una connessione a valle sono in grado di sapere, ora, quando un segno cade su un punto in un occhio e sullo stesso punto, o su uno leggermente spostato, nell'altro; ed è quanto serve per la visione stereoscopica<sup>15</sup>.

È questo in effetti che accade nei gatti e nelle scimmie, i cui cervelli sono stati studiati direttamente. Non appena la corteccia dell'animale è in grado di distinguere un occhio dall'altro, l'animale vede gli stereogrammi in profondità. Il che fa pensare che quando gli input vengono per la prima volta etichettati come «occhio sinistro» o «occhio destro», il circuito deputato alla computazione stereoscopica uno strato a

valle sia già installato e funzionante. Nelle scimmie ci vogliono due mesi: a questa data ogni neurone ha un occhio favorito e la scimmietta vede in profondità. A paragone di altri primati, gli umani sono «prole inetta»: nascono presto e incapaci di alcunché, e completano lo sviluppo fuori dall'utero materno. Poiché i piccoli d'uomo nascono prima delle scimmie in proporzione alla lunghezza della loro infanzia, l'installazione dei loro circuiti binoculari ha termine a un'età posteriore, misurando quest'ultima dalla data di nascita. Ma mettendo a confronto le tappe di maturazione del sistema visivo di animali diversi, alcuni che nascono presto e privi di capacità, altri

tardi e già capaci di vedere, i biologi hanno scoperto che la sequenza è più o meno la stessa, che le ultime tappe abbiano luogo nel ventre o nel mondo<sup>16</sup>.

L'emergere dei cruciali neuroni specializzati in occhio destro o occhio sinistro può venire ostacolato. I neurobiologi David Hubel e Torsten Wiesel hanno allevato dei gattini e dei piccoli di scimmia tenendo loro un occhio coperto; il risultato è stato che i neuroni di input della corteccia si sono tutti sintonizzati sull'altro, rendendo l'animale funzionalmente cieco dall'occhio che era stato coperto. E se la privazione, per quanto di breve durata, aveva avuto luogo in un periodo critico dello sviluppo dell'animale, il

danno si è rivelato permanente. Nelle scimmie il sistema visivo è molto vulnerabile nelle prime due settimane di vita, e lo diventa gradualmente di meno nel corso del primo anno. Coprire l'occhio di una scimmia adulta, anche per un periodo di quattro anni, non provoca alcun danno.

Sulle prime, tutto ciò sembrava confermare il detto «o lo usi o lo perdi», ma c'era in serbo una sorpresa. Quando Hubel e Wiesel hanno coperto agli animali entrambi gli occhi, il loro cervello non ne è risultato doppiamente danneggiato; metà delle cellule non mostravano alcun segno di danni. Il disastro, nell'esperimento della benda su un occhio solo, non era avvenuto

perché un neurone destinato all'occhio coperto era rimasto a digiuno di input, bensì perché i segnali di input provenienti dall'occhio scoperto avevano spinto fuori strada a gomitate quelli provenienti dall'occhio coperto. Gli occhi sono in competizione per il dominio nello strato di input della corteccia. Ogni neurone inizia con una lieve preferenza per un occhio o per l'altro, una preferenza che l'input proveniente da quell'occhio amplifica finché il neurone risponde soltanto a quest'ultimo. Non c'è neppure bisogno che gli input abbiano origine nel mondo; a mettere in atto il trucco possono essere onde di attivazione provenienti da stazioni di smistamento intermedie, sorta



di monocopi generati internamente. La saga dello sviluppo, benché sensibile alle esperienze vissute dall'animale, non è un vero e proprio «apprendimento», nel senso di una registrazione di informazioni provenienti dal mondo. Come un architetto che passa uno schizzo approssimativo a un disegnatore di basso livello perché ne ripassi le linee, i geni costruiscono alla bell'e meglio neuroni specializzati in occhi, dopo di che innescano un processo nel quale, a meno che un neurobiologo non si metta di mezzo, i neuroni sono destinati ad affinarsi<sup>17</sup>.

Una volta che il cervello ha separato l'immagine dell'occhio sinistro da quella dell'occhio destro, strati

successivi di neuroni possono compararle per coglierne le minime discrepanze che segnalano la profondità. Anche questi circuiti possono venire modificati dall'esperienza, benché di nuovo in modi sorprendenti. A provocare nell'animale, recidendogli uno dei muscoli oculari, uno strabismo convergente o uno strabismo divergente, i suoi occhi puntano in direzioni diverse e non vedono mai sulle due retine la stessa cosa nello stesso tempo. Naturalmente la divergenza fra gli occhi non è di 180 gradi, per cui in teoria il cervello potrebbe imparare a far corrispondere i segmenti discordanti che si sovrappongono. Ma, a quanto pare, non possiede gli strumenti necessari per

corrispondenze che abbraccino più di pochi gradi fra i due occhi; l'animale sviluppa perciò una cecità stereoscopica, e spesso anche una cecità funzionale di uno degli occhi, condizione chiamata ambliopia. (L'ambliopia viene a volte definita «occhio pigro», un'espressione fuorviante. È il cervello, non l'occhio, a essere insensibile, e tale insensibilità è causata da un cervello attivissimo nel sopprimere, in una sorta di rivalità permanente, l'input di uno degli occhi, non da un cervello che pigramente lo ignora)<sup>18</sup>.

Lo stesso può accadere ai bambini. Se uno degli occhi è più presbite dell'altro, il bambino tende a sforzarsi per mettere

a fuoco oggetti vicini, e il riflesso che associa focalizzazione e convergenza spinge quell'occhio verso l'interno. I due occhi puntano in direzioni diverse (divengono strabici), e le loro visioni non si allineano abbastanza da permettere al cervello di utilizzare le informazioni sulle loro discrepanze. A meno che un precoce intervento chirurgico sui muscoli oculari non riallinei i globi, il bambino crescerà ambliopico e affetto da cecità stereoscopica. Fino a quando Hubel e Wiesel non scoprirono questi effetti nelle scimmie e Held non ne riscontrò di simili nei bambini, la chirurgia correttiva dello strabismo era considerata una chirurgia estetica, e

praticata solo su bambini in età scolare. Per la corretta sintonizzazione dei neuroni relativi ai due occhi, tuttavia, c'è un periodo critico, un po' più lungo rispetto a quello necessario ai neuroni relativi a un occhio solo, ma che probabilmente non va oltre l'età di uno o due anni. Dopo di che, la chirurgia spesso è inutile.

Perché, in contrasto con la rigidità di installazioni e collegamenti e con l'apertura all'esperienza, che dura tutta la vita, abbiamo qui un periodo critico? Nei gatti, nelle scimmie e nei bambini, il muso o il volto continuano a crescere dopo la nascita, e di conseguenza gli occhi si allontanano. I loro punti d'osservazione relativi si modificano, e

i neuroni devono stare al passo risintonizzandosi sulla gamma di discrepanze interoculari che rilevano. I geni non sono in grado di predire il grado di allontanamento dei punti d'osservazione, perché esso dipende da altri geni, dall'alimentazione e da accidenti vari. Così i neuroni seguono con attenzione l'allontanamento degli occhi durante la crescita. Una volta che questi hanno raggiunto la loro separazione definitiva nel cranio, tale necessità viene meno, ed è allora che termina il periodo critico. Alcuni animali, come i conigli, partoriscono piccoli precoci i cui occhi sono già nella posizione adulta in musci che crescono molto poco. (Animali così, che

non godono del lusso di una lunga e inerme infanzia, tendono a essere prede). I neuroni che ricevono input dai due occhi non hanno bisogno di risintonizzarsi, e infatti questi animali nascono con circuiti già installati e collegati e fanno a meno di un periodo critico di sensibilizzazione agli input<sup>19</sup>.

Le scoperte sulla sintonizzazione della visione binoculare in specie diverse permettono di pensare in modo nuovo all'apprendimento in generale. L'apprendimento viene spesso definito l'indispensabile modellatore di un tessuto cerebrale amorfo. Potrebbe essere invece un adattamento innato alle richieste della tabella di marcia dell'autoassemblamento di un animale.

Il genoma costruisce dell'animale il più possibile e, per quelle parti che non possono essere specificate in anticipo (per esempio i corretti cablaggi per due occhi che si allontanano l'uno dall'altro a un ritmo impossibile da prevedere), si rivolge a un meccanismo di raccolta di informazioni nel momento dello sviluppo in cui esso è più necessario. Nell'*Istinto del linguaggio* ho formulato una spiegazione simile relativamente al periodo critico per l'apprendimento del linguaggio nell'infanzia.

Se vi ho condotti attraverso gli stereogrammi a occhio magico, non è solo perché è divertente capire come funziona la magia. La visione



stereoscopica è a mio parere uno dei  
vanti della natura e un paradigma di  
come potrebbero funzionare altre parti  
della mente. È un processo di  
elaborazione dell'informazione di cui  
facciamo esperienza come di un  
particolare sapore della coscienza, una  
connessione fra computazione mentale e  
consapevolezza così sistematica che i  
programmatori di computer possono  
manipolarla per incantare milioni di  
persone. È un modulo in molti sensi:  
funziona senza il resto della mente  
(poiché non ha bisogno di oggetti  
riconoscibili), il resto della mente  
funziona senza di essa (cavandosela, se  
necessario, con altri analizzatori di  
profondità), impone particolari richieste

ai cablaggi del cervello, e fa riferimento a principi che sono specificamente relativi al suo problema (la geometria della parallasse binoculare). Sebbene si sviluppi durante l'infanzia e sia sensibile all'esperienza, non è sensato dire che la visione stereoscopica venga «appresa» o che sia «un misto di natura e apprendimento»; il suo sviluppo è parte di un programma di assemblaggio e la sua sensibilità all'esperienza una circoscritta acquisizione di informazioni da parte di un sistema strutturato. La visione stereoscopica è una bella dimostrazione dell'acume ingegneristico della selezione naturale, che ha sfruttato sottili teoremi d'ottica riscoperti milioni di anni dopo da ingegni quali Leonardo

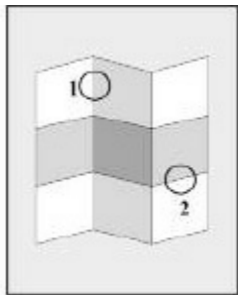
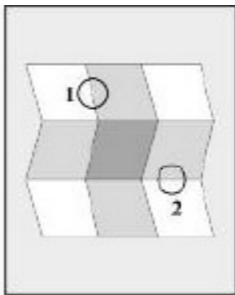
da Vinci, Keplero, Wheatstone e gli ingegneri della ricognizione aerea. Essa si è evoluta in risposta a identificabili pressioni della selezione nell'ecologia dei nostri antenati. E risolve problemi insolubili tramite impliciti presupposti sul mondo che rispondevano a verità all'epoca della nostra evoluzione, anche se non sempre ora.

### *Luci, ombre, forme*

La visione stereoscopica è parte di un cruciale e precoce stadio della visione che giunge a cogliere le profondità delle superfici e i materiali di cui sono composte, ma non è l'unica parte. Vedere a tre dimensioni non richiede

due occhi. Una ricca sensazione di forme e materiali può derivare, in un'immagine, dai dettagli più insignificanti. Guardate i due disegni riportati qui sotto, opera dello psicologo Edward Adelson.

Quello di sinistra sembra un cartoncino bianco con una striscia grigia verticale, piegato orizzontalmente e illuminato dall'alto; quello di destra un cartoncino bianco con una striscia grigia orizzontale, piegato verticalmente e illuminato da un lato.



(Se li fissate abbastanza a lungo, le profondità di entrambi possono invertirsi, come in un cubo di Necker; ma per ora ignoriamolo). L'inchiostro sulla pagina (e la proiezione sulla retina), tuttavia, è in pratica lo stesso in entrambe le immagini. Ognuna è un riquadro a zigzag suddiviso in caselle, alcune delle quali ombreggiate. In tutte e due, le caselle agli angoli sono bianche, quelle centrali in alto, in basso e sui lati

grigio chiaro e quelle in mezzo grigio scuro. In qualche modo la combinazione di ombreggiatura e zigzag le proietta nella terza dimensione e assegna a ogni casella una qualità diversa. I bordi «1» sono nei due disegni fisicamente identici. Nel disegno di sinistra, tuttavia, il bordo sembra un confine fra colori, fra una striscia bianca e una grigia, mentre nel disegno di destra sembra un confine dovuto alla forma e all'ombra, quello di una striscia piegata che, al di là della piega, è in ombra. I bordi «2» sono anch'essi identici, ma li vediamo all'opposto: come dovuto all'ombra il bordo nel disegno di sinistra, come un confine fra colori quello nel disegno di destra. E tutte queste differenze derivano

dal fatto che un riquadro zigzaga in un senso e l'altro nell'altro!

Per vedere così tanto mondo in una così piccola immagine occorre smontare tre leggi che sovrintendono alla formazione delle immagini provenienti dal mondo. Ognuna di esse richiede, per essere smontata, un «esperto» mentale. Come nella visione stereoscopica, questi esperti lavorano per farci cogliere con precisione le superfici del mondo, ma fanno ricorso a generi diversi di informazioni, risolvono tipi diversi di problemi e si appoggiano a generi diversi di presupposti sul mondo<sup>20</sup>.

Il primo problema è la prospettiva: un

oggetto tridimensionale si proietta sulla retina in una forma bidimensionale. Sfortunatamente, qualsiasi proiezione può provenire da un numero infinito di oggetti, così non c'è alcun modo di risalire alla forma di un oggetto partendo dalla sua sola proiezione (come Ames ricordava al suo pubblico).

«Be', nessuno è perfetto» sembra aver detto l'evoluzione. Il nostro analizzatore di forme gioca un po' d'azzardo e ci fa vedere, data quell'immagine sulla retina, lo stato del mondo più probabile.

Ma come può un sistema visivo calcolare il più probabile stato del mondo partendo dai dati proiettati sulla retina? Una risposta semplice ce la offre la teoria della probabilità, ed è il



teorema di Bayes, la via più diretta per assegnare una probabilità a un'ipotesi basata su una qualche prova. Le probabilità a favore di un'ipotesi rispetto a un'altra, dice questo teorema, possono venire calcolate partendo da due soli numeri per ciascuna ipotesi. Un numero è la probabilità a priori: quanto si ha fiducia nell'ipotesi prima ancora di prenderne in considerazione le prove? L'altro è il grado di probabilità: se l'ipotesi fosse vera, quante probabilità ci sono che la prova così come la stai vedendo ora sarebbe apparsa? Si moltiplichino la probabilità a priori dell'Ipotesi 1 per il grado di probabilità della prova relativa all'Ipotesi 1. Si moltiplichino la probabilità a priori

dell'Ipotesi 2 per il grado di probabilità della prova relativa all'Ipotesi 2. Si prenda il rapporto fra i due numeri, e si avranno le probabilità a favore della prima ipotesi.

Come fa il nostro analizzatore di linee a tre dimensioni a usare il teorema di Bayes? Fa la sua puntata sull'oggetto che, se fosse realmente in scena, avrebbe la maggiore probabilità di produrre quelle linee e, inoltre, che ha buone probabilità di essere in scena in generale. Presume, come Einstein disse a proposito di Dio, che il mondo è sottile ma non malizioso.

L'analizzatore di forme, insomma, deve avere nel suo armamentario qualche probabilità riguardante le

proiezioni (come gli oggetti appaiono in prospettiva) e qualche probabilità riguardante il mondo (che tipi di oggetti contiene). Alcune delle probabilità riguardanti le proiezioni sono più che buone. Una moneta, in teoria, può proiettare una sottilissima linea, ma accade solo a guardarla di costa. Se ci fosse una moneta sulla scena, quante probabilità ci sarebbero di stare guardandola di costa? A meno che un coreografo non abbia posizionato ad hoc osservatore e moneta, non molte. La grande maggioranza dei punti di vista farà sì che essa proietti un'ellisse. L'analizzatore di forme presume che il punto di vista con cui ha a che fare non sia accuratamente studiato per allineare

le cose, alla maniera di Ames, ma sia generico, e fa la sua puntata di conseguenza. Un fiammifero, invece, proietterà quasi sempre una linea dritta; se in un'immagine c'è una linea, quindi, a parità di ogni altra condizione sarà meglio scommettere su un fiammifero che su una moneta.

Il campo delle probabilità può venire ulteriormente ridotto, in un'immagine, da un insieme di linee. Una serie di linee parallele o quasi parallele, per esempio, di rado è prodotta dal caso. Linee non parallele nel mondo proiettano di rado linee quasi parallele in un'immagine: la maggior parte delle coppie di fiammiferi caduti su un pavimento formeranno degli angoli più o meno acuti. Ma linee

parallele nel mondo, come i bordi di un palo del telefono, proiettano nella maggior parte dei casi linee quasi parallele. Così, se in un'immagine vi sono linee quasi parallele, le probabilità sono a favore di bordi paralleli nel mondo. Quali tipi di sagome nel mondo si può supporre che producano questo o quel segno in un'immagine lo dicono anche molte altre regole empiriche. Piccole forme a T, a Y, angoli, frecce, zampe di gallina e linee irregolari parallele sono impronte digitali di vari bordi diritti, spigoli, angoli retti e forme simmetriche. I disegnatori sfruttano queste regole da millenni, e un astuto analizzatore di forme può usarle al contrario per scommettere su che cosa

c'è nel mondo<sup>21</sup>.

Ma usare una probabilità al contrario – dicendo che se qualcosa di parallelo di solito proietta immagini quasi parallele, allora immagini quasi parallele implicano oggetti paralleli – non è molto saggio. È come sentire rumore di zoccoli fuori dalla finestra e concludere che viene da una zebra, perché spesso le zebre producono rumore di zoccoli. Occorre aggiungere la probabilità a priori che il mondo contenga una qualche entità: quante zebre, quanti bordi paralleli ci sono là fuori. A un analizzatore di forme che gioca d'azzardo piacerebbe, è chiaro, che il mondo fosse pieno zeppo delle forme diritte, regolari, simmetriche e

compatte sulle quali ama tanto scommettere<sup>22</sup>. Ma lo è? Un romantico può pensare che il mondo naturale sia fatto di forme organiche e smussate, e gli spigoli vivi vi siano stati immessi a forza dal Corpo Ingegneri. Recentemente un professore di Lettere ha dichiarato alla sua classe che «le linee diritte nel paesaggio sono opera dell'uomo». Uno studente scettico, Gail Jensen Sanford, ha compilato allora un elenco di linee diritte presenti in natura, poi pubblicato nella rivista «Harper's»:

La linea alla sommità di un'onda che s'infrange; il lontano bordo di una prateria; le linee disegnate da una pioggia o una grandinata violente; i campi coperti di neve; i disegni nei cristalli; le linee di

quarzo bianco in una superficie di granito; ghiaccioli, stalattiti e stalagmiti; la superficie di un lago calmo; le strisce di zebre e tigri; il becco di un'anatra; le zampe di una tringa; l'angolo formato dagli uccelli migratori in volo; il tuffo di un rapace; la foglia nuova di una felce; le spine di un cactus; i tronchi di alberi giovani dalla crescita rapida; gli aghi dei pini; i fili di seta tessuti dai ragni; le fenditure di una superficie di ghiaccio; gli strati di roccia metamorfica; i lati di un vulcano; le nubi ad altocumulo portate dal vento; il bordo interno di una mezzaluna.

Alcuni degli esempi sono discutibili, e altri creerebbero dei problemi a indovinare delle forme, invece d'essere d'aiuto. (L'orizzonte di un lago o di una prateria e il bordo di una mezzaluna non



provengono da linee nel mondo). Ma l'obiezione è giusta. Numerose leggi danno al mondo belle forme analizzabili. Moto, tensione e gravità creano linee diritte. La gravità crea angoli retti. La coesione rende uniformi i contorni. Gli organismi che si muovono si evolvono in direzione della simmetria. Come l'ingegnere umano chiede componenti ben fatte, la selezione naturale modella le parti dei corpi facendone strumenti. Su grandi superfici si formano disegni di dimensioni, forme e spaziature approssimativamente uguali: fenditure, foglie, ciottoli, sabbia, increspature, picchi. Le parti del mondo che sembrano opera di falegnami e tappezzieri non sono solo le più ricostruibili da parte di

un analizzatore di forme; sono anche quelle che vale più la pena ricostruire. Sono i segni rivelatori di potenti forze che riempiono e modellano l'ambiente a noi circostante, e sono più meritevoli di attenzione di casuali cumuli di detriti<sup>23</sup>.

Anche il miglior analizzatore di linee, tuttavia, è attrezzato solo per un mondo a fumetti. Le superfici non sono semplicemente contornate da linee; sono composte di materiali. E il nostro senso della luminosità e del colore è un modo di saggiarli. Se evitiamo di addentare una mela di gesso è perché il suo colore ci suggerisce che il materiale di cui è fatta non è quello di una mela vera.

Analizzare la materia a partire dalla luce che riflette è un lavoro da

specialisti della riflessione. Tipi diversi di materia riflettono lunghezze d'onda di luce diverse in quantità diverse. (Per non complicare le cose, considererò solo il bianco e nero; il colore è, più o meno, lo stesso problema moltiplicato per tre). Sfortunatamente, una data quantità di luce riflessa può provenire da un infinito numero di combinazioni di materia e luce. Cento unità di luce possono provenire da un pezzo di carbone che riflette il 10 per cento della luce prodotta da 1000 candele, oppure da una palla di neve che riflette il 90 per cento della luce di 111 candele. Non esiste alcun modo assolutamente certo, insomma, per determinare di che materiale è costituito un oggetto a partire

dalla luce che riflette. L'analizzatore di luminosità deve in qualche modo scomporre in fattori il grado di illuminazione. Il che costituisce un altro problema mal posto, equivalente a questo: vi do un numero, ditemi quali due numeri sono stati moltiplicati per ottenerlo. Il problema può venire risolto solo tramite l'aggiunta di presupposti.

Una macchina fotografica si trova di fronte il medesimo compito: come rendere la palla di neve bianca sia che si trovi all'interno sia che si trovi all'esterno. L'esposimetro, che controlla quanta luce raggiunge la pellicola, incorpora due presupposti. Il primo è che la luminosità è uniforme: l'intera scena è al sole, o in ombra, o sotto una

lampadina. Quando il presupposto viene violato, il fotografo rimane deluso. Se zia Mimì risulta una grigia silhouette contro l'azzurro del cielo, è perché il suo volto era in ombra mentre il cielo era sotto la luce diretta del sole, il che ha fatto cadere la macchina fotografica in un tranello. Il secondo presupposto è che la scena è, mediamente, di un grigio medio. A mettere insieme degli oggetti a caso, i loro molti colori e le loro svariate luminosità produrranno una tonalità media di grigio che riflette il 18 per cento della luce. La macchina fotografica «presume» di guardare una scena media e lascia passare quel tanto di luce perché il punto centrale della gamma delle luminosità nella scena

risulti nella pellicola di un grigio medio. Macchie più luminose risultano grigio chiaro o bianche, macchie più scure grigio scuro o nere. Ma quando il presupposto è sbagliato e la scena, in realtà, non produce in media un grigio, la macchina fotografica è tratta in inganno. L'immagine di un gatto nero su un velluto nero risulta di un grigio medio, l'immagine di un orso bianco sulla neve risulta di un grigio medio, e così via. Un fotografo esperto analizza in che termini la scena che ha di fronte differisce da una scena media e fa uso di vari trucchi per compensare la differenza. Un espediente rozzo ma efficace consiste nel portarsi dietro un cartoncino di un grigio medio standard

(che rifletta cioè esattamente il 18 per cento della luce), porlo davanti al soggetto e puntare contro di esso l'esposimetro. Il presupposto della macchina fotografica sul mondo è a questo punto soddisfatto, e la sua stima del grado di illuminazione ambientale (che si ottiene dividendo la luce riflessa dal cartoncino per 18 e moltiplicando il risultato per 100) sarà corretta<sup>24</sup>.

Edwin Land, l'inventore dei filtri polarizzatori e della Polaroid, prese di petto il problema, ancora più arduo nella fotografia a colori. La luce delle lampadine a incandescenza è arancione, quella delle lampade fluorescenti oliva, quella del sole gialla, quella del cielo azzurra. In qualche modo il nostro

cervello scompone l'illuminazione  
estraendone il colore, proprio come la  
scompone estraendone l'intensità, e,  
sotto tutte quelle luci, vede gli oggetti  
nei loro giusti colori. Le macchine  
fotografiche, invece, no. A meno che non  
inviino da un flash la propria luce  
bianca, renderanno una scena al chiuso  
di un color ruggine carico, una scena in  
ombra di un azzurro pastoso e così via.  
Per compensare il difetto, un fotografo  
esperto può comprare pellicole speciali  
o applicare all'obiettivo un filtro, e un  
bravo tecnico può correggere i colori in  
fase di stampa, ma una macchina  
fotografica a sviluppo istantaneo,  
ovviamente, questo non può farlo. Ecco  
perché Land aveva un interesse pratico a



trovare il modo di rimuovere intensità e colore dall'illuminazione, un problema chiamato costanza cromatica.

Ma Land era anche un geniale, autodidatta studioso della percezione, curioso di come il cervello risolvesse quel problema. Così mise in piedi un laboratorio per lo studio della percezione dei colori e sviluppò, sulla costanza cromatica, un'acuta teoria. La sua idea, chiamata teoria Retinex, attribuisce al soggetto della percezione numerosi presupposti. Uno è che l'illuminazione terrestre è una ricca miscela di lunghezze d'onda. (L'eccezione che conferma la regola è costituita dalle lampade ai vapori di sodio, spesso installate nei parcheggi

per via del loro basso consumo di energia. Esse emettono una gamma limitata di lunghezze d'onda che il nostro sistema percettivo non è in grado di scomporre: automobili e volti ne risultano di un giallo spettrale). Il secondo presupposto è che graduali mutamenti di luminosità e colore attraverso il campo visivo dipendono probabilmente da come la scena è illuminata, mentre transizioni brusche vengono probabilmente dal confine tra la fine di un oggetto e l'inizio di un altro. Per farla semplice, Land mise alla prova la gente e il suo modello su mondi artificiali composti da macchie rettangolari bidimensionali, che chiamò, dal nome del pittore olandese, dei

Mondrian. In un Mondrian illuminato da un lato, una macchia gialla su un bordo può riflettere una luce molto diversa da quella riflessa da una macchia dello stesso giallo sull'altro. Ma la gente le vede entrambe gialle, e così il modello Retinex, che rimuove il gradiente d'illuminazione da bordo a bordo.

La teoria Retinex era un buon punto di partenza, ma si rivelò troppo semplicistica. Un problema è costituito dal presupposto che il mondo sia un Mondrian, una grande superficie piatta. Riprendiamo in mano i disegni di Adelson della figura a pagina 259, che sono dei Mondrian a zigzag. Il modello Retinex tratta tutti i confini netti allo stesso modo, interpretando l'«1» del

disegno di sinistra come l'«1» di quello di destra. A noi, invece, quello di sinistra appare come un confine fra zone di diverso colore, e quello di destra come una piega fra due riquadri, uno dei quali è in ombra. La divergenza nasce dall'interpretazione della forma tridimensionale. Il nostro analizzatore di forme ha fatto dei Mondrian dei paraventi a strisce, mentre il modello Retinex li vede come la solita vecchia scacchiera. Gli sfugge qualcosa, è chiaro<sup>25</sup>.

Questo qualcosa è l'effetto dell'inclinazione sul chiaroscuro, la terza legge che trasforma una scena in un'immagine. Una superficie esposta

frontalmente alla luce ne riflette molta, perché la luce la colpisce e rimbalza dritto all'indietro. Una superficie inclinata in modo da essere quasi parallela alla fonte di luce ne riflette molto meno, perché la maggior parte della luce la colpisce di striscio e prosegue per la propria strada. Se vi ponete vicino alla fonte luminosa, i vostri occhi raccoglieranno più luce quando la superficie è rivolta frontalmente verso di voi che quando è quasi di traverso. Potete accorgervi della differenza ruotando una torcia elettrica puntata su un pezzo di cartoncino grigio.

Come può il nostro analizzatore di chiaroscuro ripercorrere a ritroso la

legge e capire, da quanta luce riflette, come una superficie è inclinata? I vantaggi, nel riuscire a farlo, vanno oltre la valutazione dell'inclinazione di un pannello. Molti oggetti, come i cubi e le gemme, sono composti di facce inclinate, quindi ricostruirne le inclinazioni è un modo per determinarne le forme. Qualunque forma, anzi, può essere pensata come una scultura composta da milioni di minuscole sfaccettature. Anche quando la superficie è uniformemente curva e le sfaccettature si riducono a dei punti, la legge del chiaroscuro si applica alla luce proveniente da ogni punto. Se la legge potesse essere percorsa a ritroso, il nostro analizzatore di chiaroscuro

potrebbe capire la forma di una superficie registrando l'inclinazione del piano tangente a ogni suo punto.

Purtroppo, una data quantità di luce riflessa da una macchia può provenire da una superficie scura inclinata in modo da essere rivolta verso la luce come da una superficie chiara inclinata in senso opposto. Senza ulteriori presupposti, quindi, risalire con sicurezza all'inclinazione di una superficie dalla luce che essa riflette non è possibile.

Un primo presupposto è che la luminosità di superficie è uniforme: il mondo è fatto di gesso. Quando le superfici sono pigmentate irregolarmente, il presupposto è violato,

e il nostro analizzatore di chiaroscuro dovrebbe essere tratto in inganno. Infatti lo è: dipinti e fotografie ne sono gli esempi più evidenti. Uno meno evidente viene dalla mimetizzazione degli animali. La pelle o il pelo di molti animali riflettono la luce dalla schiena alla pancia in un gradiente che ne cancella gli effetti sulle forme tridimensionali. Questo li appiattisce, facendo sì che l'analizzatore di forme a partire dal chiaroscuro presente nel cervello dei predatori, che funziona sulla base di quel presupposto, abbia più difficoltà a individuarli. Un altro esempio è dato dal trucco. A usarne senza eccedere, i pigmenti sulla pelle possono trarre in inganno l'osservatore



facendogli vedere in una figura una forma più ideale. Un po' di fard scuro ai lati del naso li fa apparire meno ad angolo rispetto alla luce, il che fa sembrare il naso più stretto. Un po' di bianco sul labbro superiore ottiene il risultato opposto: il labbro sembra intercettare la luce frontalmente come se fosse più pieno, dando alla bocca quel «broncio» che tanto affascina<sup>26</sup>.

L'analizzatore di forme dal chiaroscuro deve porre altri presupposti. Le superfici nel mondo sono fatte di migliaia di materiali, e la luce rimbalza sulle loro superfici inclinate in modi molto diversi. Una superficie opaca come gesso o carta segue una legge semplice, e

l'analizzatore di chiaroscuro del cervello sembra spesso presumere che il mondo sia opaco. Superfici lucide, patinate, butterate, coperte di lanugine o di punte fanno con la luce altre cose più strane, e possono ingannare gli occhi.

Un esempio ben noto è la Luna piena. Ha l'apparenza di un disco piatto, ma naturalmente è sferica. Riconoscere grazie al chiaroscuro altre sfere, per esempio una pallina da ping-pong, non ci crea alcun problema, e qualsiasi buon disegnatore può rendere una sfera con un carboncino. Il problema nel caso della Luna è che è butterata di crateri di tutte le dimensioni, i quali perlopiù sono troppo piccoli per venire distinti dalla Terra e si combinano in una superficie

che si comporta diversamente dall'ideale opaco che il nostro analizzatore di chiaroscuro dà per scontato. Il centro della Luna piena è di fronte all'osservatore, e dovrebbe quindi apparire luminosissimo, ma è pieno di piccole irregolarità le cui pareti, rispetto all'osservatore sulla terra, sono di costa, con il risultato che il centro della Luna appare più scuro. Le superfici lunari più esterne si concedono allo sguardo di striscio e dovrebbero perciò apparire più scure, ma le pareti dei loro crateri si presentano frontali e riflettono molta luce, con il risultato che il perimetro lunare appare più chiaro. Nella Luna nel suo complesso, l'angolazione della superficie e le

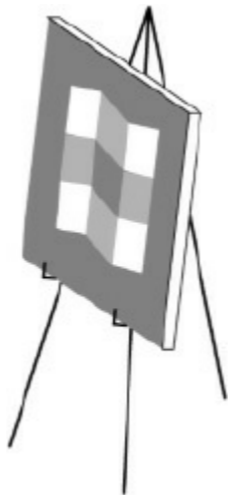
angolazioni delle sfaccettature dei crateri si elidono. Tutte le parti riflettono la stessa quantità di luce, e l'occhio la vede come un disco<sup>27</sup>.

Se dovessimo dipendere da uno solo qualunque di questi analizzatori, mangeremmo corteccia e cadremmo giù dagli scogli. Ogni analizzatore pone dei presupposti, ma essi sono spesso contraddetti da altri analizzatori. Angolazione, forma, materiale, illuminazione, tutto è mescolato alla rinfusa, ma in qualche modo noi facciamo ordine e vediamo un'unica forma, con un unico colore, a un'unica angolazione, sotto un unico tipo di luce. Dove sta il trucco?

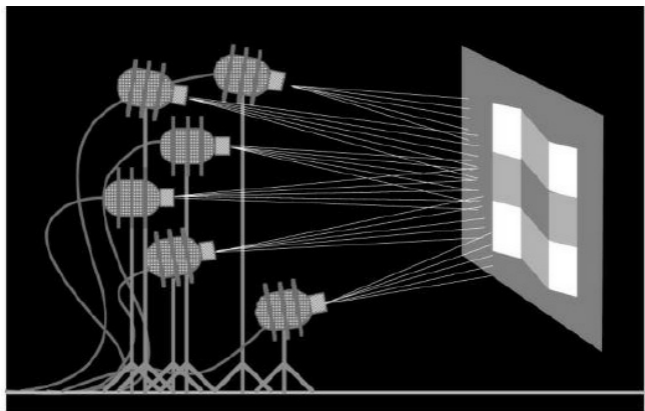
Adelson, con lo psicologo Alex Pentland, ha usato la sua illusione a zigzag per una piccola parabola. Dovete montare una scena teatrale che sembri in tutto e per tutto l'immagine di destra a pagina 259. Vi rivolgete agli specialisti di un laboratorio scenografico. Uno è un tecnico delle luci. Un altro è un pittore. Un terzo un lamierista. Tirate fuori l'immagine e chiedete loro di costruire una scena come quella. Ciò che devono fare è, in effetti, ciò che fa il sistema visivo: data un'immagine, capire la combinazione di materia e luce che può averla prodotta.

I tre specialisti potrebbero soddisfare la vostra richiesta in molti modi. Ognuno di loro potrebbe farcela quasi da solo. Il

pittore potrebbe semplicemente dipingere la combinazione di parallelogrammi su una lamiera piatta e chiedere al tecnico delle luci di illuminarla con un singolo riflettore a luce diffusa:

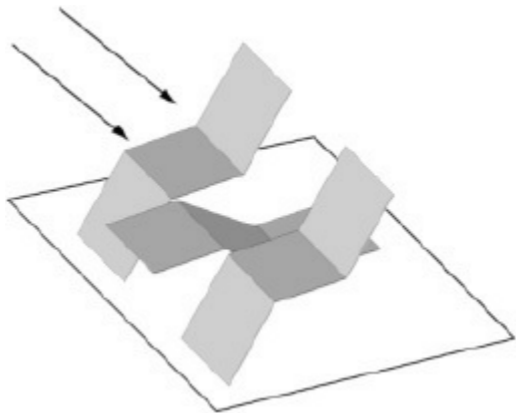


Il tecnico delle luci potrebbe prendere un semplice foglio bianco e nove farette su misura, dotato ognuno di una mascherina e un filtro speciali, puntandoli in modo da proiettare sul foglio nove parallelogrammi (potete vedere sei dei farette qui sotto):



Il lamierista potrebbe piegare dei

pezzi di lamiera in forme tali per cui, illuminati e visti dall'angolazione giusta, facciano sorgere l'immagine:



Infine, i tre specialisti potrebbero cooperare. Il pittore dipingerebbe una fascia centrale lungo un foglio di lamiera quadrato, il lamierista lo piegherebbe a zigzag e il tecnico delle



luci illuminerebbe il pezzo con un riflettore a luce diffusa. Questo, ovviamente, è il modo in cui un essere umano interpreta l'immagine.

Il nostro cervello si trova di fronte allo stesso imbarazzo della scelta. Se ci affidiamo a un «esperto» mentale che ipotizza la presenza, là fuori, di superfici pigmentate, spiegherà tutto nell'immagine come dipinto: nel mondo si vedrà un magistrale trompe-l'oeil. Allo stesso modo, un tecnico delle luci nella nostra testa potrebbe dirci che il mondo è un film. Poiché queste interpretazioni sono indesiderabili, gli specialisti mentali dovrebbero venire in qualche modo scoraggiati dal proporle. Un sistema potrebbe essere quello di

costringerli a rimanere fedeli ai loro presupposti, accada quel che accada (colore e luce sono uniformi, le forme sono regolari e parallele), ma è una posizione troppo estrema. Il mondo non è sempre una pila di blocchi in una giornata di sole; a volte ha proprio pigmentazioni e illuminazioni complesse, e noi le vediamo. Non vogliamo che gli esperti neghino che il mondo può essere complesso. Vogliamo che propongano esattamente tanta complessità quanta ce n'è nel mondo, non di più. Il problema ora è come ottenere che lo facciano.

Torniamo alla parabola. Supponiamo di disporre per la scenografia di un certo budget. Gli specialisti si fanno

pagare per i loro servizi, e le loro tariffe riflettono il grado di difficoltà e atipicità della commissione. Operazioni semplici e comuni sono a buon mercato; operazioni complesse e inusuali sono costose.

TARIFFE PITTORE:

Pittura di una forma rettangolare:	\$ 5 l'una
Pittura di un poligono regolare:	\$ 5 per lato

TARIFFE LAMIERISTA:

Tagli ad angolo retto:	\$ 2 l'uno
Tagli ad angolo non retto:	\$ 5 l'uno
Piegature ad angolo retto:	\$ 2 l'una
Piegature ad angolo non retto:	\$ 5 l'una

TARIFFE TECNICO DELLE LUCI:

Riflettore a luce diffusa:	\$ 5 l'uno
Faretti su misura:	\$ 30 l'uno

Abbiamo poi bisogno di un altro

specialista: un supervisore che decida sull'appalto dei lavori.

TARIFFA SUPERVISORE:

Per consulenza:

\$ 30 a lavoro

I prezzi per le quattro soluzioni saranno diversi. Ecco i preventivi:

**SOLUZIONE PITTORE:**

Pittura di 9 poligoni:	\$ 180
Installazione di 1 riflettore a luce diffusa:	\$ 5
Taglio di 1 rettangolo:	\$ 8
<i>Totale:</i>	\$ 193

**SOLUZIONE TECNICO DELLE LUCI:**

Taglio di 1 rettangolo:	\$ 8
Installazione di nove faretti su misura:	\$ 270
<i>Totale:</i>	\$ 278

**SOLUZIONE LAMIERISTA:**

24 tagli ad angolo non retto	\$ 120
6 piegature ad angolo non retto:	\$ 30
Installazione di un riflettore a luce diffusa:	\$ 5
<i>Totale:</i>	\$ 155

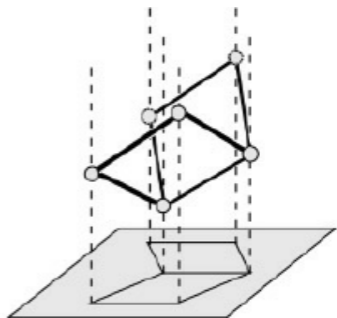
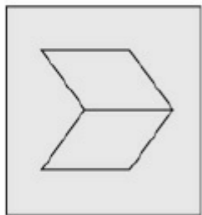
**SOLUZIONE SUPERVISORE:**

Taglio di 1 rettangolo:	\$ 8
2 piegature ad angolo retto:	\$ 4
Pittura di 3 rettangoli:	\$ 15
Installazione di un riflettore a luce diffusa:	\$ 5
Compenso supervisore:	\$ 30
<i>Totale:</i>	\$ 62

Il supervisore offre la soluzione più economica perché utilizza al meglio ogni specialista, e il risparmio è superiore al suo compenso. La morale è che gli specialisti vanno coordinati, non necessariamente da un omuncolo o da un demone, ma da qualche combinazione che renda il lavoro economico, dove economico è uguale a semplice che è uguale a probabile. Nella parabola, operazioni semplici sono più facili da compiere; nel sistema visivo, descrizioni più semplici corrispondono ad assetti più probabili nel mondo<sup>28</sup>.

Adelson e Pentland hanno portato la loro parabola nella vita programmando una simulazione al computer della visione designata a interpretare scene

composte da poligoni dipinti come facciamo noi. In primo luogo, un analizzatore di forme (una versione software del lamierista) si dà da fare per ottenere la forma più regolare che duplichi l'immagine. Prendiamo la semplice forma sulla sinistra di questo diagramma, in cui noi vediamo un foglio piegato, come un libro semiaperto di sbieco.



L'analizzatore di forme cerca di assemblare, della forma in input, un modello tridimensionale, che vediamo sulla destra. All'inizio, tutto ciò che sa è che gli angoli e gli spigoli nel modello devono allinearsi con i punti e le linee nell'immagine; non sa quanto siano distanti in profondità. I vertici del modello sono come perline di una collana che scorrono lungo delle aste (tipo raggi di proiezione) e le linee tra di essi sono corde infinitamente elastiche. Lo specialista fa scorrere le perline finché non arriva a una forma con i seguenti requisiti. Ognuno dei poligoni che la compongono dev'essere il più regolare possibile; gli angoli di un poligono, cioè, non devono essere



troppo diversi. Per esempio, se il poligono ha quattro lati, lo specialista si dà da fare per un rettangolo. Il poligono dev'essere il più piano possibile, come un pannello di plastica difficile a piegarsi. E i poligoni devono essere il più possibile compatti, piuttosto che allungarsi lungo la linea visuale, come se il pannello di plastica fosse difficile anche da tendere.













Quando lo specialista delle forme ha finito, passa al tecnico delle luci un rigido assemblaggio di pannelli bianchi. Il tecnico delle luci conosce le leggi secondo cui la luce riflessa dipende dall'illuminazione e dalla luminosità e angolazione della superficie. Lo specialista è autorizzato a muovere una

singola fonte luminosa lontana per illuminare il modello da varie direzioni. La direzione ottimale è quella che fa sì che ogni coppia di pannelli che s'incontrano a uno spigolo assomigli il più possibile alle loro controparti nell'immagine, esigendo la minor quantità possibile di colore grigio per completare il lavoro.

Infine, prende in carico il modello lo specialista delle riflessioni (il pittore). È l'ultima risorsa di cui si disponga, e il suo compito è di occuparsi di qualsiasi discrepanza rimanga tra l'immagine e il modello. Egli termina il lavoro proponendo differenti gradazioni di pigmentazione per le varie superfici.

Questo programma funziona? Adelson

e Pentland gli hanno sottoposto un oggetto piegato a ventaglio e lo hanno lasciato fare. Il programma è in grado di mostrare le congetture che via via sviluppa sulla forma dell'oggetto (prima colonna), sulla direzione della fonte di luce (seconda colonna), su dove cadono le ombre (terza colonna) e su come l'oggetto è dipinto (quarta colonna). Possiamo vedere le sue prime congetture nella prima fila di immagini:

	Forma tridimensionale (veduta obliqua)	Direzione della fonte di luce	Ombre	Colori
				Immagine originale
All'inizio				
Alla fine 1				
Alla fine 2				

In un primo tempo il programma ha presunto che l'oggetto fosse piatto, una specie di dipinto bidimensionale posato su una tavola, come nella prima figura

della prima colonna. (È qualcosa di difficile da raffigurare, perché il nostro cervello insiste nel vedere una forma a zigzag come piegata in profondità. Lo schizzo cerca di mostrare alcune linee che insistono piatte sulla pagina). Inoltre, il programma ha presunto che la fonte di luce fosse frontale, proveniente dalla direzione dell'occhio (seconda colonna in alto). Con questa illuminazione piatta non ci sono ombre (terza colonna in alto). Tutta la responsabilità della duplicazione dell'immagine è dello specialista delle riflessioni, che si è limitato a dipingerla. Il programma ha creduto di guardare un dipinto.

Se gli è data la possibilità di

migliorare le sue congetture, il programma giunge all'interpretazione della fila di immagini centrale. Lo specialista delle forme trova la forma tridimensionale più regolare (raffigurata vista di lato nella prima colonna): pannelli quadrati uniti ad angolo retto. Lo specialista delle luci scopre che illuminando la scena dall'alto può far sì che il gioco delle ombre produca qualcosa di simile all'immagine. Infine lo specialista delle riflessioni ritocca il modello dipingendone una striscia. Le quattro colonne (forma tridimensionale a zigzag, illuminazione dall'alto, ombra nella fascia centrale, striscia chiara accanto a striscia scura) corrispondono a come le persone interpretano

l'immagine originale.

Il programma non fa nient'altro che faccia pensare a un essere umano? Ricordiamo come una piega a ventaglio, al pari del cubo di Necker, si capovolga in profondità. La piega esterna diventa interna e viceversa. Il programma, in un certo senso, vede anche questo capovolgimento (l'interpretazione che gli corrisponde è nella fila di immagini in basso). Esso attribuisce alle due interpretazioni gli stessi costi e arriva all'una o all'altra casualmente. Quando una persona vede una forma tridimensionale capovolgersi, di solito vede capovolgersi anche la direzione della fonte luminosa: piega superiore verso l'esterno, luce dall'alto; piega

inferiore verso l'esterno, luce dal basso<sup>29</sup>. Altrettanto fa il programma. A differenza di una persona, esso non oscilla fra le due interpretazioni, ma se Adelson e Pentland avessero fatto sì che gli specialisti facessero passare le loro congetture per una rete a vincoli (come quella del cubo di Necker a pagina 117, o il modello della visione stereoscopica), anziché per una catena di montaggio, avrebbe potuto farlo.

La parabola del laboratorio chiarisce l'idea che la mente è un insieme di moduli, un sistema di organi o una società di esperti. Gli esperti ci vogliono perché ci vuole competenza: i problemi della mente sono troppo tecnici e specialistici per venire risolti



da un tuttofare. La maggior parte dell'informazione di cui ha bisogno un esperto, tuttavia, non serve a un altro, e non farebbe che interferire con il suo lavoro. D'altro canto, lavorando in isolamento, un esperto può prendere in esame troppe soluzioni, o perseguirne con ostinazione una improbabile; a un certo punto quindi gli esperti devono consultarsi. Questi tanti esperti stanno cercando di dare senso a un singolo mondo, un mondo che è indifferente al loro lavoro: né offre loro facili soluzioni né cambia strada per il piacere di lasciarli con un palmo di naso. Così, uno schema di supervisione deve puntare a tenere gli esperti all'interno di un budget in cui le congetture

improbabili sono più costose. Il che li obbliga a cooperare nell'assemblare la congettura complessiva più probabile sullo stato del mondo.

### *Vedere a due dimensioni e mezzo*

Una volta che gli esperti hanno finito il loro lavoro, che cosa scrivono sulla lavagna cui ha accesso il resto del cervello? Se potessimo in qualche modo vedere il campo visivo dal punto di vista del resto del cervello, come l'ipotetica telecamera dietro l'occhio del Terminator, che aspetto avrebbe? La domanda può suonare come la fallacia dell'omino duro di comprendonio dentro la testa, ma non è così. È una domanda

sull'informazione in una delle rappresentazioni di dati del cervello e sulla forma che essa assume. Prenderla sul serio, anzi, vuol dire sottoporre le nostre ingenuie idee sull'occhio della mente a un salutare shock.

Gli esperti di stereoscopia, moto, contorno e chiaroscuro hanno lavorato duramente per ricostruire la terza dimensione. Sarebbe naturale usare i frutti delle loro fatiche per costruire una rappresentazione tridimensionale del mondo. Il mosaico retinico in cui la scena è raffigurata potrebbe lasciare il posto a un plastico mentale in cui sarebbe scolpita; l'immagine diverrebbe un modello in scala. La versione finale della nostra comprensione del mondo

sarebbe un modello tridimensionale. Quando un bambino torreggia su di noi e poi si rimpicciolisce, sappiamo che non ci troviamo nel Paese delle meraviglie, dove una pillola ti ingigantisce e un'altra ti fa diventare un nano. E a differenza del proverbiale (e apocrifo) struzzo, noi non pensiamo che gli oggetti svaniscano quando guardiamo dall'altra parte o li nascondiamo. Se riusciamo ad avere a che fare con la realtà, è perché il nostro pensiero e la nostra azione sono guidati dalla cognizione di un grande, stabile, solido mondo. E forse la vista ci dà questa cognizione nella forma di un modello in scala.

Nella teoria del modello in scala non c'è nulla di intrinsecamente

inverosimile. Molti programmi di progettazione computerizzata usano modelli software di oggetti solidi, e le macchine per la TAC e la risonanza magnetica si servono di sofisticati algoritmi per metterli insieme. Un modello tridimensionale potrebbe disporre di un elenco dei milioni di coordinate dei minuscoli cubi che compongono un oggetto solido, chiamati elementi di volume o, per analogia con i «pixel» – gli elementi che compongono l'immagine (*picture*) – «voxel». Ogni gruppo di tre coordinate è accoppiato con un'informazione, per esempio la densità del tessuto in quel punto del corpo. Naturalmente, se il cervello immagazzinasse voxel, essi non

dovrebbero essere combinati in un cubo tridimensionale nella testa, come non lo sono in un computer. Ciò che conta è soltanto che ogni voxel abbia una serie coerente di neuroni a esso dedicati, cosicché i pattern di attivazione possano registrare i suoi contenuti.

Ma occorre stare in guardia, a questo punto, sull'omuncolo. Pensare che qualche demone software o algoritmo di riconoscimento o rete neurale acceda all'informazione da un modello in scala non crea alcun problema, finché è chiaro che accede all'informazione direttamente: coordinate di un voxel dentro, contenuti del voxel fuori. Basta non pensare che l'algoritmo di riconoscimento veda il modello in scala.

Là dentro è buio fitto, e il riconoscitore non dispone di un cristallino né di una retina, e nemmeno di un punto d'osservazione: è ovunque e in nessun luogo. Non c'è proiezione, non c'è prospettiva, non c'è campo visivo, non ci sono occlusioni. Anzi, il senso del modello in scala sta tutto nell'eliminare tali disturbi. Se volete proprio pensare a un omuncolo, immaginate di esplorare al buio un modello in scala di una città delle dimensioni di una stanza. Potete gironzolarci in mezzo, giungere a un edificio da qualunque direzione, toccarne l'esterno o infilare le dita nelle porte e finestre per sondarne l'interno. Quando afferrate un edificio, i suoi lati sono sempre paralleli, che ne siate

distanti la lunghezza del braccio o vicinissimi. Oppure, immaginate di sentire la forma di un piccolo giocattolo fra le mani, o di una caramella in bocca.

La visione, tuttavia, anche la visione tridimensionale esente da illusioni che il cervello si dà tanto da fare per ottenere, non è nulla del genere! In quel modo, nel migliore dei casi, abbiamo una valutazione astratta della struttura stabile del mondo attorno a noi; l'immediato, fulgido senso del colore e della forma che investe la nostra consapevolezza quando abbiamo gli occhi aperti è qualcosa di completamente diverso<sup>30</sup>.

Innanzitutto, la visione non è un teatro



con il palcoscenico al centro. Noi facciamo vivida esperienza solo di ciò che abbiamo davanti agli occhi; il mondo al di là del perimetro del campo visivo e dietro la testa ci è noto solo in modo vago, quasi intellettuale. (So che dietro di me c'è una libreria e davanti a me una finestra, ma è solo la finestra che vedo, non la libreria). E c'è di peggio: gli occhi svolazzano da un punto all'altro più volte al secondo, e al di fuori della croce di collimazione della fovea la visione è incredibilmente scadente. (Tenete la mano a pochi centimetri dalla vostra linea visuale; è impossibile contarne le dita). Ma non sto solo passando in rassegna l'anatomia del globo oculare. Si potrebbe

immaginare che il cervello assembli un collage a partire dalle istantanee prese a ogni occhiata, come le macchine fotografiche panoramiche che espongono un fotogramma, ruotano di una precisa lunghezza, espongono il tratto di pellicola adiacente e così via, ottenendo un'immagine grandangolare priva di cuciture. Ma il cervello non è una macchina fotografica panoramica. Studi di laboratorio hanno dimostrato che quando la gente muove gli occhi o la testa perde immediatamente i dettagli sottili di quanto stava guardando<sup>31</sup>.

In secondo luogo, non disponiamo di una vista a raggi X. Vediamo superfici, non volumi. Se mi osservate mettere un oggetto dentro una scatola o dietro un

albero, sapete che è lì, ma non lo vedete e non potete riferirne i dettagli. Ancora una volta, non si tratta solo di ricordarci che non siamo Superman. Noi mortali avremmo potuto essere equipaggiati di una memoria fotografica capace di aggiornare un modello tridimensionale incollando fra loro informazioni provenienti da ogni veduta precedente in cui vi si faccia riferimento. Ma non siamo stati equipaggiati così. Quando si arriva ai dettagli visivi, lontano dagli occhi lontano dalla mente.

Terzo, noi vediamo in prospettiva. Se ci si mette fra i binari di una ferrovia, all'orizzonte essi sembrano convergere. Noi sappiamo, è chiaro, che in realtà non convergono; se lo facessero, il treno

deraglierebbe. Ma non vederli convergere è impossibile, anche se il senso della profondità ci fornisce una quantità di informazioni che il cervello potrebbe usare per cancellare quest'effetto. Noi siamo anche consapevoli che oggetti in movimento giganteggiano, si rimpiccioliscono, appaiono di scorcio. In un autentico modello in scala non può accadere niente di tutto ciò. Certo, in qualche misura il sistema visivo elimina l'effetto prospettico. Se non siamo artisti, facciamo fatica a vedere che l'angolo vicino di una scrivania proietta un angolo acuto, mentre quello lontano uno ottuso; entrambi sembrano gli angoli retti che sono in realtà. Ma i binari della

ferrovia dimostrano che l'effetto prospettico non viene eliminato del tutto.

Quarto, in senso strettamente geometrico noi vediamo a due dimensioni, non a tre. Il matematico Henri Poincaré trovò un modo semplice per determinare il numero di dimensioni di un'entità. Si trovi un oggetto in grado di dividere l'entità in due pezzi, poi si contino le dimensioni del divisore e se ne aggiunga una. Un punto non può essere diviso; quindi ha zero dimensioni. Una linea ha una dimensione, perché può essere divisa da un punto. Un piano ha due dimensioni, perché può essere trapassato da una linea, ma non da un punto. Una sfera ne ha tre, perché per tagliarla non ci vuole

niente di meno che una lama a due dimensioni; un pallino o un ago la lasciano intera. E il campo visivo? Può essere spezzato da una linea. L'orizzonte, per esempio, lo divide in due. A stare di fronte a un cavo teso, tutto ciò che vediamo è da una parte o dall'altra. Anche il perimetro di un tavolo rotondo divide il campo visivo: ogni punto è o dentro di esso o fuori. Si aggiunga uno alla unidimensionalità di una linea e si ottiene due. In base a questo criterio, il campo visivo è bidimensionale. Il che, sia detto per inciso, non significa che è piatto. Superfici bidimensionali possono incurvarsi nella terza dimensione, come uno stampo in gomma o i blister

dell'aspirina<sup>32</sup>.

Quinto, noi non vediamo direttamente «oggetti», quei grumi mobili di materia che contiamo, classifichiamo ed etichettiamo con dei nomi. Per quanto sta alla visione, non è nemmeno chiaro che cosa sia un oggetto<sup>33</sup>. Quando David Marr rifletteva su come progettare un sistema visivo computerizzato che trovasse oggetti, fu costretto a chiedersi:

Un naso è un oggetto? E una testa? È ancora un oggetto quando è attaccata a un corpo? E un uomo a cavallo? Tali domande mostrano che le difficoltà, nel cercare di formulare che cosa si debba ricostruire come regione a partire da un'immagine, sono così grandi da ergersi quasi a problemi filosofici. Sono interrogativi cui

non c'è alcuna risposta: tutte le cose citate possono essere oggetti se si vuole pensarvi in questo modo, oppure costituire parti di oggetti più grandi.

Una goccia di colla può trasformare due oggetti in uno, ma il sistema visivo non ha modo di saperlo.

Noi abbiamo, tuttavia, un senso quasi palpabile delle superfici e dei confini tra di esse. Le illusioni ottiche più famose, in psicologia, sono frutto degli strenui sforzi compiuti dal cervello per intagliare il campo visivo in superfici e decidere quale sta davanti e quale dietro. Ne è un esempio il vaso-volto di Rubin, che passa dall'essere un calice all'essere due teste di profilo una di fronte all'altra. Vedere i volti e il calice

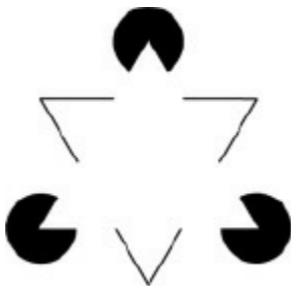


nello stesso tempo non è possibile (neanche a immaginare due uomini che ne sorreggano uno fra i nasi), e la forma che predomina «possiede» il confine come propria linea di demarcazione, riducendo l'altra macchia a uno sfondo informe.



Un'altra illusione è il triangolo di Kanisza, un tratto del nulla che delinea una forma reale come se fosse stata

tracciata a inchiostro:



Volti, vaso e triangolo sono oggetti familiari, ma l'illusione non dipende dalla loro familiarità: s'impongono con altrettanta immediatezza ghirigori senza senso.

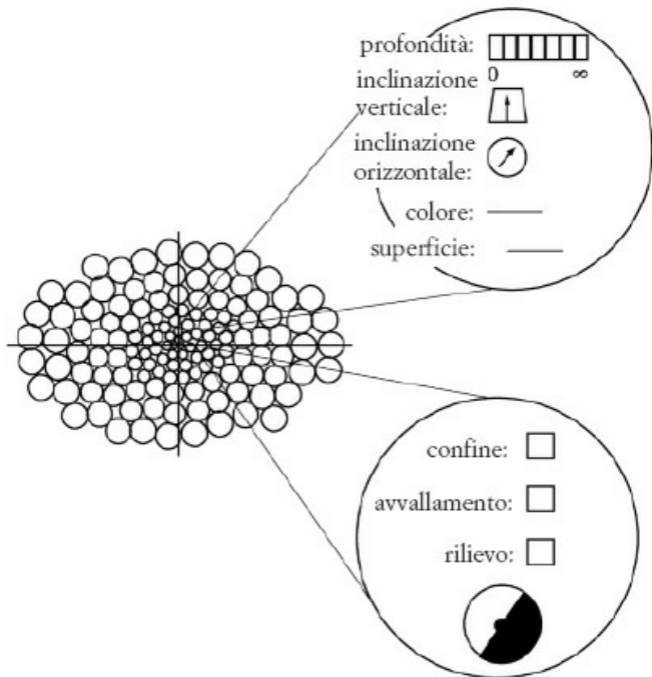


La nostra percezione di superfici è involontaria, indotta dall'informazione emessa dalle retine; contrariamente alla credenza popolare, non vediamo quello che ci aspettiamo di vedere.

Che cos'è, insomma, il prodotto della visione? Marr l'ha definito uno schizzo a due dimensioni e mezzo; altri lo chiamano una rappresentazione di superfici visibili<sup>34</sup>. La profondità è bizzarramente degradata a una mezza

dimensione perché non definisce il medium in cui l'informazione visiva è contenuta (a differenza delle dimensioni destra-sinistra e alto-basso); è solo un'informazione contenuta in quel medium. Si pensi a quel gioco fatto di centinaia di punte scorrevoli contro cui si preme una superficie a tre dimensioni (un volto, mettiamo), formando, nel contorno delle punte sull'altro lato, una sagoma di quella superficie. Il contorno ha tre dimensioni, ma che non si creano allo stesso modo. Le posizioni lato-lato e alto-basso sono definite da particolari punte; la posizione in profondità è definita da quanto una punta sporge in fuori. Per ogni profondità possono esserci molte punte; per ogni punta c'è

una sola profondità. Lo schizzo a due dimensioni e mezzo ha più o meno quest'aspetto:



È un mosaico di celle o pixel, ognuno riservato a una linea visuale dal punto di vista dell'occhio ciclopico. È più largo che alto perché i nostri due occhi sono fianco a fianco nel cranio e non uno sopra l'altro. Le celle sono più piccole al centro del campo visivo che alla periferia perché la loro risoluzione al centro è maggiore. Ogni cella può rappresentare dell'informazione su una superficie o su un bordo, come se avesse due tipi di moduli con domande cui rispondere. Il modulo per un lembo di superficie contiene domande relative a profondità, inclinazione verticale (quanto la superficie è inclinata all'indietro o in avanti), inclinazione orizzontale (quanto è inclinata verso

destra o verso sinistra) e colore, più un'etichetta per la superficie cui quel lembo è visto come appartenente. Il modulo per un frammento di bordo ha delle caselle che vanno riempite indicando se è il confine di un oggetto, una cavità o un rilievo, più un quadrante per il suo orientamento, che indica anche (nel caso del confine di un oggetto) quale lato appartiene alla superficie che lo «possiede» e quale è un mero sfondo. Naturalmente, nella testa non si troveranno veri e propri moduli burocratici. Il diagramma è un'immagine composita che raffigura i tipi d'informazione presenti nello schizzo a due dimensioni e mezzo. Presumibilmente il cervello, per

contenere l'informazione, usa gruppi di neuroni e le loro attività, ed essi possono essere distribuiti su zone diverse di corteccia come una raccolta di mappe accessibili tramite registro.

Perché vediamo a due dimensioni e mezzo? Perché non abbiamo invece un modello nella testa? Parte della risposta la danno costi e benefici dell'immagazzinamento. Chiunque usi un computer sa che i files grafici sono voraci consumatori di spazio di memoria. Invece che agglomerare i gigabytes in ingresso in un modello composito, che diverrebbe obsoleto non appena qualcosa si muovesse, il cervello lascia che a immagazzinare l'informazione che cade al di fuori di



un'occhiata sia il mondo stesso. Sporgiamo la testa, alziamo gli occhi, e viene caricato, come in un computer, un nuovo schizzo aggiornato. Quanto allo status di seconda classe della terza dimensione, è quasi inevitabile. A differenza delle altre due dimensioni, che si annunciano nei coni e bastoncini in quel momento attivi, la profondità va accuratamente spremuta dai dati. Gli esperti di stereoscopia, contorno, chiaroscuro e moto che lavorano a computarla sono attrezzati per passare informazioni su distanza, inclinazione orizzontale e verticale e occlusione relative all'osservatore, non coordinate tridimensionali nel mondo. Il meglio che possono fare è mettere insieme i loro

sforzi per darci una conoscenza a due dimensioni e mezzo delle superfici che abbiamo davanti agli occhi. Considerare come usarla tocca al resto del cervello.

### *Quadri di riferimento*

Lo schizzo a due dimensioni e mezzo è il capolavoro di quella macchina ingegnosamente progettata e dal funzionamento armonioso che è il sistema visivo. Ha solo un problema. Non appena consegnato, è inutile.

L'informazione, nello schema a due dimensioni e mezzo, è espressa in un quadro di riferimento retinico, un sistema di coordinate centrato sull'osservatore. Se una data cella dice

«qui c'è un bordo», «qui» significa la posizione di quella cella sulla retina, esattamente di fronte, diciamo, a dove si sta guardando. Il che andrebbe bene se noi fossimo alberi che guardano altri alberi, ma non appena qualcosa si muove (i nostri occhi, la nostra testa, il nostro corpo, un oggetto guardato), l'informazione si sposta verso un altro punto di assestamento nello schema. E ogni parte del cervello guidata dall'informazione nello schema scopre a questo punto che la sua informazione è ormai superata. Se la vostra mano è stata guidata verso il centro del campo visivo perché quel punto ha contenuto una mela, ora si trova rivolta verso il vuoto. Se ieri avete memorizzato un'immagine

della vostra auto mentre guardavate la maniglia della portiera, oggi quell'immagine non si accorda con il fatto che vedete il parafrangente; difficilmente le due vedute si sovrappongono. E non potete nemmeno esprimere semplici giudizi come dire se due linee sono parallele: ricordiamoci dei binari che convergono.

Problemi del genere fanno auspicare un modello in scala nella testa, ma non è questo che la vista ci fornisce. La chiave per usare l'informazione visiva non sta nel rimodellarla ma nell'accedervi nel modo giusto, il che richiede un quadro di riferimento o sistema di coordinate utile. I quadri di riferimento sono indissociabili dall'idea stessa di

ubicazione. Come si risponde alla domanda «dov'è (questo o quell'oggetto)»? Nominando un qualcosa che chi l'-ha posta già conosce (il quadro di riferimento) e indicando a che distanza e in che direzione quell'oggetto si trova relativamente al quadro di riferimento. Un'indicazione a parole quale «accanto al frigo», un indirizzo postale, le direzioni della bussola, latitudine e longitudine, le coordinate satellitari GPS (Global Positioning System) indicano tutti distanza e direzione relativamente a un quadro di riferimento. Einstein sviluppò la teoria della relatività mettendo in discussione l'immaginario quadro di riferimento di Newton, che era in

qualche modo ancorato allo spazio vuoto, indipendente da qualunque cosa presente in esso.

Il quadro di riferimento allestito insieme allo schizzo a due dimensioni e mezzo è la posizione sulla retina. E siccome le retine non fanno che girare, è inutile come dire «incontriamoci accanto alla Pontiac beige che si è fermata qui al semaforo». Abbiamo bisogno di un quadro di riferimento che stia fermo mentre gli occhi ballano. Supponiamo di far scivolare sopra il campo visivo un quadro di riferimento invisibile, come la croce di collimazione del mirino di un fucile sopra un paesaggio. E supponiamo che ogni meccanismo che raccoglie informazioni dal campo visivo sia

puntato dal mirino (per esempio, al centro della croce di collimazione, due tacche sopra o una tacca a sinistra). Lo schermo dei computer ha qualcosa di vagamente simile: il cursore. L'azione dei comandi che leggono o scrivono informazione è relativa a un punto speciale posizionabile a piacere sullo schermo, e quando il materiale sullo schermo gira, il cursore si muove insieme a esso, incollato al suo pezzo di testo o di grafica. Per usare i contenuti dello schizzo a due dimensioni e mezzo, bisogna che il cervello si serva di un meccanismo simile, anzi, di molti.

Il quadro di riferimento più semplice che si muove sullo schizzo a due dimensioni e mezzo è uno che resta

attaccato alla testa. Grazie alle leggi dell'ottica, quando l'occhio si sposta verso destra l'immagine della mela fa un balzo verso sinistra. Ma supponiamo che il comando neurale ai muscoli dell'occhio sia indirizzato anche al campo visivo, e sia usato per spostare il mirino nella stessa misura nella direzione opposta. Il mirino resterà puntato alla mela, e così ogni processo mentale le cui informazioni passano per il mirino. Il processo può felicemente continuare come se non fosse successo niente, anche se i contenuti del campo visivo sono scivolati via.

Eccone una semplice dimostrazione. Muovete gli occhi: il mondo resta fermo. Adesso chiudetene uno e date un



colpetto all'altro con il dito: il mondo fa un balzo. In tutti e due i casi l'occhio si muove, e in tutti e due i casi si muove l'immagine retinica, ma solo quando l'occhio è mosso dal dito vedete il movimento. Quando muovete gli occhi decidendo di guardare da qualche parte, il comando ai muscoli dell'occhio viene copiato a favore di un meccanismo che muove il quadro di riferimento insieme con le immagini, in modo da cancellare il senso soggettivo di moto. Se invece muovete l'occhio dandogli un colpetto con il dito, il meccanismo che muove il quadro di riferimento viene bypassato, il quadro di riferimento non si sposta, e voi interpretate l'immagine sobbalzante come proveniente da un mondo

sobbalzante<sup>35</sup>.

Possono esserci anche quadri di riferimento che compensano i movimenti della testa e del corpo. Essi assegnano a ogni pezzetto di superficie nel campo visivo un indirizzo fisso relativo allo spazio o relativo al suolo; mentre il corpo si muove, l'indirizzo rimane lo stesso. Tali slittamenti dei quadri di riferimento potrebbero essere innescati da copie di comandi inviati ai muscoli del collo e del corpo, ma forse anche dal circuito che segue lo slittamento dei contenuti del campo visivo.

Un altro filtro funzionale sarebbe una griglia mentale trapezoidale che quadrettasse distese di mondo di eguali

dimensioni. Un quadretto vicino ai piedi coprirebbe una grande porzione di campo visivo; un quadretto vicino all'orizzonte ne coprirebbe una porzione più piccola, ma, misurati sul terreno, i centimetri sarebbero gli stessi. Visto che lo schizzo a due dimensioni e mezzo contiene valori di profondità a ogni punto, sarebbe facile per il cervello calcolare i quadretti. Questo quadro di riferimento impostato sul mondo ci permetterebbe di giudicare le autentiche angolazioni ed estensioni della materia al di fuori del nostro corpo. Lo psicologo della percezione J.J. Gibson ha sostenuto che questo senso della scala del mondo reale sovrapposto alla proiezione retinica ce l'abbiamo

davvero, e possiamo mentalmente passare dal non usarlo all'usarlo. Stando in mezzo ai binari possiamo assumere una posizione mentale in cui li vediamo convergere o un'altra in cui li vediamo paralleli. Queste due prese di posizione, che Gibson ha chiamato del «campo visivo» e del «mondo visivo», trovano origine nell'accedere alla medesima informazione o attraverso il quadro di riferimento retinico o attraverso quello impostato sul mondo<sup>36</sup>.

Un altro quadro di riferimento invisibile è la direzione della gravità. Il filo a piombo mentale ha origine nel sistema vestibolare dell'orecchio interno, un labirinto di cavità che include tre canali semicircolari orientati

fra loro ad angolo retto. Se qualcuno dubita che la selezione naturale abbia usato principi di ingegneria riscoperti dagli esseri umani, pensi agli assi delle coordinate cartesiane, xyz, incisi nelle ossa del cranio! Mentre la testa beccheggia, rolla e strarza, il liquido nei canali sciaborda e innesca segnali neurali che registrano il moto. E una pesante massa calcarea che preme su altre membrane registra il moto lineare e la direzione della gravità. Questi segnali possono essere usati per ruotare il mirino mentale in modo che punti sempre correttamente «in su». È per questo che il mondo non sembra sbandare anche se la testa è di rado a piombo. (Gli occhi stessi s'inclinano nel

cranio in senso orario e antiorario, ma solo quel tanto che basta per neutralizzare piccole inclinazioni della testa). Curiosamente, il nostro cervello non compensa del tutto la gravità. Se la compensazione fosse perfetta, a stare sdraiati su un fianco o persino a testa in giù il mondo apparirebbe normale, cosa che non avviene. A meno di non sorreggere la testa con la mano, è difficile vedere la televisione sdraiati su un fianco, e leggere è addirittura impossibile, se non si tiene inclinato anche il libro. Forse perché siamo creature terrestri, usiamo il segnale di gravità soprattutto per tenere il corpo eretto, piuttosto che per compensare il difettoso input visivo quando non lo è<sup>37</sup>.

La coordinazione fra il quadro di riferimento della retina e quello dell'orecchio interno ha nella vita un effetto sorprendente: causa la chinetosi (mal di movimento). Normalmente, quando ci si muove, due segnali operano in sincronia: le incursioni di tessiture e colori nel campo visivo, e i messaggi su gravità e inerzia inviati dall'orecchio interno. Ma se ci si muove dentro un contenitore come una macchina, un'imbarcazione o una portantina, modi evolucionisticamente inediti di andare in giro, l'orecchio interno dice «ti stai muovendo», mentre pareti e pavimento dicono «sei fermo». La chinetosi nasce da questa mancata corrispondenza, e per eliminarla consigliano di non leggere,

guardare fuori dal finestrino, fissare l'orizzonte<sup>38</sup>.

Molti astronauti soffrono cronicamente di mal di spazio a causa dell'assenza di segnali gravitazionali, caso alquanto estremo di non corrispondenza fra gravità e vista. (Il mal di spazio si misura in *garn*, un'unità che prende il nome dal senatore repubblicano dello Utah, Jake Garn, che fece fruttare la sua posizione nel sottocomitato per gli stanziamenti alla NASA per farsi la più lunga delle scampagnate, un viaggio nello spazio, e passò alla storia per avere vomitato tutto il tempo). Ma c'è di peggio: gli interni delle navi spaziali non forniscono agli astronauti un quadro di riferimento



impostato sul mondo, perché chi li progetta pensa che in assenza di gravità i concetti di «pavimento», «soffitto» e «pareti» non abbiano senso, e quindi gli strumenti si possano distribuire su tutte e sei le superfici. Ma purtroppo gli astronauti si portano dietro il loro cervello terrestre e letteralmente si smarriscono, a meno di non fermarsi per dire a se stessi: «Facciamo finta che lì sia “su”, lì “davanti”» e così via. Il trucco funziona per un po', ma se guardano fuori dall'oblò e vedono terra ferma sopra di loro, o un compagno che fluttua a testa in giù, sono assaliti da ondate di nausea. Il mal di spazio è una fonte di preoccupazione per la NASA, e non solo perché riduce la produttività

nel costosissimo tempo di volo; non è difficile immaginare che cosa può succedere a vomitare a gravità zero. Dal mal di spazio sarà colpita anche la nascente tecnologia della realtà virtuale, in cui una persona indossa un casco ad ampio campo che mostra un mondo sintetico che sfreccia di qua e di là. Ecco il giudizio di «Newsweek»: «L'invenzione che fa girare di più la testa dopo le montagne russe. Preferiamo la birra»<sup>39</sup>.

Perché sulla Terra, o nello spazio, una mancata corrispondenza fra visione e gravità o inerzia deve avere come effetto, fra tutti i possibili, la nausea? Che cos'hanno a che fare il su e giù con le viscere? Una spiegazione plausibile,

per quanto non ancora dimostrata, l'ha avanzata lo psicologo Michel Treisman. Gli animali vomitano per espellere le tossine che hanno ingerito prima che combinino ulteriori danni. Molte tossine presenti in natura agiscono sul sistema nervoso. Il che solleva il problema postosi a Ingrid Bergman in *Notorious*: come si fa a sapere quando si è stati avvelenati? Il proprio giudizio potrebbe essere alterato, ma questo getterebbe dei dubbi sul giudizio se il proprio giudizio è stato alterato! Più in generale, come può un rivelatore di disfunzioni distinguere fra una disfunzione del cervello e un'accurata registrazione, da parte di quest'ultimo, di una situazione insolita? (Un vecchio adesivo da

paraurti diceva: «Il mondo sta andando fuori strada. Tu vai avanti dritto»). La gravità, è chiaro, costituisce l'aspetto più stabile e prevedibile del mondo. Se due parti del cervello hanno opinioni diverse a suo riguardo, le possibilità sono che una delle due o entrambe funzionino male, o che i segnali che esse ricevono arrivino in ritardo o alterati. La regola sarebbe: se pensi che la gravità sta funzionando male, sei stato avvelenato; adesso liberati del veleno che hai ancora in corpo<sup>40</sup>.

L'asse mentale alto-basso è anche un potente organizzatore del nostro senso della forma. Che cos'abbiamo qui? Pochi vi riconoscono il profilo

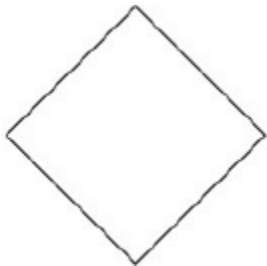
dell’Africa ruotato di novanta gradi, anche girando la testa in senso antiorario.



La rappresentazione mentale di una forma, il modo in cui la nostra mente la «descrive», non si limita a rifletterne le caratteristiche geometriche euclidee, che rimangono le stesse anche quando la forma viene ruotata. Ne riflette le caratteristiche geometriche relative al nostro quadro di riferimento altobasso.

La nostra mente pensa all'Africa come grassottella «in alto» e smilza «in basso». Si cambi quello che c'è in alto e quello che c'è in basso, e non è più l'Africa, anche se del suo profilo non è cambiato un millimetro.

Di ciò lo psicologo Irvin Rock ha trovato molti altri esempi. Eccone uno semplice. In questi disegni la gente vede due forme diverse, un quadrato e un rombo. Ma, per quanto riguarda la geometria, sono la stessa e unica forma. Sono tasselli che entrano negli stessi incavi; angoli e segmenti sono uguali.



L'unica differenza sta nel modo in cui sono disposti rispetto al quadro di riferimento alto-basso dell'osservatore, e questa differenza è sufficiente a fargli guadagnare due nomi diversi. In alto un quadrato è piatto, un rombo a punta; al concetto di «in alto» non si sfugge. È addirittura difficile accorgersi che questo rombo è fatto di angoli retti<sup>41</sup>. Infine, dei quadri di riferimento possono fornirli gli stessi oggetti:

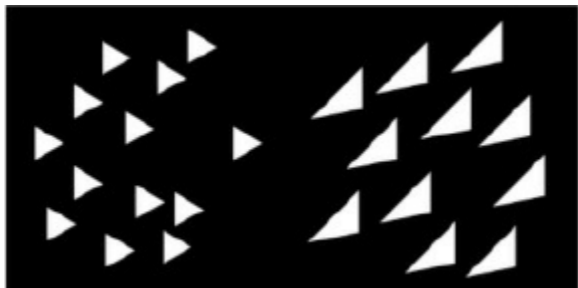


La forma in alto a destra oscilla fra l'apparire un quadrato e un rombo, a seconda che la si associ mentalmente alle tre forme alla sua sinistra o alle otto sotto. Le linee immaginarie formate dalle file di forme sono divenute due quadri di riferimento cartesiani, uno corrispondente all'alto-basso retinico, l'altro diagonale, e a descrivere mentalmente una forma all'interno



dell'uno o dell'altro essa appare diversa.

Nel caso siate ancora scettici su tutti questi quadri di riferimento incolori, inodori e insapori che si pretenderebbe di vedere sovrapporsi al campo visivo, ve ne darò una dimostrazione meravigliosamente semplice dovuta allo psicologo Fred Attneave. Che cosa sta succedendo ai triangoli sulla sinistra?



Guardateli abbastanza a lungo, e passeranno improvvisamente da un aspetto a un altro. Non si mettono a vagare, non si rovesciano in profondità, ma qualcosa cambia. Di solito si definisce questo qualcosa come «la direzione in cui puntano». A saltellare per la pagina non sono i triangoli, però, bensì i quadri mentali di riferimento a essi sovrapposti. Questi quadri non vengono dalla retina, dalla testa, dal corpo, dalla stanza, dalla pagina o dalla gravità, bensì dagli assi di simmetria dei triangoli. Essi ne hanno tre, e ognuno domina a turno. Ogni asse ha l'equivalente di un polo nord e un polo sud, il che conferma la sensazione che i triangoli stiano puntando in una

direzione. E quando cambiano direzione la cambiano in massa, come i membri di un coro; al cervello piace che i suoi quadri di riferimento abbraccino interi complessi di forme. I triangoli sulla destra sono ancora più scatenati: saltellano fra sei impressioni. Possono essere interpretati come triangoli ottusi stesi piatti sulla pagina o come triangoli rettangoli in piedi in profondità, in ognuno dei casi in un quadro di riferimento che prevede tre varianti<sup>42</sup>.

### *Biscotti a forma di animali*

La capacità degli oggetti di attirare a sé quadri di riferimento aiuta a risolvere un altro dei grandi problemi della

visione in cui ci s'imbatte arrampicandosi, come stiamo facendo, dalla retina al pensiero astratto. Come si riconoscono le forme? Un adulto medio sa i nomi di circa diecimila cose, in massima parte contraddistinte dalla loro forma. Anche un bambino di sei anni conosce i nomi di qualche migliaio di cose, avendoli imparati al ritmo di uno ogni poche ore per anni. Naturalmente, gli oggetti si tradiscono in molti modi. Alcuni possono essere riconosciuti per il rumore e l'odore, altri, come magliette in uno scaffale, soltanto per il colore e il materiale. Ma la maggior parte degli oggetti possono essere riconosciuti per la loro forma. Quando riconosciamo la forma di un oggetto ci comportiamo da

veri e propri esperti di geometria: studiamo la distribuzione della materia nello spazio e ne troviamo la corrispondenza più stretta nella memoria. L'esperto di geometria nella nostra mente dev'essere davvero acuto, se un bambino di tre anni è capace di rovistare in una scatola di biscotti a forma di animali o in un mucchio di variopinte figurine di plastica e snocciolare, a partire dalle loro sagome, i nomi di animali esotici.

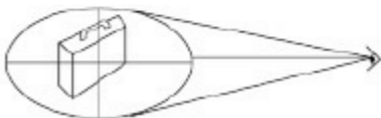
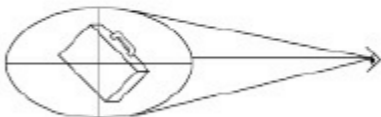
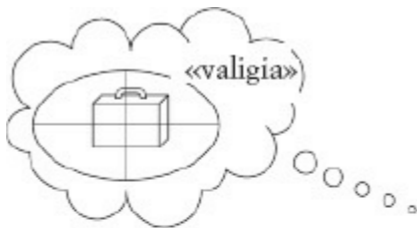
La prima figura a pagina 19 ci ha già dato un'idea del perché si tratta di un problema tanto arduo. Quando un oggetto o l'osservatore si muovono, i contorni dello schizzo a due dimensioni e mezzo mutano. Si veda ora la figura in

alto nella pagina accanto). Se il nostro ricordo della forma, diciamo, di una valigia era una copia di quello schizzo, risalente a quando l'abbiamo vista per la prima volta, la versione spostata non vi corrisponde più. Il nostro ricordo di una valigia sarà «un pannello rettangolare e una maniglia orizzontale sulle ore dodici», ma la maniglia che stiamo guardando adesso non è orizzontale e non è nella posizione delle lancette dell'orologio alle dodici. Dovremmo rimanere a bocca aperta, senza avere idea di che si tratta.

Ma supponiamo che invece di usare il quadro di riferimento retinico il nostro archivio di ricordi ne usi uno impostato sull'oggetto stesso. Noi ricorderemo

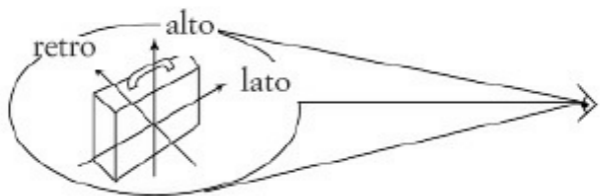
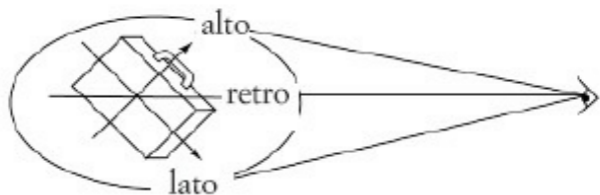
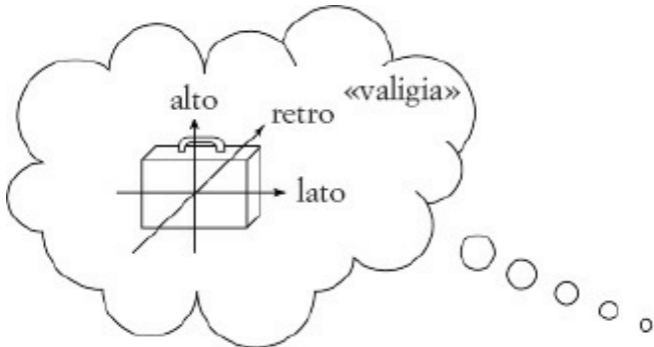
«un pannello rettangolare con una maniglia parallela al bordo del pannello, nella parte superiore del pannello».

La clausola «del pannello» significa che le posizioni delle parti che noi ricordiamo sono relative all'oggetto stesso, non al campo visivo. Perciò, quando vediamo un oggetto non identificato, il nostro sistema visivo imposta automaticamente su di esso un quadro di riferimento tridimensionale, proprio come faceva con i quadrati e i triangoli di Attneave.



E ora, mettendo in corrispondenza quello che vediamo con quello che ricordiamo, c'è coincidenza, indipendentemente da come la valigia è orientata, e noi riconosciamo la valigia:





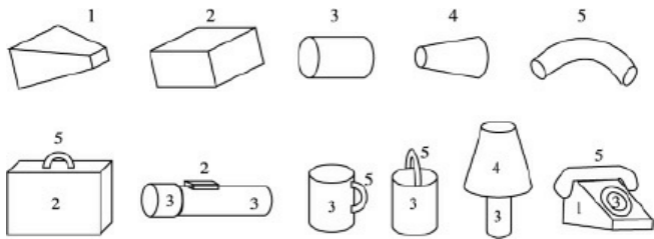
È così, in sintesi, che Marr spiega il

riconoscimento delle forme. L'idea chiave è che il ricordo di una forma non è una copia dello schizzo a due dimensioni e mezzo, ma è memorizzato in un formato che ne differisce in due modi. Innanzi tutto il sistema di coordinate è centrato sull'oggetto e non, come nello schizzo, sull'osservatore. Per riconoscere un oggetto il cervello imposta un quadro di riferimento sugli assi di elongazione e di simmetria dell'oggetto stesso, e misura posizioni e angolazioni delle parti in quel quadro di riferimento. Solo allora visione e ricordo sono posti in corrispondenza. La seconda differenza è che visione e ricordo non vengono posti in corrispondenza comparandoli pixel per

pixel, come si inserisce una tessera di un puzzle in un vuoto, altrimenti forme che dovrebbero corrispondere potrebbero non corrispondere ancora. Gli oggetti reali mostrano rientranze e ondulazioni e si presentano in stili e modelli diversi. Due valigie possono non avere le stesse dimensioni, e presentare angoli arrotondati o foderati, e maniglie grosse o sottili. La rappresentazione della forma da porre in corrispondenza, insomma, non dev'essere un calco esatto di ogni rilievo e avvallamento: deve trovare espressione in categorie più elastiche come «pannello» e «cosa a U». E anche gli accessori non possono essere specificati al millimetro, ma devono lasciare un po' di margine: i

manici di tazze diverse sono tutti «sul fianco», ma possono essere più in alto o più in basso a seconda della tazza<sup>43</sup>.

Lo psicologo Irv Biederman ha incarnato le due idee di Marr in un repertorio di componenti geometriche semplici che ha chiamato «geoni» (per analogia con i protoni e gli elettroni che compongono gli atomi). Ecco cinque geoni e alcune delle loro combinazioni:



Biederman ha proposto un totale di

ventiquattro geoni, tra cui un cono, un megafono, un pallone, un tubo, un cubo e un maccheroncino. (Tecnicamente, sono tutti tipi diversi di coni. Se un cono gelato è la superficie coperta dall'espandersi di un cerchio il cui centro si muove lungo una linea, i geoni sono le superfici coperte da altre forme bidimensionali nell'espandersi o contrarsi muovendosi lungo linee diritte o curve). I geoni sono assemblabili in oggetti tramite pochi rapporti quali «sopra», «accanto», «estremità contro estremità», «estremità contro estremità decentrato», «parallelo». Tali rapporti sono definiti in un quadro di riferimento centrato sull'oggetto, naturalmente, non sul campo visivo; «sopra» significa

«sopra il geone principale», non «sopra la fovea». Quindi essi rimangono gli stessi anche quando oggetto o osservatore si muovono.

I geoni sono combinatori, come la grammatica. Noi, è chiaro, non ci descriviamo le forme in parole: gli assemblaggi di geoni sono una sorta di linguaggio interno, un dialetto del mentalese. Elementi di un vocabolario fisso sono collegati insieme in strutture più grandi, come le parole in una frase o un periodo. Una frase non è la somma delle sue parole, ma dipende dal loro ordinamento sintattico; dire «un uomo morde un cane» non è come dire «un cane morde un uomo». Analogamente, un oggetto non è la somma dei suoi geoni,

ma dipende dal loro ordinamento spaziale; un cilindro con un maccheroncino su un lato è una tazza, mentre un cilindro con un maccheroncino in cima è un secchio. E, proprio come un piccolo numero di parole e regole si combinano in un numero astronomico di frasi, così un piccolo numero di geoni e rapporti si combinano in un numero astronomico di oggetti. Secondo Biederman ognuno dei ventiquattro geoni si presenta in quindici dimensioni e corporature (un po' più grasso, un po' più magro), e i modi di combinarli sono ottantuno. Questo dà 10.497.600 oggetti di due geoni e 306 miliardi di tre. In teoria, dovrebbero essere più che sufficienti per le decine

di migliaia di forme che conosciamo. In pratica, è facile costruire all'istante modelli riconoscibili di oggetti quotidiani composti da tre e spesso solo due geoni<sup>44</sup>.

Linguaggio e forme complesse sembrano anche essere vicini di casa nel cervello. L'emisfero sinistro non è solo la sede del linguaggio, ma anche della capacità di riconoscere e immaginare forme definite da combinazioni di parti. Un paziente neurologico vittima di un ictus all'emisfero sinistro raccontava: «Quando cerco di immaginare una pianta, un animale, un oggetto, riesco a ricordarne solo una parte. La mia visione interna è fuggevole, frammentaria; se mi si chiede di



immaginare la testa di una mucca, so che ha orecchie e corna, ma non riesco a rivisualizzare le loro posizioni». L'emisfero destro, invece, è bravo a misurare forme intere; può facilmente giudicare se un rettangolo è più alto che largo o se un punto giace a più o meno di un centimetro da un oggetto<sup>45</sup>.

Un vantaggio della teoria dei geoni è che le richieste che essa pone allo schizzo a due dimensioni e mezzo non sono irragionevoli. Intagliare gli oggetti in componenti, etichettare queste ultime come geoni e constatarne la combinazione non sono problemi insormontabili; i ricercatori nel campo della visione hanno sviluppato dei modelli su come il cervello potrebbe

risolverli. Un altro vantaggio è che una descrizione dell'anatomia di un oggetto aiuta la mente a pensare a oggetti, non a sciorinarne soltanto i nomi. Le persone giungono a capire il funzionamento degli oggetti e il loro impiego analizzando le forme e combinazioni delle loro componenti<sup>46</sup>.

La teoria dei geoni sostiene che ai massimi livelli della percezione la mente «vede» oggetti e componenti come solidi geometrici idealizzati. Questo spiegherebbe un curioso fenomeno, noto da tempo, dell'estetica visiva umana. Chiunque abbia frequentato un corso di nudo di una scuola d'arte o una spiaggia per nudisti non avrà tardato a rendersi conto che i

corpi umani reali non sono all'altezza delle soavi immagini che ce ne facciamo. La maggior parte di noi sta meglio vestita. Nella sua storia della moda, lo storico dell'arte Quentin Bell ne offre una spiegazione che potrebbe essere uscita dritta dalla teoria dei geoni:

Se avvolgiamo un oggetto in qualche sorta di involucro, di modo che gli occhi lo desumano, piuttosto che vederlo, è probabile che la forma desunta o immaginata sia più perfetta di come apparirebbe se venisse scoperta. Una scatola quadrata rivestita di carta marrone sarà immaginata come un quadrato perfetto. A meno che alla mente non venga fornito qualche fortissimo indizio, è improbabile che visualizzi buchi,

ammaccature, lacerazioni o altre qualità accidentali. Allo stesso modo, se drappeggiamo una coscia, una gamba, un braccio o un seno, l'immaginazione li suppone di forma perfetta; non prevede e in genere non può prevedere le irregolarità e imperfezioni che l'esperienza dovrebbe farci aspettare...

L'esperienza ci insegna com'è, con ogni probabilità, un corpo, eppure siamo pronti a sospendere l'incredulità a favore delle finzioni del guardaroba. Anzi, ritengo che sulla strada dell'autoinganno siamo pronti ad andare ancora più in là. Quando ci infiliamo la nostra giacca migliore e vediamo come le nostre spalle, così poco suscettibili, ahimè, di far colpo, ne sono artificiosamente magnificate e idealizzate, saliamo, per un momento, nella stima di noi stessi<sup>47</sup>.

I geoni, però, non sono buoni per tutti gli usi. Molti oggetti naturali, come montagne e alberi, hanno forme complicate, da frattali, ma essi li trasformano in piramidi e lecca-lecca. Inoltre, benché i geoni possano combinarsi fino a formare un passabile volto umano, come quello di un pupazzo di neve o di Mr Potato, è quasi impossibile servirsene per costruire il modello di un volto specifico, quello di Giovanni o della nonna, abbastanza diverso dagli altri da non creare confusioni, ma abbastanza stabile da uno stato all'altro (sorridere, aggrottare le sopracciglia, ingrassare, invecchiare) da identificare sempre quella determinata persona. Molti psicologi ritengono che il

riconoscimento dei volti sia qualcosa di speciale. In una specie sociale come la nostra, i volti sono così importanti che la selezione naturale ci avrebbe dotati di un processore che registra i tipi di contorni e rapporti geometrici necessari a distinguerli l'uno dall'altro. I neonati, quando hanno solo mezz'ora di vita, si fissano sulla configurazione di un volto, ma non su altre combinazioni complesse e simmetriche, e presto, forse già il secondo giorno, imparano a riconoscere la mamma<sup>48</sup>.

È possibile, inoltre, che il riconoscimento dei volti usi parti specifiche del cervello. L'incapacità di riconoscere i volti è detta prosopoagnosia. Non è lo stesso

disturbo del celebre uomo che prese sua moglie per un cappello di Oliver Sacks: coloro che ne sono affetti sono in grado di distinguere un volto da un cappello; solo, non sanno dire a chi il volto appartenga. Ma molti di loro sanno riconoscere quasi ogni altra cosa. Per esempio, gli psicologi Nancy Etkoff e Kyle Cave e il neurologo Roy Freeman hanno sottoposto a dei test, nel mio laboratorio, il paziente «LH». Costui era un uomo intelligente e di vaste conoscenze che, vent'anni prima dei test, aveva subito in un incidente d'auto dei danni alla testa. Da allora non era più stato capace di riconoscere i volti. Non riconosceva sua moglie né i suoi figli (tranne che dalla voce, dall'odore o dal

portamento), né la propria faccia allo specchio, né celebrità in fotografia (a meno che non presentassero contrassegni visivi come Einstein, Hitler e i Beatles quando portavano i capelli lunghi). Non che avesse problemi a distinguere i particolari di un volto, anzi era in grado di far corrispondere volti visti di fronte con il loro profilo, anche sotto luci laterali a effetto, e valutare in base a essi età, sesso e bellezza. Ed era praticamente normale quando si trattava di riconoscere oggetti complicati che non fossero volti, comprese parole, vestiti, acconciature, vetture, utensili, verdure, strumenti musicali, sedie da ufficio, occhiali, motivi a puntini e forme tipo antenne della televisione.



Solo due tipi di forme gli creavano dei problemi. Era in imbarazzo di fronte ai biscotti a forma di animali, quelli destinati ai suoi figli, e non riusciva a dire a che animali corrispondessero, così come, in laboratorio, era sotto la media nel decifrare disegni di animali. E mostrava qualche difficoltà nel riconoscere espressioni facciali quali l'aggrottamento delle sopracciglia, il sogghigno e le espressioni di paura. Ma né gli animali né le espressioni facciali gli creavano tanti problemi quanti gliene creavano i volti, che disegnava del tutto neutri<sup>49</sup>.

E non è vero che i volti siano le cose più difficili che il nostro cervello è chiamato a riconoscere, tanto da

rendergli impossibile questa funzione quando non marcia a pieno regime. Gli psicologi Marlene Behrmann, Morris Moscovitch e Gordon Winocur hanno studiato un giovane colpito alla testa dallo specchietto retrovisore di un camion, che aveva dei problemi a riconoscere oggetti d'uso quotidiano, ma non a riconoscere volti, anche se mascherati da occhiali, parrucche o baffi. Questa sindrome è l'opposto della prosopoagnosia, e dimostra che il riconoscimento dei volti non è più difficile, ma soltanto diverso dal riconoscimento degli oggetti<sup>50</sup>.

Essere affetti da prosopoagnosia, insomma, significa avere un guasto al modulo di riconoscimento dei volti?

Alcuni psicologi, notando come LH e altri pazienti affetti dallo stesso disturbo mostrino problemi anche con qualche altra forma, direbbero piuttosto che hanno difficoltà a elaborare i tipi di caratteristiche geometriche più utili per riconoscere i volti, ma che servono anche a riconoscere certi altri tipi di forme. A mio parere, la distinzione fra il riconoscimento di volti e il riconoscimento di oggetti dotati delle caratteristiche geometriche dei volti è senza senso. Dal punto di vista del cervello, nulla è un volto finché non è stato riconosciuto come un volto. Di speciale, in un modulo di percezione, può esserci solo il tipo di caratteristiche geometriche cui esso presta attenzione,

come la distanza fra macchie simmetriche, o il modello di curvatura di superfici elastiche bidimensionali tirate su uno scheletro tridimensionale e riempite di imbottiture e connettori morbidi sottostanti. Se altri oggetti oltre ai volti (animali, espressioni facciali, persino automobili) mostrano alcune di queste caratteristiche geometriche, il modulo non avrà altra scelta che analizzarle, anche se esse sono utili soprattutto per i volti. Definire un modulo un «riconoscitore di volti» non significa dire che può trattare soltanto volti; significa dire che è ottimizzato per le caratteristiche geometriche che li contraddistinguono, perché l'organismo, nella sua storia evolutiva, ha

subito una selezione in direzione della capacità di riconoscerli.

La teoria dei geoni è affascinante, ma è vera? Certamente no nella sua forma più pura, secondo la quale ogni oggetto possiederebbe, delle sue caratteristiche geometriche tridimensionali, un'unica descrizione, del tutto immune dalle stravaganze del punto d'osservazione. La maggior parte degli oggetti sono opachi, con alcune superfici che ne oscurano altre, il che rende letteralmente impossibile darne la medesima descrizione da qualunque punto d'osservazione. Non si può, per esempio, sapere com'è il retro di una casa standovi di fronte. Marr ha aggirato

il problema ignorando del tutto le superfici e analizzando le forme degli animali come se fossero fatte di fil di ferro. La versione di Biederman ammette che il problema esiste e assegna all'oggetto numerosi modelli geonici nel catalogo di forme mentali, uno per ogni veduta richiesta per rivelare tutte le sue superfici.

Ma tale concessione apre la porta a un modo completamente diverso di riconoscere le forme. Perché non andiamo fino in fondo e non assegniamo a ogni forma un gran numero di files in memoria, uno per ogni punto d'osservazione? I files non avrebbero bisogno, in questo caso, di un elaborato quadro di riferimento centrato

sull'oggetto; finché vi fossero abbastanza files da coprire tutte le angolazioni visuali, essi potrebbero servirsi delle coordinate retiniche disponibili gratuitamente nello schizzo a due dimensioni e mezzo. Per molti anni questa idea è stata sommariamente liquidata. A suddividere il continuum delle angolazioni visuali in differenze di un grado, occorrerebbero quarantamila files perché ogni oggetto le coprisse tutte (e stiamo parlando solo di angolazioni visuali; mancherebbero ancora le posizioni visive rispetto alle quali l'oggetto non è esattamente centrato, o le diverse distanze visive). Non si può cavarsela specificando poche vedute, come la pianta e il

prospetto degli architetti, perché in linea di principio una qualunque veduta potrebbe essere cruciale. (Una semplice dimostrazione: s'immagini una forma consistente in una sfera cava con un giocattolo incollato all'interno e un piccolo foro praticato davanti a esso. L'intera forma sarebbe visibile solo guardando il giocattolo attraverso il foro)<sup>51</sup>. Ma di recente l'idea ha conosciuto un ritorno d'interesse. Scegliendo con cura le vedute, e usando una rete neurale del tipo associatore di pattern per fare interpolazioni fra di esse quando un oggetto non corrisponde perfettamente a una veduta, ce la si può cavare immagazzinando un numero ragionevole di vedute per oggetto,



quaranta al massimo<sup>52</sup>.

Sembra ancora improbabile, tuttavia, che per riconoscere un oggetto si debba prima vederlo da quaranta angolazioni diverse; ma c'è in serbo un altro trucco. Ricordiamo che, per costruire forme, noi facciamo affidamento sulla direzione alto-basso: i quadrati non sono rombi, l'Africa poggiata su un fianco è irriconoscibile. Questo introduce nella forma pura della teoria dei geoni un'altra impurità: rapporti come «sopra» e «alto» devono venire dalla retina (con qualche aggiustamento a opera della gravità), non dall'oggetto. È possibile che tale concessione sia inevitabile, perché spesso non c'è modo di determinare l'«alto» di un oggetto prima

di averlo riconosciuto. Ma il vero problema viene da quello che facciamo degli oggetti inclinati su un lato che non riconosciamo subito. Se dite a qualcuno che una forma è stata coricata su un fianco, la riconoscerà in fretta, come senza dubbio è successo a voi quando vi ho detto che l'Africa era stata disegnata così. Noi siamo in grado di ruotare mentalmente una forma mettendola in verticale e poi riconoscere l'immagine ruotata. Potendo disporre di un ruotatore di immagini mentale, il quadro di riferimento centrato sull'oggetto della teoria dei geoni diventa ancora meno necessario. Potremmo memorizzare qualche veduta a due dimensioni e mezzo presa da alcuni punti

d'osservazione standard, come le foto segnaletiche della polizia, e, se un oggetto che ci troviamo di fronte non corrisponde a nessuna di esse, ruotarlo mentalmente fino a farlo corrispondere. Qualche combinazione di molteplici vedute e un ruotatore mentale renderebbero superflui i modelli geonici nei quadri di riferimento centrati sull'oggetto<sup>53</sup>.

Visto che le opzioni per il riconoscimento delle forme sono così tante, come possiamo dire qual è quella adottata di fatto dalla mente? L'unico modo per saperlo è studiare esseri umani reali nell'atto di riconoscere forme in laboratorio. Una famosa serie

di esperimenti ha preso a oggetto la rotazione mentale. Gli psicologi Lynn Cooper e Roger Shepard hanno mostrato ad alcune persone lettere dell'alfabeto variamente orientate: diritte, a 45 gradi, sul fianco, a 135 gradi e capovolte. Poiché una sottoforma caratteristica come un anello o una coda può essere riconosciuta in qualunque orientamento e portare alla risposta, agli interpellati non è stato chiesto di nominare le lettere. Cooper e Shepard li hanno costretti ad analizzarne per intero la geometria mostrando loro o la lettera o la sua immagine speculare, e invitandoli a premere un pulsante se la lettera era normale e l'altro se era specularmente rovesciata.

Quando i due psicologi hanno misurato il tempo che occorreva alle persone per premere il pulsante, hanno osservato un chiaro segno di rotazione mentale. Più la lettera si allontanava dalla posizione normale, più tempo occorreva per riconoscerla. È proprio quello che ci si aspetterebbe se si dovesse ruotare manualmente l'immagine di una lettera fino a portarla in posizione verticale; più la lettera va ruotata, più tempo prende la rotazione. Forse, insomma, noi riconosciamo le forme ruotandole nella mente<sup>54</sup>.

Forse sì, e forse no. Nell'esperimento gli interpellati non si limitavano a riconoscere delle forme, ma le distinguevano dalle loro immagini

speculari. E le immagini speculari sono speciali. Il titolo di *Attraverso lo specchio* dato al seguito delle avventure di *Alice nel Paese delle Meraviglie* è azzeccato. Il rapporto di una forma con la sua immagine speculare dà adito a sorprese, persino a paradossi, in molti ambiti scientifici (fenomeni indagati in libri affascinanti da Martin Gardner e da Michael Corballis e Ivan Beale). Consideriamo la mano destra e la mano sinistra di un manichino. Per un verso sono identiche: tutte e due hanno cinque dita attaccate a un palmo e a un polso. Per un altro verso sono completamente diverse; una forma non è sovrapponibile all'altra. La differenza sta solo nel modo in cui le parti sono disposte rispetto a un

quadro di riferimento i cui tre assi sono tutti contrassegnati da direzioni: alto-basso, in avanti-indietro, destra-sinistra. Quando una mano destra ha le dita rivolte verso l'alto e il palmo in avanti (come nell'indicazione di «alt»), il suo pollice è orientato verso sinistra; quando una mano sinistra è nella stessa posizione, il suo pollice è orientato verso destra. È l'unica differenza, ma è una differenza che esiste nella realtà. Le molecole della vita hanno un lato preferito; le loro immagini speculari spesso non esistono in natura e non funzionerebbero nei corpi.

Una scoperta fondamentale della fisica del Ventesimo secolo è che anche l'universo ha un lato preferito. A prima

vista può suonare assurdo. Di qualunque oggetto ed evento nel cosmo, non c'è modo di sapere se si sta osservando l'evento reale o il suo riflesso in uno specchio. Potreste obiettare che le molecole organiche e oggetti prodotti dall'uomo come le lettere dell'alfabeto costituiscono un'eccezione. Le versioni standard sono ovunque e familiari; le immagini speculari rare e facilmente riconoscibili. Ma per un fisico esse non contano: che abbiano un lato preferito è un accidente storico, non qualcosa di escluso dalle leggi della fisica. Su un altro pianeta, o su questo se potessimo riportare indietro il nastro dell'evoluzione e farla ricominciare, potrebbero benissimo prendere l'altra



direzione. I fisici usavano pensare che questo fosse vero per qualunque cosa nell'universo. Wolfgang Pauli scrisse: «Non credo che il Signore sia un debole mancino». E Richard Feynman scommise cinquanta dollari contro uno (a cento non era disposto ad arrivare) che nessun esperimento avrebbe mai rivelato una legge di natura che apparisse diversa allo specchio. Perse. Si dice che il nucleo del cobalto 60 ruota, a guardare in giù verso il suo polo nord, in senso antiorario, ma è una descrizione circolare, perché «polo nord» è semplicemente il nome che noi diamo all'estremità dell'asse da cui una rotazione appare antioraria. Il circolo logico si spezzerebbe se qualcos'altro

differenziasse il cosiddetto polo nord dal cosiddetto polo sud. Ecco questo qualcos'altro: quando l'atomo si disintegra, è più probabile che gli elettroni schizzino via dall'estremità che chiamiamo sud. «Nord» contro «sud» e «senso orario» contro «senso antiorario» non sono più etichette arbitrarie, ma possono essere distinti in relazione alla fuga degli elettroni. La disintegrazione, e quindi l'universo, apparirebbe diversa allo specchio. Dio, dopotutto, non è ambidestro<sup>55</sup>.

Le versioni destrorsa e sinistrorsa delle cose, insomma – dalle particelle subatomiche alla materia prima della vita alla rotazione della Terra – sono fondamentalmente diverse. Ma la mente

le tratta in genere come se fossero uguali:

Pooh si guardò le due zampe. Sapeva che una era la destra, e sapeva che una volta deciso qual era la destra, l'altra era la sinistra, ma non si ricordava mai da dove cominciare.

Nessuno di noi è bravo a ricordare da dove cominciare. La scarpa destra e la scarpa sinistra sono così simili che, perché possano distinguerle, ai bambini si devono insegnare dei trucchi, per esempio metterle una accanto all'altra e osservare se in mezzo c'è un piccolo spazio vuoto. Da che parte è rivolto Abramo Lincoln sulle monete americane da un cent? C'è solo il cinquanta per cento di probabilità di dare la risposta

giusta, la stessa percentuale che si avrebbe a tirare la moneta. E il famoso dipinto di Whistler, *Arrangiamento in grigio e nero n. 1: la madre dell'artista?* Anche la lingua tende a mettere da parte destra e sinistra: parole come accanto e a fianco significano su un lato o sull'altro, senza specificare chi stia a sinistra, mentre non esistono parole che indichino sopra o sotto senza specificare chi sta sopra. La nostra tendenza a dimenticare l'orientamento destra-sinistra è in netto contrasto con la nostra ipersensibilità per quelli sopra-sotto e davanti-dietro. Si direbbe che la mente umana manchi di un'etichetta preesistente per la terza dimensione del suo quadro di riferimento centrato

sull'oggetto. Quando vede una mano può allineare l'asse polso-punta del dito indice con la direzione «basso-alto», e l'asse dorso-palma con la direzione «davanti-dietro», ma, quanto alla direzione dell'asse mignolo-pollice, ognuno faccia quel che vuole. La mente la chiama, diciamo, «verso il pollice», e le mani sinistra e destra divengono sinonimi mentali. La nostra irresolutezza riguardo alla sinistra e alla destra richiede una spiegazione: un esperto di geometria, infatti, direbbe che non sono diverse dall'alto e basso o dal davanti e dietro<sup>56</sup>.

La spiegazione è che confusioni riguardanti l'immagine speculare sono naturali per un animale bilateralmente

simmetrico. Una creatura dalla simmetria perfetta è logicamente incapace di distinguere la sinistra dalla destra (a meno che non sia in grado di reagire alla disintegrazione del cobalto 60!). La selezione naturale ha avuto pochi incentivi a costruire animali asimmetrici, affinché potessero rappresentarsi mentalmente le forme in modo diverso dal loro riflesso. Anzi, la questione va rovesciata: la selezione naturale ha avuto ogni incentivo a costruire animali simmetrici, affinché non si rappresentassero le forme in modo diverso dal loro riflesso. Nel mondo di dimensioni intermedie in cui gli animali trascorrono la loro vita (più grande di quello delle particelle

subatomiche e delle molecole organiche, più piccolo di un fronte meteorologico), sinistra e destra non fanno differenza. Gli oggetti, dal tarassaco alle montagne, hanno parti superiori che differiscono vistosamente da quelle inferiori, e la maggior parte delle cose che si muovono hanno un davanti che differisce vistosamente dal retro. Ma nessun oggetto naturale ha un lato sinistro diverso, se non per caso, dal destro, tanto da far sì che la sua versione speculare si comporti diversamente. Se un predatore arriva da destra, la prossima volta potrebbe arrivare da sinistra. Qualunque cosa s'impari al primo incontro va generalizzata alla versione speculare. Per metterla in altri

termini: prendete una diapositiva di una qualunque scena naturale. Se qualcuno l'ha capovolta ve ne accorgete subito, ma se è stata girata in modo che la parte sinistra è diventata la destra e viceversa, non lo notate, a meno che non contenga un oggetto fatto dall'uomo come un'automobile o delle lettere.

Il che ci riporta alle lettere e alla rotazione mentale. In alcune attività umane, per esempio guidare e scrivere, sinistra e destra fanno differenza, e noi impariamo a distinguerle. Come? Il cervello e il corpo umani sono lievemente asimmetrici. A causa dell'asimmetria del cervello, un lato è dominante, e noi ci accorgiamo della differenza. (I vecchi dizionari,



basandosi sul presupposto che le persone sono destrorse, usavano definire la «destra» come il lato del corpo dalla mano più forte. I dizionari più recenti, forse per rispetto di una minoranza oppressa, evocano un oggetto asimmetrico diverso, la Terra, e definiscono la «destra» come l'est quando siamo rivolti a nord). Il sistema che usiamo di solito per distinguere un oggetto dalla sua immagine speculare è quello di ruotarlo in modo che sia rivolto verso l'alto e in avanti e di guardare verso quale lato del nostro corpo, quello della mano dominante o quello della mano non dominante, è orientato. Il corpo è usato come il quadro di riferimento asimmetrico che

rende la distinzione fra una forma e la sua immagine speculare logicamente possibile. Ora, può darsi che i soggetti di Cooper e Shepard abbiano fatto lo stesso, ma ruotando la forma nella mente invece che nella realtà. Per decidere se stavano vedendo una R normale o al contrario, ne hanno mentalmente ruotata l'immagine fino a metterla in piedi, e poi hanno giudicato se l'anello immaginario era sulla loro destra o sulla loro sinistra.

Cooper e Shepard hanno dimostrato quindi che la mente può ruotare oggetti, e hanno dimostrato anche che un aspetto della forma intrinseca di un oggetto, la sua scelta per un lato o per l'altro, non è immagazzinato in un modello geonico a

tre dimensioni. Per quanto sia affascinante, tuttavia, la dominanza di un lato sull'altro è un aspetto così peculiare dell'universo che dagli esperimenti sulla rotazione mentale non possiamo concludere granché sul riconoscimento delle forme in generale. Per quanto ne sappiamo, la mente potrebbe sovrapporre agli oggetti un quadro di riferimento tridimensionale (per la corrispondenza con i geoni) che, senza includerla, giunga a specificare in quale direzione puntare la freccia lungo l'asse lato-lato. Come dicono gli stessi studiosi, occorrono altre ricerche.

Lo psicologo Michael Tarr e io abbiamo condotto altre ricerche.

Nell'intento di sottoporre a chiari test le tre ipotesi sul tappeto, abbiamo creato il nostro piccolo mondo di forme e dispoticamente controllato le reazioni delle persone di fronte a esse.



Le forme erano abbastanza simili da evitare che gli interpellati potessero trovare le risposte grazie a qualche elemento rivelatore. Nessuna, inoltre, era un'immagine speculare di un'altra, così non ci sarebbero state interferenze dovute alle peculiarità del mondo allo specchio. Ogni forma era dotata di un piccolo piede, di modo che non ci fossero problemi a trovarne l'alto e il

basso. A ogni interpellato abbiamo dato da imparare tre forme, dopo di che gli abbiamo chiesto di identificarle premendo uno o l'altro di tre pulsanti ogni volta che una di esse lampeggiava sullo schermo di un computer. Ogni forma appariva in alcuni orientamenti ripetutamente. La forma 3, per esempio, poteva apparire centinaia di volte con il vertice orientato come le lancette dell'orologio alle quattro e centinaia di volte alle sette. (Forme e orientamenti si avvicendavano a caso). Le persone avevano quindi la possibilità di imparare che aspetto assumesse la forma in alcune vedute. Infine, abbiamo sottoposto agli interpellati una raffica di nuove prove nelle quali ogni forma

appariva in ventiquattro orientamenti uniformemente spazati (di nuovo distribuiti a caso). Volevamo vedere come si sarebbero comportati con le vecchie forme nei nuovi orientamenti. Il tempo occorrente a premere il pulsante era calcolato al millesimo di secondo.

Stando alla teoria delle vedute molteplici, le persone sottoposte al test avrebbero dovuto creare un file di memoria separato per ogni orientamento abituale in cui avevano visto apparire un oggetto. Avrebbero dovuto, per esempio, creare un file che mostrasse l'aspetto della forma 3 con il lato destro in alto (come l'avevano imparata), un secondo file per il suo aspetto sulle quattro e un terzo per il suo aspetto sulle

sette. La forma 3 in questi orientamenti avrebbe dovuto essere riconosciuta molto in fretta. Quando però, in un secondo tempo, abbiamo sorpreso gli interpellati con le stesse forme in nuovi orientamenti, essi avrebbero dovuto metterci molto più tempo a riconoscerle: sarebbero infatti stati costretti a interpolare una nuova veduta fra quelle familiari per accoglierla. I nuovi orientamenti avrebbero dovuto richiedere tutti un supplemento di tempo.

Secondo la teoria della rotazione mentale, le persone avrebbero dovuto riconoscere velocemente la forma in piedi, e metterci tanto più tempo quanto più essa fosse apparsa inclinata. A richiedere il massimo del tempo doveva

essere la forma capovolta, che implica una rotazione di 180 gradi; mentre il riconoscimento della forma sulle quattro avrebbe dovuto essere più veloce, richiedendo una rotazione di soli 120 gradi, e così via.

Secondo la teoria dei geoni, l'orientamento non avrebbe dovuto rivestire la minima importanza. Le persone sottoposte al test avrebbero appreso gli oggetti descrivendo mentalmente le varie braccia e croci in un sistema di coordinate centrato sull'oggetto. Dopo di che, al lampeggiare sullo schermo di una forma, che essa apparisse su un fianco, obliqua o capovolta non doveva fare differenza. La sovrapposizione di un quadro di



riferimento avrebbe dovuto essere un'operazione veloce e infallibile, e la descrizione della forma relativamente a quel quadro avrebbe dovuto corrispondere ogni volta al modello in memoria.

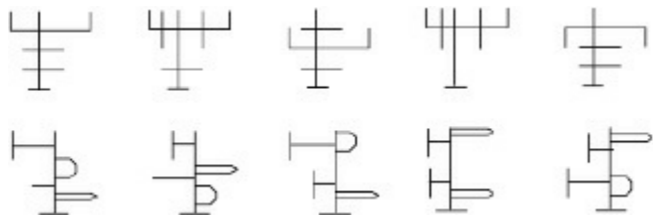
Passatemi la busta, per favore. Il vincitore è...

Sono tutti. Le persone sottoposte al test avevano indubbiamente memorizzato diverse vedute: quando una forma appariva in uno dei suoi orientamenti abituali, la identificavano con estrema velocità.

Inoltre, indubbiamente ruotavano le forme nella mente. Quando una forma appariva in un orientamento nuovo, non familiare, più doveva essere ruotata per

sovrapporla alla veduta familiare più vicina, più tempo ci mettevano.

Infine, almeno per alcune forme, usavano un quadro di riferimento centrato sull'oggetto, come nella teoria dei geoni. Tarr e io abbiamo condotto una variante dell'esperimento in cui le forme avevano caratteri geometrici più semplici:



Le forme erano simmetriche o quasi simmetriche, o mostravano sui lati gli stessi tipi di segni, così le persone non

avrebbero mai dovuto descrivere le disposizioni alto-basso e lato-lato delle parti nello stesso quadro di riferimento. Con queste forme, la velocità di identificazione degli interpellati è risultata uniforme per tutti gli orientamenti: una forma capovolta non richiedeva più tempo di quando si presentava con il lato destro in alto.

Le persone, insomma, fanno uso di tutti i trucchi. Se i lati di una forma non sono troppo diversi, essa viene memorizzata come un modello geonico a tre dimensioni centrato sugli assi dell'oggetto. Se la forma è più complessa, viene memorizzata una copia dell'aspetto che assume in ogni orientamento in cui è vista. Quando la

forma appare in un orientamento non familiare, viene ruotata mentalmente fino a farle assumere quello familiare più vicino. Forse non dovremmo sorprendercene. Il riconoscimento delle forme è un problema così arduo che un singolo algoritmo buono per tutti gli usi può non funzionare per qualunque forma in qualunque condizione visiva.

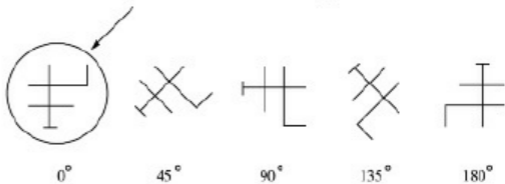
Ma lasciatemi finire la storia raccontandovi il mio momento più felice nei panni di sperimentatore. Forse sulla rotazione mentale siete un po' scettici. Tutto ciò che sappiamo è che le forme inclinate vengono riconosciute più lentamente. Io ho scritto, con una certa disinvoltura, che le persone ruotano un'immagine, ma forse le forme inclinate

sono solo più difficili da analizzare per altre ragioni. C'è qualche prova che le persone simulino davvero una rotazione fisica in tempo reale, grado dopo grado? Il loro comportamento mostra qualche segno caratteristico della geometria della rotazione che possa convincerci che fanno girare un film nella mente?

Tarr e io eravamo rimasti perplessi di fronte a una delle nostre scoperte. In un altro esperimento avevamo messo alla prova i nostri soggetti sia sulle forme che avevano studiato sia sulle loro immagini speculari, in una varietà di orientamenti:

## Forme studiate dai soggetti

Standard:



Speculari:



Non si trattava di un test sulle immagini speculari, come negli esperimenti di Cooper e Shepard; agli interpellati veniva chiesto di trattare le due versioni allo stesso modo, proprio come si usa la stessa parola per un guanto destro e uno sinistro. Il che, ovviamente, non è altro che la tendenza naturale delle persone. Ma in qualche modo i nostri soggetti le trattavano in modo diverso. Per le versioni standard

(fila in alto), ci mettevano più tempo quando la forma era più inclinata: ognuna delle immagini della fila in alto prendeva un po' più tempo della precedente. Mentre per le versioni speculari (fila in basso), l'inclinazione non faceva differenza: ogni orientamento prendeva lo stesso tempo. Si sarebbe detto che le persone ruotassero mentalmente le forme standard, ma non le loro immagini speculari. Così Tarr e io ci siamo malinconicamente messi a scrivere un saggio implorando il lettore di credere che le persone usano una diversa strategia per riconoscere le immagini speculari. (In psicologia invocare «strategie» per spiegare dati inattesi è l'ultima spiaggia di chi si

trova a corto di indizi). Ma, proprio mentre stavamo correggendo le bozze finali, ci è venuta un'idea.

Ci siamo ricordati di un teorema di geometria del movimento: una forma bidimensionale può sempre essere sovrapposta alla sua immagine speculare tramite una rotazione di non oltre 180 gradi, quando la rotazione può avvenire nella terza dimensione attorno a un asse ottimale. In linea di principio, ognuna delle nostre forme specularmente rovesciate poteva essere ruotata in profondità fino a farla corrispondere alla forma standard verticale, e la rotazione avrebbe preso sempre lo stesso tempo. L'immagine speculare a 0 gradi non doveva far altro che ruotare



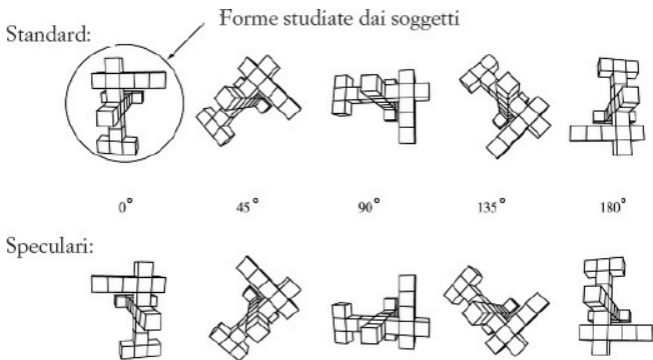
attorno a un asse verticale, come una porta girevole. La forma capovolta a 180 gradi doveva ruotare come un pollo sullo spiedo. La forma coricata su un fianco poteva ruotare attorno a un asse diagonale in questo modo: guardatevi il dorso della mano destra, dita in alto; ora guardatevi il palmo, dita a sinistra. Differenti assi inclinati potevano fungere da cardini per altri orientamenti; in tutti i casi, la rotazione sarebbe stata sempre di 180 gradi esatti. Il che era in perfetto accordo con i dati: era possibile che le persone sottoposte al test avessero mentalmente ruotato tutte le forme, ma facendolo da maestri, ruotando le forme standard sul piano e quelle specularmente rovesciate in profondità

attorno agli assi ottimali.

Stentavamo a crederci. Possibile che i nostri soggetti avessero trovato gli assi ottimali ancor prima di sapere di che forma si trattasse? Sapevamo che era matematicamente possibile: per calcolare l'asse di rotazione che porti a sovrapporre due vedute di una forma basta identificare in ognuna di esse tre segni di riferimento non situati sulla stessa retta. Ma le persone sono davvero in grado di compiere un calcolo del genere? A convincercene è stata un po' di animazione al computer. Roger Shepard ha dimostrato una volta che, a vedere una forma alternarsi con una sua copia inclinata, le persone la vedono oscillare in avanti e indietro. Così,

abbiamo sottoposto noi stessi alla visione della forma standard verticale alternata, una volta al secondo, con quella di una delle sue immagini speculari. La percezione della rotazione era così evidente che non ci siamo dati la pena di ingaggiare dei volontari per ottenerne conferma. Quando la forma si alternava con il suo riflesso verticale, sembrava ruotare come il cestello di una lavatrice. Quando si alternava con il suo riflesso capovolto, ruotava all'indietro. Quando si alternava con il suo riflesso poggiato su un fianco, ruotava all'indietro e in avanti attorno a un asse diagonale, e così via. Il cervello trova l'asse ogni volta. I soggetti del nostro esperimento erano più intelligenti di noi.

La prova decisiva è venuta dalla tesi di Tarr. Egli ha replicato il nostro esperimento usando forme tridimensionali e le loro immagini speculari, ruotate sul piano (vedi sotto) e in profondità:



Tutto è andato come con le forme bidimensionali, tranne che per il trattamento delle immagini speculari.

Proprio come una forma bidimensionale di orientamento anomalo può venire fatta corrispondere con quella di orientamento standard tramite una rotazione sul piano bidimensionale, e la sua immagine speculare può essere portata all'orientamento standard tramite una rotazione di 180 gradi nella terza dimensione, così una forma di orientamento anomalo tridimensionale (fila in alto) può essere portata all'orientamento standard nello spazio tridimensionale, e la sua immagine speculare (fila in basso) può essere fatta corrispondere con quella standard tramite una rotazione di 180 gradi nella quarta dimensione. (*In The Plattner Story*, di H.G. Wells, un'esplosione

scaglia il protagonista nello spazio a quattro dimensioni. Al suo ritorno ha il cuore sulla destra e scrive all'indietro con la mano sinistra). L'unica differenza è che dei meri mortali non dovrebbero essere capaci di ruotare mentalmente una forma nella quarta dimensione, essendo il nostro spazio mentale tridimensionale. Quindi, a differenza di quello che era risultato con le forme bidimensionali, dove le immagini speculari non mostravano alcun effetto dell'inclinazione, qui quest'effetto avrebbero dovuto mostrarlo tutte le versioni. E proprio questo è accaduto. Decisiva si è rivelata la sottile differenza fra oggetti bi e tridimensionali: il cervello ruota le

forme attorno a un asse ottimale in tre dimensioni, ma non più di tre. La rotazione mentale è indubbiamente uno dei trucchi sottesi alla nostra capacità di riconoscere gli oggetti.

La rotazione mentale è un altro talento dei tanti di cui il nostro sistema visivo è dotato, ma un talento con una caratteristica speciale. Non si limita ad analizzare i contorni provenienti dal mondo: ne crea qualcuno tutto suo nella forma di un'immagine fantasma in movimento. Il che ci porta a un'ultima questione di psicologia della visione<sup>57</sup>.

*Immagina un po'!*

Che forma hanno le orecchie di un

bracchetto? Quante finestre vi sono nel vostro soggiorno? Che cos'è più scuro, un albero di Natale o un pisello surgelato? Che cos'è più grande, un porcellino d'India o un gerbillo? Un'aragosta ha la bocca? Quando si è in piedi, l'ombelico è sopra il polso? Se mettete la lettera D sulla schiena e in cima a una J, che cosa vi ricorda?

La maggior parte delle persone afferma di rispondere a domande del genere facendo appello a un'«immagine mentale». Visualizza la forma, qualcosa di simile, si direbbe, a evocare un dipinto mettendolo a disposizione dell'occhio della mente. Un'esperienza diversa da quella di rispondere a domande astratte tipo: «Qual è il nome



da ragazza di tua madre?» o «Che cosa conta di più, le libertà civili o un minore tasso di criminalità?»<sup>58</sup>.

Le immagini mentali sono il motore che fa muovere i nostri pensieri sugli oggetti collocati nello spazio. Per riempire il bagagliaio di una macchina o cambiare la disposizione dei mobili, prima di metterci all'opera immaginiamo le diverse distribuzioni spaziali. L'antropologo Napoleon Chagnon racconta un episodio da cui si deduce l'uso ingegnoso che delle immagini mentali fanno gli indios Yanomamö della foresta amazzonica. Per asfissiare un armadillo, avevano soffiato del fumo nella sua tana, e dovevano capire dove scavare per

tirarlo fuori dal cunicolo, che poteva correre sottoterra per decine e decine di metri. A uno degli indios venne l'idea di infilare nell'imboccatura della tana una lunga liana con un nodo in fondo, spingendola fin dove arrivava. Gli altri premettero le orecchie contro il suolo per sentire il nodo sbattere contro le pareti del cunicolo e farsi un'idea della direzione che esso prendeva. Alla fine il primo indio spezzò la liana, la tirò fuori, la distese sul terreno in quella direzione e iniziò a scavare dove essa finiva. Poco dopo trovò l'armadillo. Senza la capacità di visualizzare il cunicolo, e la liana e l'armadillo dentro di esso, gli Yanomamö non avrebbero messo insieme una serie di operazioni come

infilare, ascoltare, spezzare, estrarre, misurare e scavare aspettandosi di trovare un animale<sup>59</sup>. In una barzelletta che amavamo raccontare da bambini, due falegnami stanno piantando dei chiodi sul fianco di una casa, e uno chiede all'altro perché esamini tutti i chiodi che tira fuori dalla scatola e ne getti via la metà. «Sono difettosi» risponde il falegname tenendone uno al contrario. «Hanno la punta dalla parte sbagliata». «Stupido!» ribatte il primo. «Quelli sono per l'altro fianco della casa!».

Ma non si ricorre a immagini solo per cambiare di posto ai mobili o disseppellire armadilli. «È ben difficile girovagare per la psicologia senza

imbattersi nell'immagine» ha scritto l'illustre psicologo D.O. Hebb. Date a una persona un elenco di nomi da mandare a memoria, e li vedrà interagire in bizzarre immagini. Ponetegli domande concrete come «una pulce ha la bocca?», e visualizzerà la pulce e «cercherà» la bocca. Dategli, naturalmente, una forma complessa in un orientamento che non gli è familiare, e ne ruoterà l'immagine finché non ne assumerà uno familiare.

Molte persone creative, di fronte a un problema, sostengono di «vederne» la soluzione in un'immagine. Faraday e Maxwell visualizzarono i campi elettromagnetici come minuscoli tubi pieni di fluido. Kekulé vide l'anello benzenico in un sogno in cui dei serpenti

si mordevano la coda. Watson e Crick ruotarono mentalmente dei modelli di quella che sarebbe diventata la doppia elica del DNA. Einstein immaginò come sarebbe stato cavalcare un raggio di luce o far cadere una moneta in un ascensore che precipita a piombo. E scrisse: «La mia particolare abilità non sta nel calcolo matematico, ma piuttosto nel visualizzare effetti, possibilità e conseguenze». Pittori e scultori, quando hanno un'idea, ne elaborano modelli mentali, e anche i romanzieri visualizzano scene e trame con l'occhio della mente prima di metterle su carta<sup>60</sup>.

Le immagini guidano le emozioni oltre che l'intelletto. Scrisse Hemingway: «La vigliaccheria, che è

diversa dal panico, si riduce quasi sempre all'incapacità di sospendere l'attività dell'immaginazione». Ambizione, ansia, desiderio sessuale e gelosia possono essere innescati da immagini di qualcosa che non c'è. In un esperimento, a dei volontari collegati a elettrodi è stato chiesto di immaginare i loro partner nell'atto di tradirli. Ecco il rapporto degli sperimentatori: «Nei soggetti, la conduttanza della pelle è aumentata di 1,5 microsiemens, il muscolo corrugatore dei sopraccigli ha mostrato unità di contrazione di 7,75 microvolt, il battito cardiaco si è accelerato di cinque pulsazioni al minuto, come se avessero bevuto tre caffè uno dopo l'altro»<sup>61</sup>.

L'immaginazione, è chiaro, fa non solo vedere, ma anche rivivere molte esperienze alla volta, ma sono le immagini visive che rendono una simulazione mentale particolarmente vivida.

C'è un'industria delle immagini mentali. Corsi su *Come migliorare la vostra memoria* insegnano vecchissimi trucchi quali immaginare gli oggetti presenti nella varie stanze di casa e camminare mentalmente dall'uno all'altro, o trovare un'allusione visiva nel nome di una persona e collegarla al suo volto (chiamandomi Pinker, io dovrei essere immaginato in una veste da camera color ciliegia). Le fobie vengono spesso trattate ricorrendo a una

sorta di condizionamento mentale pavloviano in cui la campanella è sostituita da un'immagine. Il paziente si rilassa a fondo e poi immagina il serpente o il ragno, finché l'immagine e, per estensione, la cosa reale, si associa con il rilassamento. «Psicologi sportivi», profumatamente pagati, chiedono agli atleti di rilassarsi su una comoda poltrona e di visualizzare il colpo perfetto. Molte di queste tecniche funzionano, anche se alcune non stanno né in cielo né in terra. Sono scettico sulle terapie anticancro in cui si chiede ai pazienti di visualizzare i loro anticorpi che si mangiano il tumore, tanto più quando a compiere la visualizzazione è il gruppo di sostegno



del paziente. (Una donna mi chiese una volta se, a mio parere, avrebbe funzionato su Internet).

Ma che cos'è un'immagine mentale? Molti filosofi di tendenze behavioristiche pensano che l'idea stessa di immagine mentale sia frutto di un grossolano errore. Si suppone si tratti di immagini nella testa, ma allora ci vorrebbe un omino e via dicendo. La teoria computazionale della mente, tuttavia, rende l'idea del tutto ragionevole. Sappiamo già che il sistema visivo usa uno schizzo a due dimensioni e mezzo che è per molti versi simile a un'immagine pittorica. È un mosaico di elementi che stanno per punti nel campo visivo. Gli elementi sono

distribuiti sulle due dimensioni, cosicché elementi confinanti nell'immagine stanno per elementi confinanti nel campo visivo. Le forme sono rappresentate inscrivendo alcuni degli elementi in una configurazione corrispondente ai contorni proiettati dalla forma. Dei meccanismi di analisi delle forme (non degli omini) elaborano l'informazione dello schizzo imponendo quadri di riferimento, trovando geoni e così via. Un'immagine mentale è semplicemente una configurazione dello schizzo a due dimensioni e mezzo proveniente dalla memoria a lungo termine invece che dagli occhi. Diversi programmi di intelligenza artificiale intesi a ragionare sullo spazio sono

progettati proprio così.

Una raffigurazione quale lo schizzo a due dimensioni e mezzo è in netto contrasto con la descrizione offerta da rappresentazioni di tipo linguistico come un modello geonico, una rete semantica, una frase in inglese o una proposizione in mentalese. Nella frase «un triangolo simmetrico giace sopra un cerchio», le parole non stanno per punti nel campo visivo, e non sono combinate in modo che parole vicine rappresentino punti vicini. Termini quali *simmetrico* e *sopra* non possono essere connessi a nessun frammento del campo visivo; denotano complessi rapporti tra i frammenti che lo compongono<sup>62</sup>.

Si possono addirittura avanzare

fondate ipotesi sull'anatomia delle immagini mentali. L'incarnazione di uno schizzo a due dimensioni e mezzo in neuroni è detta mappa corticale topograficamente organizzata: una zona della corteccia nella quale ogni neurone reagisce ai contorni presenti in una sola parte del campo visivo, e nella quale neuroni confinanti reagiscono a parti confinanti. Di queste mappe il cervello dei primati ne ha almeno quindici, e si tratta in senso stretto di immagini pittoriche nella testa. I neuroscienziati possono iniettare in una scimmia, mentre fissa il centro di un bersaglio, un isotopo radioattivo del glucosio. Il glucosio è assunto dai neuroni attivi e, a questo punto, è possibile letteralmente

sviluppare il cervello della scimmia come se fosse una pellicola. Dalla camera oscura esso esce con il centro del bersaglio distorto giacente sulla corteccia visiva. È ovvio che nulla «guarda» la corteccia dall'alto; a contare è solo la connettività, e il pattern di attività è interpretato da reti di neuroni innestati in ogni mappa corticale. Presumibilmente uno spazio nel mondo è rappresentato da uno spazio sulla corteccia perché i neuroni sono connessi ai loro vicini, e che pezzi vicini del mondo siano analizzati insieme è funzionale. I bordi, per esempio, non sono sparsi per il campo visivo come del riso, ma serpeggiano lungo una linea, e la maggior parte delle

superfici non sono arcipelaghi, bensì masse coese. In una mappa corticale, linee e superfici possono essere trattate da neuroni estremamente interconnessi<sup>63</sup>.

Il cervello è pronto anche per la seconda richiesta computazionale posta da un sistema di immagini mentali: che l'informazione scenda dalla memoria invece che salire dagli occhi. Le strade percorse dalle fibre verso le aree visive del cervello sono a due sensi. Portano a valle dai livelli superiori, concettuali, tanta informazione quanta ne portano a monte dai livelli inferiori, sensoriali. Nessuno sa a che servano queste connessioni alto-basso, ma la loro funzione potrebbe essere quella di scaricare immagini della memoria nelle

mappe visive.

Le immagini mentali potrebbero essere, insomma, specie di disegni nella testa. Lo sono? Per scoprirlo ci sono due modi. Uno consiste nel verificare se pensare per immagini coinvolge le parti visive del cervello, l'altro se è più come fare della computer grafica o lavorare al computer con un database di proposizioni.

Nel primo atto del *Riccardo II*, Bolingbroke, esiliato, si strugge al pensiero di dover abbandonare la natia Inghilterra. E il consiglio di un amico, di immaginare, quando sarà lontano, di trovarsi in luoghi idillici, non lo consola.

Oh, chi può tenere nelle mani un fuoco  
soltanto perché pensa ai ghiacci del  
Caucaso?

O saziare l'acuto morso della fame  
con la vuota finzione di un pranzo?

O rotolarsi nudo nella neve di  
dicembre

fantasticando di un sole d'estate?<sup>64</sup>

Un'immagine mentale, non c'è dubbio, è qualcosa di diverso da un'esperienza. William James ha detto che le immagini «non hanno odore né sapore». Ma nel 1910, in una tesi di dottorato, la psicologa Cheves W. Perky cercò di dimostrare che esse sono come esperienze molto deboli. Chiese ai suoi soggetti di formarsi l'immagine mentale



di una banana e di proiettarla su una parete nuda. La parete era in realtà uno schermo di proiezione per trasparenza, e la psicologa vi fece comparire furtivamente una vera ma fioca diapositiva. Chiunque fosse entrato nella stanza in quel momento l'avrebbe vista, ma nessuno dei soggetti la notò. Perky sostenne che i soggetti avevano incorporato la diapositiva nella loro immagine mentale, e in effetti avevano riferito di quest'ultima dettagli che potevano provenire solo dalla diapositiva, come il fatto che la banana era verticale. Misurato sugli standard moderni, l'esperimento non era un granché, ma metodi più recenti hanno confermato la sostanza della scoperta,

chiamata ora effetto Perky: concepire un'immagine mentale interferisce con il vedere deboli e sottili dettagli visivi<sup>65</sup>.

Le immagini possono influire sulla percezione anche in modo grossolano. Quando si risponde a memoria a domande riguardanti forme, come contare gli angoli retti di un carattere a stampatello, la coordinazione visivo-motoria ne soffre. (Da quando ho saputo di questi esperimenti, cerco di non farmi prendere troppo da una partita di hockey alla radio mentre guido)<sup>66</sup>. Immagini mentali di linee possono influire sulla percezione esattamente come lo fanno linee reali: rendono più facile valutare gli allineamenti e possono persino generare illusioni visive<sup>67</sup>. Quando si

vedono delle forme e se ne immaginano altre, a volte si fa fatica, in seguito, a ricordare quali si è viste e quali no<sup>68</sup>.

Immagini e visione, insomma, condividono lo spazio nel cervello? I neuropsicologi Edoardo Bisiach e Claudio Luzzatti hanno studiato due pazienti milanesi che, a causa di danni ai lobi parietali di destra, soffrivano di una sindrome che li portava a omettere una parte del campo visivo. I loro occhi lo registravano per intero, ma essi prestavano attenzione solo alla metà destra: ignoravano il coltello a sinistra del piatto, se disegnavano un volto lo disegnavano senza occhio sinistro e narice sinistra, e, alla richiesta di descrivere una stanza, ne omettevano

elementi di rilievo, come un pianoforte, collocati alla loro sinistra. Bisiach e Luzzatti hanno chiesto ai due pazienti di immaginare di trovarsi in Piazza del Duomo, a Milano, rivolti verso la cattedrale, e nominare gli edifici circostanti. Essi hanno nominato soltanto gli edifici che sarebbero stati visibili sulla destra, omettendo la metà sinistra dello spazio immaginario. Poi ai pazienti è stato chiesto di attraversare mentalmente la piazza, posizionarsi sul sagrato di fronte alla piazza e descrivere che cosa vi fosse in essa. Hanno menzionato i palazzi che nella prova precedente avevano ommesso, e hanno ommesso quelli che avevano menzionato. Ogni immagine mentale raffigurava la

scena da un unico punto d'osservazione, e l'attenzione unilaterale dei pazienti esaminava l'immagine esattamente come se esaminasse input visivi reali<sup>69</sup>.

Queste scoperte implicano che sede delle immagini mentali è il cervello visivo, e di recente l'ipotesi ha trovato una conferma positiva. Lo psicologo Stephen Kosslyn e i suoi colleghi hanno usato la tomografia a emissione di positroni (TEP) per vedere quali parti del cervello sono più attive quando si concepiscono immagini mentali. I soggetti erano distesi con la testa in un anello di rilevatori, a occhi chiusi, e rispondevano a domande che avevano per oggetto lettere dell'alfabeto maiuscole, per esempio se la B avesse

qualche linea curva. Il lobo occipitale o corteccia visiva, la prima materia grigia che elabora input visivi, si attivava. La corteccia visiva è topograficamente mappata: forma un disegno, se vogliamo. In alcune sedute i soggetti visualizzavano lettere maiuscole, in altre minuscole. Il pensare a maiuscole attivava le parti della corteccia rappresentanti la periferia del campo visivo; il pensare a minuscole le parti rappresentanti la fovea. Sembra che effettivamente le immagini abbraccino tutta la superficie corticale<sup>70</sup>.

È possibile che l'attivazione sia solo un riversarsi di attività da altre parti del cervello, dove ha luogo la vera e propria computazione? La psicologa

Martha Farah ha dimostrato che non è così. Ha sottoposto a test la capacità di una donna di formare immagini mentali prima e dopo un intervento chirurgico in cui le è stata asportata la corteccia visiva in un emisfero. Dopo l'intervento le sue immagini mentali si erano ridotte a metà della loro normale ampiezza. Le immagini mentali vivono nella corteccia visiva; anzi, parti di immagini occupano parti di corteccia, esattamente come parti di scene occupano parti di dipinti<sup>71</sup>.

Tuttavia, un'immagine non è un replay istantaneo. Non ha odore e non ha sapore, ma non perché sia stata lavata o annacquata: immaginare il rosso non è come vedere il rosa. Inoltre,

curiosamente, dagli studi che hanno fatto ricorso alla TEP è risultato che a volte un'immagine mentale attiva la corteccia visiva più di una reale, non meno. Le immagini visive, benché condividano aree cerebrali con la percezione, sono in qualche modo diverse, e forse non dovremmo sorprendercene. Donald Symons osserva che riattivare un'esperienza visiva può offrire sì dei benefici, ma comporta anche dei costi: il rischio di confondere l'immaginazione con la realtà. Poco dopo esserci svegliati da un sogno, tendiamo a dimenticarne la trama, presumibilmente per evitare di contaminare la memoria autobiografica con bizzarre confabulazioni. In modo analogo, alle

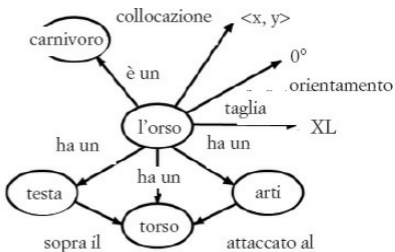


nostre immagini mentali volontarie, a occhi aperti, si cerca forse di impedire che divengano allucinazioni o falsi ricordi<sup>72</sup>.

Sapere dove le immagini mentali si trovino non dice che cosa sono o come funzionano. Sono davvero configurazioni di pixel in uno schizzo a due dimensioni e mezzo (o configurazioni di neuroni attivi in una mappa corticale)? Se sì, come ce ne serviamo per pensare, e per quale motivo formare immagini mentali è qualcosa di diverso da ogni altra forma di pensiero?

Paragoniamo uno schizzo con il suo rivale in quanto modello di immagine mentale, cioè una serie di proposizioni

simboliche in mentalese (analoga a modelli geonici e a reti semantiche). Lo schizzo è sulla sinistra, il modello proposizionale sulla destra. Il diagramma comprime numerose proposizioni, come «un orso ha una testa» e «l'orso ha la taglia XL» in una singola rete:



Lo schizzo è di una semplicità assoluta. Ogni pixel rappresenta un piccolo frammento di superficie o di

confine, tutto qui; qualunque cosa di più globale o astratto è soltanto implicita nella configurazione dei pixel. La rappresentazione proposizionale è ben diversa. Prima di tutto è schematica, piena di rapporti qualitativi come «attaccato al»; la geometria non è rappresentata in ogni dettaglio. Secondo, le proprietà spaziali sono disaggregate ed elencate con precisione. Forma (combinazione delle parti o geoni di un oggetto), dimensione, collocazione e orientamento hanno i loro propri simboli, e ognuno può essere riconosciuto indipendentemente dagli altri. Terzo, le proposizioni mescolano informazioni spaziali, come parti e loro posizioni, con informazioni concettuali,

come la qualità di orso e l'appartenenza all'ordine dei carnivori.

Delle due strutture di dati, è lo schizzo che meglio coglie il sapore delle immagini mentali. In primo luogo, queste ultime sono eminentemente concrete. Prendiamo questa richiesta: visualizzare un limone e una banana fianco a fianco, ma senza immaginare il limone a destra o a sinistra, solo a fianco. È impossibile, protesterete; se limone e banana sono fianco a fianco in un'immagine, uno dei due deve essere a sinistra. Il contrasto fra una proposizione e uno schizzo è netto. Le proposizioni possono rappresentare gatti senza ghigni, ghigni senza gatti, o qualunque altra astrazione immateriale:

quadrati di nessuna particolare dimensione, simmetrie senza nessuna particolare forma, giunzioni senza particolari punti di giunzione e così via. La bellezza di una proposizione sta qui: essa è un'affermazione austera di qualcosa di astratto, non ingombra di dettagli non pertinenti. Gli schizzi, consistendo soltanto di zone piene e vuote, sono legati a una concreta combinazione di materia nello spazio. E così le immagini mentali: formare un'immagine di «simmetria» senza immaginare qualcosa di simmetrico non è possibile.

La concretezza delle immagini mentali fa sì che esse possano essere cooptate come pratico computer analogico. Amy

è più ricca di Abigail; Alicia non è ricca come Abigail; chi è la più ricca? Molti risolvono sillogismi del genere mettendo in fila i personaggi in un'immagine mentale dal meno ricco al più ricco. Perché dovrebbe funzionare? Il medium sotteso alle immagini dispone di celle riservate ognuna a una collocazione, fissate in una combinazione bidimensionale. Il che mette a disposizione gratis molte verità della geometria. La distribuzione destra-sinistra nello spazio, per esempio, è transitiva: se A è a sinistra di B e B a sinistra di C, A è a sinistra di C. Ogni meccanismo di riconoscimento che trovi le posizioni delle forme nello schizzo rispetterà automaticamente la

transitività; l'architettura del medium non gli lascia altra scelta<sup>73</sup>.

Supponiamo che i centri del cervello preposti al ragionamento possano mettere le mani sui meccanismi che depositano le forme nello schizzo e ne leggono le collocazioni fuori di esso. Questi demoni del ragionamento potrebbero sfruttare la geometria dello schizzo come surrogato per tenere a mente certi vincoli logici. La ricchezza, in quanto collocazione su una linea, è transitiva: se A è più ricco di B e B è più ricco di C, A è più ricco di C. Usando la collocazione in un'immagine per simboleggiare la ricchezza, il pensatore mette a profitto la transitività della collocazione nello schizzo, e non

deve ricorrere a una catena di passaggi deduttivi. Il problema si risolve nel mettere giù le forme e tirarle su. È un bell'esempio di come la forma di una rappresentazione mentale determini che cosa sia facile o difficile pensare<sup>74</sup>.

Le immagini mentali assomigliano a uno schizzo anche nell'amalgamare dimensione, forma, collocazione e orientamento in un'unica configurazione di contorni, invece che disaggregarli in asserzioni separate. Ne è un buon esempio la rotazione mentale. Nel valutare la forma di un oggetto non si può ignorarne l'orientamento, il che non creerebbe alcun problema se l'orientamento fosse isolato in una sua specifica asserzione. Invece, è



necessario apportare all'orientamento graduali modifiche e osservare la forma che cambia. L'orientamento non viene ricomputato in un passaggio solo, come una moltiplicazione matriciale in un computer digitale; più la rotazione è ampia, più tempo richiede. Dev'esserci, sovrapposta allo schizzo, una rete preposta alla rotazione che sposta i contenuti delle celle di qualche grado attorno al centro dello schizzo stesso. Rotazioni più ampie richiedono repliche dell'operazione di rotazione, come in una catena umana. Esperimenti su come le persone risolvono i problemi spaziali hanno rivelato un ricco portautensili mentale di operazioni grafiche quali zumate, riduzioni, panoramiche,

scansioni, ricalchi, coloriture. Il pensare visivamente, come giudicare se due oggetti giacciono sulla stessa linea o se due macchie di dimensioni diverse hanno la stessa forma, collega queste operazioni in sequenze di animazione mentale<sup>75</sup>.

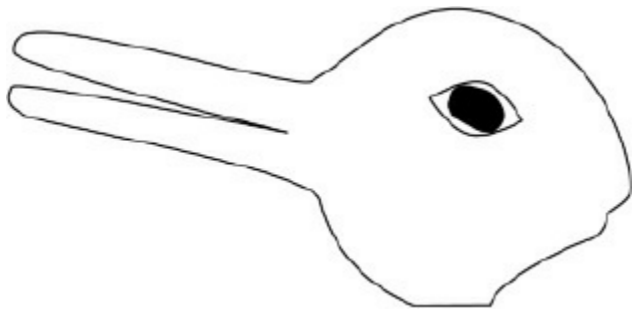
Infine, le immagini colgono la geometria di un oggetto, non solo il suo significato. Un modo infallibile per far sì che qualcuno concepisca immagini mentali è chiedergli oscuri dettagli sulla forma o il colore di un oggetto: le orecchie di un bracchetto, le curve di una B, il colore dei piselli surgelati, Quando un elemento è degno di nota, per esempio il fatto che i gatti hanno unghie retrattili e le api pungiglioni, lo

archiviamo come affermazione esplicita nel nostro database concettuale, disponibile per successive ricerche istantanee. Ma quando non lo è, rievochiamo un ricordo dell'aspetto dell'oggetto e mettiamo al lavoro sull'immagine i nostri analizzatori di forme. La ricerca di proprietà geometriche passate in precedenza inosservate di oggetti assenti è una delle principali funzioni delle immagini mentali, e Kosslyn ha dimostrato che questo processo è qualcosa di diverso da una raccolta di dati espliciti. Quando poneva ai suoi soggetti domande su fatti ben sperimentati, ad esempio se i gatti hanno le unghie o le aragoste la coda, la velocità di risposta dipendeva dal grado

di associazione tra l'oggetto e la sua parte nella memoria. Evidentemente gli interpellati recuperavano la risposta da un database mentale. Ma quando le domande erano più inusuali, ad esempio se un gatto ha la testa o l'aragosta la bocca, e gli interpellati consultavano un'immagine mentale, la velocità di risposta dipendeva dalle dimensioni della parte; per parti più piccole ci voleva più tempo. Poiché in un'immagine dimensioni e forma sono fuse assieme, dettagli di forme di minori dimensioni sono più difficili da trovare<sup>76</sup>.

Da decenni i filosofi suggeriscono che il test perfetto, per verificare se le immagini mentali sono raffigurazioni o

descrizioni, consiste nel constatare se la gente è capace di reinterpretare forme ambigue, come quella dell'anatraconiglio:



Se la mente immagazzina solo descrizioni, una persona che vede l'anatraconiglio come coniglio dovrebbe immagazzinare solo l'etichetta «coniglio». Nulla nell'etichetta coglie qualcosa delle anatre, e quindi, in

seguito, chi ha visto nell'immagine un coniglio dovrebbe restare senza parole a sentirsi chiedere se nella forma non si nascondesse qualche altro animale; l'informazione geometrica ambigua è stata scartata. Ma se la mente immagazzina le immagini può sempre ricorrere alla geometria, e il soggetto dell'esperimento dovrebbe essere in grado di richiamare l'immagine e di esaminarla per darne una nuova interpretazione. L'anatra-coniglio comporta delle difficoltà, perché noi immagazziniamo le forme con annesso un quadro di riferimento davanti-dietro, e per reinterpretare l'anatra-coniglio occorre rovesciarlo. Ma con qualche leggera spinta (come l'invito a

concentrarsi sulla curva dietro la testa), molti vedono l'anatra nell'immagine del coniglio o viceversa. Immagini ambigue più semplici riescono a rovesciarle quasi tutti. Lo psicologo Ronald Finke, Martha Farah e io abbiamo chiesto ad alcune persone di reinterpretare delle immagini a partire unicamente da descrizioni verbali, che leggevamo ad alta voce e loro ascoltavano a occhi chiusi. Che oggetti riuscite a «vedere» in queste descrizioni?

Immaginate la lettera D. Ruotatela di 90 gradi sulla destra. Metteteci sopra il numero 4. Ora togliete il segmento orizzontale del 4 a destra della linea verticale.

Immaginate la lettera B. Ruotatela di 90

gradi gradi sulla sinistra. Mettete subito sotto un triangolo della stessa larghezza con il vertice in basso. Togliete la linea orizzontale.

Immaginate la lettera K. Appoggiateci contro, sulla sinistra, un quadrato. Dentro il quadrato mettete un cerchio. Ora ruotate la figura di 90 gradi sulla sinistra.

La maggior parte dei nostri soggetti non ha avuto difficoltà a rispondere di aver riconosciuto una barca a vela, un cuore e un televisore, impliciti nelle formulazioni<sup>77</sup>.

Quella di formare immagini è una facoltà meravigliosa, ma non entusiasmiamoci troppo all'idea di avere dei dipinti in testa.

Tanto per cominciare, non siamo in



grado di ricostruire l'immagine di un intero campo visivo. Le immagini sono frammentarie. Noi ricordiamo barlumi di parti, li combiniamo in un quadro mentale, dopo di che ci diamo a giochi di prestigio per rinfrescare ogni parte mentre svanisce<sup>78</sup>. Peggio, ogni barlume registra solo le superfici visibili da un unico punto d'osservazione, con le sue distorsioni prospettiche. (Ne è una semplice dimostrazione il paradosso dei binari: la maggior parte delle persone li vede convergere anche nelle immagini mentali, non solo nella vita reale). Per ricordare un oggetto lo rigiriamo o ci camminiamo attorno, il che significa che il ricordo che ne abbiamo è un album di vedute separate. Un'immagine

dell'intero oggetto è una proiezione di diapositive o un pastiche<sup>79</sup>.

Questo spiega perché è occorso tanto tempo in arte per inventare la prospettiva, anche se in prospettiva vedono tutti. Non toccati dal genio del Rinascimento, i dipinti appaiono irrealistici, ma non perché manchino del tutto di prospettiva. (Persino nelle pitture rupestri di Cro-Magnon si nota, in una certa misura, la presenza di una prospettiva accurata). Di solito gli oggetti lontani sono più piccoli, gli oggetti opachi nascondono lo sfondo e si mangiano pezzetti degli oggetti retrostanti, e molte superfici inclinate sono presentate di scorcio. Il problema è che parti diverse del dipinto sono

mostrate come apparirebbero da punti d'osservazione diversi, invece che dal reticolo visivo fisso dietro la finestra di Leonardo. Nessuna persona in carne e ossa, incatenata in un dato momento a un dato posto, e solo a quello, può percepire una scena da numerosi punti d'osservazione nello stesso tempo, quindi il dipinto non corrisponde a nulla di mai veduto da una persona. Ma poiché l'immaginazione, è ovvio, non è incatenata in un dato momento a un dato posto, i dipinti che mancano di vera e propria prospettiva possono, curiosamente, evocare le nostre immagini mentali. I pittori cubisti e surrealisti, avidi consumatori di psicologia, ricorrevano di proposito nei

dipinti a prospettive molteplici, forse per far prendere coscienza agli spettatori, sazi di fotografie, dell'evanescenza dell'occhio della mente<sup>80</sup>.

Un secondo limite è che le immagini mentali sono schiave dell'organizzazione della memoria. È difficile che la nostra conoscenza del mondo possa trovar posto in un'unica grande immagine o mappa. Ci sono troppe scale, dalle montagne alle pulci, perché possano adattarsi a un unico supporto di grana di dimensioni fisse. Ed è anche difficile che la nostra memoria visiva possa essere una scatola delle scarpe piena zeppa di fotografie. Non ci sarebbe modo di trovare quella

che serve senza esaminarle tutte una per una per riconoscere che cosa raffigurano. (Con un problema simile si scontrano fototeche e videoteche). Le immagini in memoria devono essere etichettate e organizzate all'interno di una sovrastruttura proposizionale, forse un po' come negli ipermedia, dove files grafici sono collegati a punti di connessione all'interno di un grande testo o database<sup>81</sup>.

Il pensiero visivo è spesso guidato più dal sapere concettuale di cui facciamo uso per organizzare le nostre immagini che dai contenuti delle immagini stesse. I campioni di scacchi sono famosi per la loro grande capacità di memorizzare le posizioni dei pezzi

sulla scacchiera. Ma non significa che a diventare campioni di scacchi siano le persone dotate di memoria fotografica. Quando si tratta di ricordare le posizioni di pezzi distribuiti a casaccio, i campioni non sono più bravi dei principianti. La loro memoria cattura rapporti significativi fra i pezzi, come minacce e difese, non semplicemente la loro distribuzione nello spazio<sup>82</sup>.

Un altro esempio viene da un esperimento, di affascinante semplicità, condotto dagli psicologi Raymond Nickerson e Marilyn Adams. Hanno chiesto ad alcune persone di disegnare a memoria entrambe le facce di una moneta da un cent, che tutti avevano visto migliaia di volte. (Provate con la

moneta che vi è più familiare, prima di andare avanti a leggere). I risultati danno da pensare. Un cent americano ha otto elementi: il profilo di Abramo Lincoln, IN GOD WE TRUST, l'anno di emissione e LIBERTY su una faccia; il Lincoln Memorial, UNITED STATES OF AMERICA, PLURIBUS UNUM e ONE CENT sull'altra.

Solo il cinque per cento dei soggetti li ha disegnati tutti e otto. In media ne sono stati ricordati tre, e per la metà al posto sbagliato. Nei disegni sono stati indebitamente introdotti ONE PENNY, corone di alloro, fasci di spighe, il monumento a Washington e Lincoln seduto su una sedia. È andata meglio quando ai soggetti è stato chiesto di

scegliere gli elementi presenti sulla moneta prendendoli da una lista. (Grazie al cielo, nessuno ha scelto MADE IN TAIWAN). Ma quando sono stati loro mostrati quindici disegni di possibili cent, meno della metà degli interpellati ha scelto quello giusto. È evidente che i ricordi visivi non sono fedeli immagini di oggetti interi<sup>83</sup>.

Chi invece ha disegnato bene la sua moneta, si metta alla prova con quest'altro quiz. Quali di queste affermazioni sono vere?

Madrid è più a nord di Washington.

Seattle è più a nord di Montreal.

Portland, nell'Oregon, è più a nord di Toronto.



Reno è più a ovest di San Diego.  
L'imboccatura del canale di Panama  
sull'Atlantico è più a ovest di quella  
sul Pacifico.

Sono tutte affermazioni vere. Ma quasi sempre si sbaglia a giudicarle, perché si ragiona così: il Nevada è a est della California; San Diego è in California; Reno è nel Nevada; quindi Reno è a est di San Diego. È chiaro che, quando un insieme di Stati non forma una scacchiera, questo tipo di sillogismo non vale. Le nostre cognizioni geografiche non costituiscono una grande mappa mentale, ma un insieme di mappe più piccole, organizzate da asserzioni su come sono correlate<sup>84</sup>.

Infine, le immagini non possono fungere da concetti, né da significati di parole nel dizionario mentale<sup>85</sup>. Una lunga tradizione di empirismo filosofico e psicologico ha cercato di sostenere questa tesi: è in sintonia con il dogma che non c'è nulla nell'intelletto che non sia stato prima nei sensi. Si è supposto che le immagini siano copie degradate o sovrapposte di sensazioni visive, con spigoli netti martellati e colori fusi insieme affinché possano stare per intere categorie, invece che per oggetti singoli. Finché non si pensa troppo all'aspetto che queste immagini composite dovrebbero avere, l'idea suona plausibile. Ma come rappresentarsi idee astratte, anche qualcosa di semplice

come il concetto di triangolo? È un triangolo qualunque poligono che abbia tre lati. Ma in qualunque immagine un triangolo dev'essere isoscele, scaleno o equilatero. John Locke avanzò l'enigmatica tesi che la nostra immagine di triangolo è «tutti e nessuno di essi nello stesso tempo». Berkeley trovò da ridire, e invitò i suoi lettori a formarsi un'immagine mentale di triangolo che rappresentasse un triangolo isoscele, scaleno, equilatero e nessuno di essi, nello stesso tempo. Ma, piuttosto che abbandonare la teoria che le idee astratte sono immagini, Berkeley concludeva che non abbiamo idee astratte!

All'inizio del Ventesimo secolo

Edward Titchener, uno dei primi psicologi sperimentali d'America, accettò la sfida. Analizzando scrupolosamente le proprie immagini mentali, giunse alla conclusione che esse potevano rappresentare qualunque idea, non importa quanto astratta:

Riesco piuttosto bene a ottenere l'immagine di Locke, il triangolo che non è nessuno specifico triangolo e tutti i triangoli nello stesso e medesimo tempo. È qualcosa che lampeggia, che viene e va da momento a momento; fa intravedere due o tre angoli rossi, con le linee rosse che si accentuano in nero, visti su uno sfondo verde scuro. Non resta lì abbastanza a lungo perché possa dire se gli angoli si connettono a formare la figura completa, e nemmeno se sono dati tutti e

tre gli angoli richiesti.

Il cavallo, per me, è una doppia curva e una posizione rampante con qualcosa di una criniera; la mucca è un rettangolo un po' lungo con una certa espressione facciale, una sorta di broncio esagerato.

Ho passato tutta la vita a concepire significati. E non solo significati, ma anche *il* significato. Il significato in generale è rappresentato nella mia coscienza da un'altra di queste immagini impressionistiche. Vedo il significato come la punta grigioazzurra di una sorta di paletta, che ha un po' di giallo in cima (probabilmente una parte del manico), e che sta appunto scavando in una massa scura di quello che sembra essere materiale plastico. Ho avuto una formazione classica, ed è presumibile che questa immagine sia un'eco dell'esortazione, spesso ripetuta, a

«scavare il significato» di qualche brano di greco o latino<sup>86</sup>.

Un broncio davvero esagerato! È difficile che la mucca del Cheshire di Titchener, il suo triangolo ad angoli rossi che nemmeno si congiungono e il suo significato-paletta fossero i concetti sottesi ai suoi pensieri. Egli non credeva di certo che le mucche fossero rettangolari o che i triangoli potessero benissimo fare a meno di un angolo. A incarnare tali cognizioni nella sua testa doveva essere qualcos'altro, non un'immagine.

Ed è questo il problema di altre tesi secondo le quali tutti i pensieri sono immagini. Supponiamo di cercare di rappresentare il concetto di «uomo»

tramite l'immagine di un uomo prototipico, Fred MacMurray, per esempio. Il problema è: che cosa fa sì che l'immagine funga da concetto «uomo» invece che da concetto «Fred MacMurray»? O da concetto «uomo alto», «adulto», «essere umano», «americano» o «attore che interpreta un rappresentante di una compagnia di assicurazioni indotto all'assassinio da Barbara Stanwyck»? Noi non abbiamo difficoltà a distinguere fra un determinato uomo, gli uomini in generale, gli americani in generale, le vittime delle vamp in generale e così via; nella nostra testa, quindi, dev'esserci qualcosa di più dell'immagine di un uomo prototipico.

Come può, inoltre, un'immagine concreta rappresentare un concetto astratto, quello di «libertà» per esempio? La Statua della Libertà non è più disponibile; presumibilmente essa rappresenta il concetto «la Statua della Libertà». E che cosa usereste per concetti negativi, come «non giraffa»? L'immagine di una giraffa attraversata in diagonale da una linea rossa? Che cosa, allora, rappresenterebbe il concetto «giraffa attraversata in diagonale da una linea rossa»? E i concetti disgiuntivi, come «o un gatto o un uccello», o proposizioni come «tutti gli uomini sono mortali»?

Le immagini sono ambigue, ma i pensieri, quasi per definizione, non



possono esserlo. Il buon senso opera distinzioni che le immagini di per sé non operano; quindi il buon senso non è solo una raccolta di immagini. Se un'immagine mentale viene usata per rappresentare un pensiero, dev'essere accompagnata da una didascalia, da una serie di istruzioni su come interpretarla, su ciò cui si deve prestare attenzione e ciò che si deve ignorare. Le didascalie non possono essere a loro volta immagini, o torneremmo al punto di partenza. Quando finisce la visione e inizia il pensiero, non ci si può più sottrarre all'esigenza di simboli astratti e proposizioni che colgano aspetti di un oggetto affinché la mente li possa manipolare.

Parlare di ambiguità delle immagini, sia detto per inciso, è fiato sprecato con i progettatori di interfacce grafiche dei computer e di altri prodotti di consumo straboccanti di figure. Lo schermo del mio computer è adorno di disegni che, a cliccarli con il mouse, fanno varie cose. Ma che cosa si suppone che facciano quei minuscoli binocoli, contagocce e piatti d'argento non riuscirò mai a ricordarlo. Un'immagine vale mille parole, ma questo non è sempre un gran bene. A un certo punto, fra guardare e pensare, le immagini devono lasciare il posto alle idee.

## V. BUONE IDEE

«Spero non abbiate ancora ucciso del tutto quello che è un figlio tanto vostro quanto mio». Così scriveva Darwin ad Alfred Russel Wallace, il biologo che, indipendentemente da lui, aveva scoperto la selezione naturale. A che cosa si doveva questa lugubre prosa? Darwin e Wallace avevano ammirazione l'uno per l'altro, e una così simile affinità mentale che lo stesso autore (Malthus) aveva ispirato a entrambi la stessa teoria quasi negli stessi termini. A dividerli era la mente umana. Darwin

aveva poco modestamente predetto: «La psicologia sarà posta su fondamenta nuove», e nei suoi quaderni d'appunti si era espresso in termini grandiosi su come la teoria dell'evoluzione avrebbe rivoluzionato lo studio della mente:

«L'origine dell'uomo è ora provata. La metafisica non può non fiorire. Chi capisce il babbuino andrà più lontano di Locke nella metafisica».

«Platone dice... che le nostre "idee immaginarie" nascono dalla preesistenza dell'anima, non sono derivabili dall'esperienza. Per preesistenza, leggi scimmie».

E proseguì scrivendo due libri sull'evoluzione dei pensieri e dei

sentimenti umani: *L'origine dell'uomo e L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali.*

Ma Wallace giunse alla conclusione opposta. La mente, sosteneva, è iperelaborata per i bisogni di essere umani in evoluzione: non può essere spiegata con la selezione naturale. Piuttosto, «un'intelligenza superiore ha guidato lo sviluppo dell'Umanità in una specifica direzione e per uno scopo speciale». *Tu quoque.*

Wallace divenne creazionista osservando che i cacciatori-raccoglitori (i «selvaggi», nel linguaggio ottocentesco) erano biologicamente uguali ai moderni europei. Avevano un cervello delle stesse dimensioni e

potevano adattarsi senza fatica alle esigenze della vita moderna. Ma nel loro modo di vivere, che era anche il modo di vivere dei nostri antenati nell'evoluzione, quel livello di intelligenza non era necessario, e non c'erano occasioni per esibirlo. Come poteva, quindi, essersi evoluto in risposta ai bisogni di una vita da cacciatoriraccoglitori? Scriveva Wallace:

La nostra legge, il nostro governo e la nostra scienza ci costringono continuamente ad arrivare al risultato cercato attraverso una quantità di complessi fenomeni. Persino i nostri giochi, come ad esempio quello degli scacchi, ci costringono a esercitare queste facoltà in misura elevata. Mettiamo tutto

ciò a paragone con le lingue dei selvaggi, che non hanno parole adatte a esprimere concetti astratti; con la totale mancanza nell'uomo selvaggio della capacità di vedere al di là delle sue immediate necessità; con il suo non essere in grado di mettere assieme, paragonare o riflettere su questioni generali che i suoi sensi non colgono immediatamente...

Un cervello grande non più della metà di quello di un gorilla... sarebbe stato più che sufficiente per lo sviluppo mentale di un selvaggio; dobbiamo quindi ammettere che il grande cervello che questo possiede non può essersi sviluppato solo grazie a quelle leggi dell'evoluzione, la cui caratteristica essenziale è quella di condurre sempre a un livello di organizzazione esattamente proporzionato, e mai superiore, ai bisogni di ciascuna specie...

La selezione naturale poteva solo dotare il

selvaggio di un cervello di poco superiore a quello di una scimmia antropomorfa, mentre in realtà egli ne possiede uno di poco inferiore a quello di un filosofo<sup>1</sup>.

Il paradosso di Wallace, l'apparente inutilità evuzionistica dell'intelligenza umana, è un problema centrale della psicologia, della biologia e della visione scientifica del mondo. Ancor oggi, scienziati quali l'astronomo Paul Davies pensano che il carattere «esagerato» dell'intelligenza umana confuti il darwinismo e faccia pensare a qualche altro agente di una «tendenza evolutiva progressiva», forse un processo di auto-organizzazione che la teoria della complessità, un giorno, spiegherà<sup>2</sup>. Purtroppo, tale ipotesi non è



molto più soddisfacente dell'idea di Wallace di un'intelligenza superiore che guida lo sviluppo dell'uomo in una determinata direzione. Gran parte di questo libro, e questo capitolo in particolare, mira a togliere al paradosso di Wallace il prestigioso status di mistero in grado di scuotere le fondamenta dell'edificio, per ridurlo a un problema di ricerca delle scienze umane, impegnativo sì, ma in modo non molto diverso dagli altri.

Stephen Jay Gould, in un illuminante saggio su Darwin e Wallace, vede in quest'ultimo un estremista dell'adattamento che ignora la possibilità di esadattamenti (*exaptations*): strutture adattive

«fortuitamente idonee ad altri ruoli se elaborate» (come le ossa della mascella che diventano ossa dell'orecchio medio) e «elementi che sorgono senza funzioni... ma rimangono disponibili per una cooptazione posteriore» (come il pollice del panda, che è in realtà un osso del polso con attrezzatura di fortuna).

Gli oggetti che sono stati progettati per uno scopo specifico possono, a causa della loro complessità strutturale, essere utilizzati altrettanto bene per altri scopi. Si può installare un calcolatore in una fabbrica solo per organizzare il pagamento degli stipendi, ma la macchina è in grado di compiere molte altre funzioni, come ad esempio analizzare risultati elettorali, in maniera eccellente<sup>3</sup>.

Sono d'accordo con Gould che il cervello si è esadattato a novità come il calcolo infinitesimale e gli scacchi, ma questa è solo una dichiarazione di fede da parte di gente, come noi, che crede nella selezione naturale; non basta perché sia vero. E solleva un problema: chi o che cosa compie l'elaborazione o la cooptazione, e perché le strutture originarie erano idonee a essere cooptate? L'analogia della fabbrica che installa il calcolatore non serve. Un calcolatore che paga gli stipendi non può anche analizzare risultati elettorali, a meno che qualcuno non l'abbia riprogrammato.

Wallace uscì fuori strada non perché era troppo adattamentista, ma perché era

un pessimo linguista, psicologo e antropologo (a giudicarlo, ingenerosamente, sugli standard moderni). Fra il pensiero semplice, concreto, del qui-e-ora, dei popoli di cacciatori-raccoglitori e l'astratta razionalità che si esercita in imprese moderne come la scienza, la matematica e gli scacchi, vedeva un abisso. Ma non c'è alcun abisso. Wallace, gli va riconosciuto, era all'avanguardia del suo tempo nel pensare che i cacciatori-raccoglitori non si trovassero sul gradino inferiore di qualche scala biologica. Ma sul loro linguaggio, sul loro pensiero e sul loro modo di vivere si sbagliava. Farsi strada da cacciatori-raccoglitori è più difficile che risolvere

problemi di calcolo infinitesimale o giocare a scacchi. Come abbiamo visto nel [capitolo III](#), in tutte le società gli uomini dispongono di parole adatte a esprimere concetti astratti, sono capaci di vedere al di là delle proprie immediate necessità e accostano, paragonano e analizzano questioni generali che i loro sensi non colgono immediatamente. E ovunque mettono a profitto tali capacità per vincere le difese della flora e fauna locali<sup>4</sup>. Vedremo ben presto come tutti, fin dalla culla, ci impegniamo in una sorta di pensiero scientifico. Siamo tutti fisici, biologi, ingegneri, psicologi e matematici intuitivi. È grazie a questi talenti innati che facciamo meglio dei

robot e abbiamo devastato il nostro pianeta.

La nostra scienza intuitiva, però, è diversa da quella che si fa in camice bianco. Se la maggior parte di noi non sarebbe d'accordo con Lucy dei Peanuts nel pensare che gli abiti crescono sugli abeti, i passeri, facendosi grandi, diventano aquile, e che per sapere l'età di un albero bisogna contarne le foglie, le nostre convinzioni non sono a volte meno sciocche. I bambini sostengono che un pezzo di polistirolo espanso non pesa niente e che le persone conoscono il risultato di eventi cui non hanno assistito o di cui non hanno sentito parlare. E, quando diventano adulti, sono convinti che una palla sputata da un

tubo a spirale avrà un percorso a spirale, e che se gettando una moneta esce più volte testa ci sono maggiori probabilità che poi esca croce.

Questo capitolo ha per oggetto il modo di ragionare dell'uomo, il modo in cui l'uomo dà senso al suo mondo. Per fare ingegneria inversa delle nostre facoltà di ragionamento, dobbiamo partire dal paradosso di Wallace. Per smantellarlo, dobbiamo fare una distinzione tra la scienza e la matematica intuitive, che fanno parte del bagaglio umano, e le loro versioni moderne, istituzionalizzate, che la maggior parte delle persone trova così difficili. Potremo quindi analizzare, poi, come funzionano le nostre intuizioni, da dove

provengono, e come vengono elaborate e affinate per produrre gli eccezionali risultati della civiltà moderna.

### *Intelligenza ecologica*

Da quando lo psicologo svizzero Jean Piaget paragonò i bambini a piccoli scienziati, gli psicologi hanno equiparato la persona comune, giovane e vecchia, allo studioso nel laboratorio. L'analogia è valida fino a un certo punto. Sia gli scienziati che i bambini devono trovare un senso nel mondo, e i bambini sono investigatori curiosi, si sforzano di trasformare le loro osservazioni in generalizzazioni valide. Una volta avevo ospiti alcuni familiari e



amici, e un maschietto di tre anni si mise vicino a mia sorella mentre faceva il bagno alla mia nipotina. Dopo aver osservato la scena per un po' di minuti, il bambino proclamò: «I neonati non hanno il pene». Questo bambino merita la nostra ammirazione: la sua conclusione può non essere esatta, ma il suo spirito scientifico è certamente acuto.

La selezione naturale, tuttavia, non ci ha plasmati per prendere bei voti in scienze o pubblicare su prestigiose riviste. Ci ha plasmati per padroneggiare l'ambiente circostante, ed è questo a produrre delle discrepanze tra come ci viene naturale pensare e ciò che è richiesto dall'accademia.

Per molti anni lo psicologo Michael Cole e i suoi colleghi hanno studiato una popolazione liberiana chiamata Kpelle, un gruppo dotato di notevole facilità di parola, cui piace ragionare e discutere. La maggior parte degli Kpelle è analfabeta e priva di istruzione, e fa una magra figura in test che a noi sembrano facili. Il dialogo che segue mostra perché:

**SPERIMENTATORE:** Flumo e Yakpalo bevono sempre insieme succo di canna [rum]. Flumo sta bevendo succo di canna. Anche Yakpalo sta bevendo succo di canna?

**SOGGETTO:** Flumo e Yakpalo bevono succo di canna insieme, ma quella volta che Flumo bevve per primo, Yakpalo non era lì, quel giorno.

SPERIMENTATORE: Ma ti ho detto che Flumo e Yakpalo bevono sempre il succo di canna insieme. Un giorno Flumo beveva succo di canna. Anche Yakpalo quel giorno beveva succo di canna?

SOGGETTO: Il giorno in cui Flumo beveva il succo di canna, quel giorno Yakpalo non era lì.

SPERIMENTATORE: Per quale ragione?

SOGGETTO: La ragione è che Yakpalo andò alla sua fattoria quel giorno e Flumo invece rimase in città.

L'esempio non è atipico; i soggetti di Cole danno spesso risposte come «Yakpalo non è qui sul momento; perché non andate da lui e glielo chiedete?». Lo psicologo Ulric Neisser, che ha citato il brano in un suo libro, osserva che risposte del genere non sono affatto

stupide: semplicemente, non corrispondono alla domanda dello sperimentatore<sup>5</sup>.

Una regola di fondo, quando a scuola si è alle prese con la soluzione di un problema, è quella di basare il proprio ragionamento sulle premesse menzionate nella domanda, ignorando tutto il resto che si sa. Questo atteggiamento è importante nell'istruzione scolastica moderna. Nelle poche migliaia di anni in cui si sono andate delineando le civiltà, la divisione dei compiti ha permesso a una classe di professionisti della conoscenza di mettere a punto metodi di deduzione applicabili a vasto raggio e divulgabili per iscritto e tramite istruzioni formali. Questi metodi non

hanno letteralmente alcun contenuto. Con una divisione si può calcolare quanti chilometri si percorrono con un litro di benzina o il reddito pro capite. La logica può dirci che Socrate è mortale o, citando degli esempi dal manuale di logica di Lewis Carroll, che gli agnelli non hanno l'abitudine di fumare sigari, che tutte le persone pallide sono flemmatiche, e che un cagnolino zoppo non direbbe «grazie» se qualcuno si offrisse di prestargli una corda per saltare<sup>6</sup>. Gli strumenti statistici della psicologia sperimentale sono stati attinti dall'agronomia, che li aveva messi a punto per valutare gli effetti prodotti sui raccolti dai diversi fertilizzanti. Questi strumenti funzionano altrettanto bene in

psicologia, anche se, come ha scritto uno statistico-psicologo, «noi non ci occupiamo di concime, perlomeno non consapevolmente».

La forza di tali strumenti è che possono essere applicati a qualsiasi problema (come funziona la visione a colori, come mandare un uomo sulla Luna, se l'Eva mitocondriale era un'africana), a prescindere da quanto si sia ignoranti in partenza. Per padroneggiare le tecniche, gli studenti devono fingere quell'ignoranza che più tardi, quando si troveranno a dover risolvere dei problemi nelle loro carriere professionali, verrà loro addossata come responsabilità. A uno studente delle scuole superiori alle

prese con la geometria euclidea non viene riconosciuto alcun merito se tira fuori un righello e misura il triangolo, anche se questo gesto gli garantisce una risposta corretta: lo scopo della lezione è quello di inculcare un metodo che più tardi potrà essere usato per calcolare l'incommensurabile, come la distanza dalla Luna.

Ma fuori dalla scuola, ovviamente, non ha senso ignorare quel che si sa. A uno kpelle si può perdonare se chiede: «Senti, vuoi sapere se Yakpalo sta bevendo succo di canna, o no?». E questo vale sia per la conoscenza acquisita da un individuo, sia per quella acquisita da una specie. Nessun organismo ha bisogno di algoritmi senza

contenuto applicabili a ogni sorta di problema, per quanto esoterico possa essere. I nostri antenati si sono trovati per centinaia di migliaia o per milioni di anni di fronte a certi problemi, per esempio riconoscere gli oggetti, fabbricare attrezzi, imparare la lingua locale, trovare un compagno, prevedere il movimento di un animale, imboccare la strada giusta, mentre in altri tipi di problemi, per esempio mandare un uomo sulla Luna, produrre una migliore qualità di pop-corn, dimostrare l'ultimo teorema di Fermat, non si sono mai imbattuti. La conoscenza che risolve un tipo di problema che ci è familiare spesso non serve a niente per altri problemi. L'effetto dell'inclinazione



sulla luminosità è utile per calcolare la forma, ma non per accertare la fedeltà di un potenziale partner, mentre l'alterazione del tono della voce in chi mente aiuta nel caso della fedeltà, ma non nel caso della forma. La selezione naturale se ne infischia degli ideali dell'educazione progressista, e non ha certo avuto scrupoli a costruire moduli d'inferenza di utilità immediata che sfruttassero regolarità millenarie ricorrenti nei loro oggetti. Tooby e Cosmides definiscono l'intelligenza applicata a oggetti specifici, tipica della nostra specie, «razionalità ecologica»<sup>7</sup>.

La seconda ragione per cui l'evoluzione non ci ha fatto diventare dei veri scienziati è il costo della

conoscenza. La scienza ha costi elevati, e non mi riferisco solo all'acceleratore di particelle SCC, il supercollisore a magneti superconduttori, ma anche all'analisi elementare di causa ed effetto nei canoni d'induzione di John Stuart Mill. Negli ultimi tempi ero insoddisfatto del pane che mi facevo in casa: era troppo asciutto e spugnoso. Allora ho messo più acqua, meno lievito, e ho abbassato la temperatura. Tuttora non so quale di queste varianti sia stata quella efficace. Lo scienziato che è in me sapeva che la procedura giusta sarebbe stata provare tutte le combinazioni logiche (otto) secondo uno schema fattoriale: più acqua, la stessa quantità di lievito, la stessa temperatura;

più acqua, più lievito, la stessa temperatura; più acqua, la stessa quantità di lievito, temperatura più bassa; e così via. Ma l'esperimento avrebbe richiesto otto giorni (ventisette se avessi voluto testare due incrementi di ogni fattore, sessantaquattro se avessi voluto testarne tre), un quaderno d'appunti e una calcolatrice. Io volevo del pane gustoso, non un contributo all'archivio delle conoscenze umane: perciò mi sono accontentato del mio unico tentativo a più fattori confusi insieme. In una vasta società dotata di scrittura e di una scienza istituzionalizzata, il costo di un numero esponenziale di test è ripagato dal beneficio che le leggi risultanti

apportano a un grande numero di persone. È per questo che i contribuenti sono pronti a finanziare la ricerca scientifica. Ma per i limitati interessi di un unico individuo, o anche di un piccolo gruppo, la scienza con le carte in regola non vale la candela.

La terza ragione per cui siamo dei mediocri scienziati è che il nostro cervello è stato plasmato per l'adattamento, non per la verità. A volte la verità è adattiva, ma a volte no. I conflitti d'interesse sono insiti nella condizione umana (vedi i capitoli VI e VII), e noi siamo portati a volere che sia la nostra versione della verità ad avere la meglio, piuttosto che la verità in sé.

Per esempio, in tutte le società la

competenza è distribuita in modo disomogeneo. Il nostro apparato mentale per comprendere il mondo, persino per comprendere il significato di semplici parole, è fatto per funzionare in una società in cui, quando ci serve, possiamo consultare un esperto. La filosofa Hilary Putnam confessa che, come la maggior parte della gente, non ha la minima idea di che cosa differenzi un olmo da un faggio. Ma le due parole, olmo e faggio, non sono sinonimi, né per lei né per noi; sappiamo tutti che si riferiscono a due diversi tipi di alberi e che da qualche parte ci sono degli esperti che saprebbero dirci qual è l'uno e qual è l'altro, se mai ci fosse necessario saperlo. Gli esperti sono

preziosi, e in genere sono ricompensati adeguatamente in stima e denaro. Ma il nostro affidarci agli esperti semina sulla loro strada delle tentazioni. Essi possono far baluginare un mondo di portenti, forze occulte, dèi irati, pozioni magiche, che è imperscrutabile per i semplici mortali, ma avvicinabile con la loro mediazione. Gli sciamani tribali sono artisti dell'impostura che integrano le loro considerevoli cognizioni pratiche con magie teatrali, trance indotte tramite droghe e altri trucchetti<sup>8</sup>. Come il Mago di Oz, devono impedire a chi li interpella di vedere chi sta dietro le quinte, il che è in contrasto con la ricerca disinteressata della verità.

In una società complessa, dipendere

dagli esperti ci rende ancora più vulnerabili ai ciarlatani, dai venditori di toccasana dei luna park ai notabili che consigliano ai governi l'adozione di programmi messi a punto da altri notabili. Pratiche scientifiche moderne quali la valutazione tra pari, i finanziamenti concorrenziali e la critica aperta reciproca sono intese in teoria a minimizzare i conflitti d'interesse fra scienziati, e spesso ci riescono. La ridicolizzazione della buona scienza da parte di autorità apprensive, nelle società chiuse, ricorre nella Storia, dall'Europa meridionale cattolica post Galileo all'Unione Sovietica del Ventesimo secolo.

Ma non è solo la scienza a poter

essere maltrattata da chi detiene il potere. L'antropologo Donald Brown è rimasto sconcertato scoprendo che per millenni gli indù dell'India non hanno praticamente prodotto alcun resoconto storico del loro passato, mentre i loro vicini, i cinesi, ne hanno riempito le biblioteche. Il suo sospetto era che i potenti di una società di caste ereditarie si fossero resi conto del potenziale pericolo rappresentato da uno studioso che andasse a frugare nei documenti del passato, dove avrebbe potuto imbattersi in qualcosa che sconfessava le loro pretese di discendere da eroi e divinità. Brown ha esaminato venticinque civiltà e messo a confronto quelle organizzate in caste ereditarie con le altre. In



nessuna delle società di casta esisteva la tradizione di redigere accurate descrizioni del passato; al posto della Storia, c'erano il mito e la leggenda. Le società di casta si distinguevano inoltre per l'assenza di scienza politica, scienza sociale, scienza naturale, biografia, ritrattistica realistica e istruzione uguale per tutti<sup>9</sup>.

La scienza nel senso stretto del termine è pedante, costosa e sovversiva. Era quindi improbabile che la selezione esercitasse una pressione a suo favore in seno a gruppi di cacciatori-raccoglitori illetterati quali erano i nostri antenati, ed è naturale aspettarci che le abilità «scientifiche» innate degli individui differiscano da quelle che possiamo

definire scientifiche senza virgolette.

## *Scatolette*

L'umorista Robert Benchley ha affermato che al mondo ci sono due categorie di persone: quelle che dividono le persone in due categorie e quelle che non lo fanno. Nel [capitolo II](#), quando mi sono chiesto perché la mente registra gli individui, ho dato per scontato che essa formi delle categorie. Ma anche la tendenza a categorizzare merita di essere esaminata. La gente dispone cose e persone dentro scatole mentali, dà un nome a ogni scatola, dopo di che tratta i contenuti di una scatola tutti allo stesso modo. Ma se i nostri

simili sono unici quanto le loro impronte digitali, e se non esistono due fiocchi di neve uno uguale all'altro, perché questa smania di classificare?

I manuali di psicologia forniscono di solito due spiegazioni, entrambe tutt'altro che convincenti. La prima è che la memoria non può ritenere tutti gli eventi che ci bombardano i sensi; immagazzinando solo categorie, riduciamo l'ingombro. Il cervello però, con i suoi mille miliardi di sinapsi, non pare proprio a corto di spazio. È ragionevole affermare che non possono trovare posto nella memoria entità combinatorie, come frasi, partite a scacchi, o tutte le forme di tutti i colori e tutte le dimensioni in tutte le posizioni: i

numeri derivanti dalle esplosioni combinatorie possono superare il numero di particelle nell'universo e sopraffare il cervello, anche a calcolarne la capienza nei termini più generosi. Ma noi viviamo due miserabili miliardi di secondi, e non si capisce perché il cervello non potrebbe registrare, se dovesse farlo, ogni oggetto ed evento di cui facciamo esperienza. Inoltre, spesso ricordiamo una categoria e i suoi componenti, come i mesi, i membri della famiglia, i continenti e le squadre di baseball: quindi la categoria aumenta il carico della memoria.

L'altra ragione presunta è che il cervello è costretto a organizzare; senza categorie la vita mentale sarebbe un

caos. Ma l'organizzazione fine a se stessa è inutile. Ho un amico un po' ossessivo che, quando è chiamato al telefono, fa rispondere alla moglie di non poter andare all'apparecchio perché è occupato a mettere le sue camicie in ordine alfabetico. Di tanto in tanto ricevo interminabili manoscritti di teorici che hanno scoperto che tutto nell'universo si suddivide in classi di tre componenti: Padre, Figlio e Spirito Santo; protoni, neutroni ed elettroni; maschile, femminile e neutro; Tizio, Caio e Sempronio; e così via, per pagine e pagine. Jorge Luis Borges scrive di un'enciclopedia cinese che divideva gli animali in: a) quelli che appartengono all'imperatore, b) quelli imbalsamati, c)

quelli addestrati, d) i maialini da latte, e) le sirene, f) gli animali fantastici, g) i cani randagi, h) gli animali inclusi in questa classificazione, i) quelli che tremano come se fossero matti, j) quelli in numero infinito, k) quelli disegnati con un sottilissimo pennello di peli di cammello, l) gli altri, m) quelli che hanno appena rotto un vaso di fiori, n) quelli che da lontano sembrano mosche.

No, la mente deve guadagnarci qualcosa a formare categorie, e questo qualcosa è l'inferenza. Ovviamente non possiamo sapere tutto di ogni oggetto, ma possiamo osservare una delle sue proprietà, includerla in una categoria e, partendo da questa, prevedere proprietà che non abbiamo osservato. Se Mopsy

ha le orecchie lunghe è un coniglio; se è un coniglio dovrebbe mangiare carote, muoversi saltellando e riprodursi, be', come un coniglio. Più piccola è la categoria, più precisa sarà la previsione. Se sappiamo che Peter è un silvilago, genere di coniglio selvatico diffuso nel continente americano, possiamo predire che cresce, respira, si muove, è stato allattato, vive in terreni aperti o nelle radure dei boschi, trasmette la tularemia e può contrarre la mixomatosi. Se sapessimo soltanto che è un mammifero, la lista si limiterebbe a includere la crescita, la respirazione, il movimento e il fatto che è stato allattato. Se sapessimo soltanto che è un animale, la lista si restringerebbe ancor di più,

riducendosi a includere solo crescita, respirazione e movimento.

D'altra parte, è molto più difficile classificare Peter come silvilago che come mammifero o animale. Per classificarlo come mammifero basta notare che ha la pelliccia e che si muove, ma per dire che è un silvilago dobbiamo notare che ha orecchie lunghe, coda corta, zampe posteriori lunghe, e che sotto la coda ha una chiazza bianca. Per individuare categorie molto specifiche occorre esaminare talmente tante proprietà che ne resterebbero ben poche da predire. La maggior parte delle nostre categorie quotidiane sono di tipo intermedio: «coniglio», non mammifero o silvilago; «automobile», non veicolo o



Ford Tempo; «sedia», non mobile o Thonet. Esse rappresentano un compromesso tra la difficoltà di individuare la categoria e i vantaggi che la categoria offre. La psicologa Eleanor Rosch le ha chiamate categorie di livello base. Sono le prime parole che i bambini imparano per designare gli oggetti e, in genere, le etichette mentali più immediate che assegniamo a questi ultimi vedendoli<sup>10</sup>.

Che cosa rende una categoria come «mammifero» o «coniglio» migliore di una come «camicie confezionate da ditte che cominciano per H» o «animali disegnati con un sottilissimo pennello di peli di cammello»? A parere di molti antropologi e filosofi, le categorie sono

convenzioni arbitrarie che apprendiamo insieme con gli altri accidenti culturali standardizzati nel nostro linguaggio. Negli studi umanistici, questo punto di vista è portato agli estremi dal decostruzionismo, dal poststrutturalismo e dal postmodernismo. Ma perché le categorie siano utili, bisogna che si accordino con il modo in cui funziona il mondo. Per nostra fortuna, gli oggetti del mondo non sono sparpagliati dappertutto tra le righe e colonne dell'inventario definito dalle proprietà che notiamo. L'inventario del mondo è a grandi blocchi. Creature con coda corta e zampe posteriori lunghe tendono ad avere orecchie lunghe e a vivere nelle radure dei boschi; creature con pinne

tendono a essere dotate di squame e a vivere nell'acqua. Salvo che in quei libri per bambini dove sagome ritagliate permettono di assemblare dei mostri, non esiste un silvilago con le pinne né un pesce con le orecchie flosce. Le scatole mentali funzionano perché le cose si presentano in gruppi che si adattano alle scatole.

Come mai entità dello stesso stampo fanno gruppo tra loro? A scolpire il mondo e dividerlo in gruppi sono leggi che la scienza e la matematica puntano a scoprire. Le leggi della fisica decretano che oggetti con densità maggiore di quella dell'acqua si trovino sul fondo di un lago, non sulla sua superficie. Le leggi della selezione naturale e della

fisica stabiliscono che oggetti che si muovono rapidamente attraverso i fluidi devono avere forme aerodinamiche. Le leggi della genetica obbligano la prole ad assomigliare ai genitori. Le leggi dell'anatomia e della fisica, e le intenzioni umane, vogliono che le sedie abbiano forme e siano fatte di materiali che le rendano dei supporti stabili.

Come si è visto nel [capitolo II](#), noi ci formiamo due tipi di categorie. Trattiamo giochi e verdure come categorie caratterizzate da stereotipi, da confini confusi e da somiglianze di famiglia. Questo tipo di categoria emerge in modo naturale da reti neurali del tipo associatori di pattern. Poi

trattiamo numeri dispari e femmine come categorie caratterizzate da definizioni, da confini tra il dentro e il fuori e da fili comuni che ne collegano i membri. Questo tipo di categoria viene naturalmente computato tramite sistemi di regole. Alcune entità le inseriamo in entrambi i tipi di categorie mentali: pensiamo a «nonna» come a una dispensatrice di crostate ai mirtilli dotata di capelli grigi, ma «nonna» è per noi anche il genitore di sesso femminile di un genitore.

Ora possiamo spiegare le ragioni di questi due modi di pensare. Le categorie confuse si presentano quando esaminiamo gli oggetti e registriamo senza discernimento le correlazioni tra

le loro caratteristiche. Il loro potere predittivo deriva dalla somiglianza: se A condivide alcune caratteristiche con B, probabilmente ne condivide anche altre. Queste categorie registrano le affinità presenti nella realtà. Le categorie ben definite, al contrario, vanno a scovare le leggi che determinano quelle affinità: emergono, insomma, dalle teorie intuitive che esprimono le nostre migliori congetture sui meccanismi che fanno girare il mondo. Il loro potere predittivo deriva dalla deduzione: se A implica B, e A è vero, è vero anche B<sup>11</sup>.

La vera scienza è famosa per trascendere confuse sensazioni di somiglianza e andare a cogliere le leggi

soggiacenti. Le balene non sono pesci; gli esseri umani sono scimmie; la materia solida è in prevalenza spazio vuoto. Sebbene le persone comuni non pensino esattamente come gli scienziati, quando ragionano sul funzionamento del mondo anch'esse rinunciano a tener conto delle somiglianze. Fra capelli bianchi, capelli grigi e capelli neri, che coppia formereste? E fra una nuvola bianca, una nuvola grigia e una nuvola nera? La maggior parte delle persone rispondono che i capelli da scartare sono quelli neri, perché con la vecchiaia i capelli diventano grigi e poi bianchi; nel caso delle nuvole, invece, va lasciata da sola quella bianca, perché le nuvole grigie e nere portano la pioggia.

Oppure: ho un disco del diametro di sette centimetri e mezzo. Assomiglia di più a una moneta da un quarto di dollaro o a una pizza? E che cosa è più probabile che sia, un quarto di dollaro o una pizza? La maggior parte delle persone rispondono che è più simile a un quarto di dollaro, ma è più probabile che sia una pizza: le monete, questo è il loro ragionamento, devono avere una misura standard, mentre le pizze possono variare. Durante un'escursione in una foresta vergine notate un centopiedi, un bruco che gli assomiglia e la farfalla in cui si trasforma il bruco. Quanti tipi di animali avete trovato, e quali sono connessi fra loro? La maggior parte delle persone, in sintonia con i



biologi, si rende conto che il bruco e la farfalla sono lo stesso animale, ma il centopiedi e il bruco no, nonostante le apparenze indichino il contrario. Durante la vostra prima partita di pallacanestro vedete dei giocatori biondi in maglia verde che corrono con la palla verso il canestro est, e dei giocatori neri in maglia gialla che corrono con la palla verso il canestro ovest. Si sente il fischio ed entra un giocatore nero in maglia verde. Verso quale canestro correrà? Tutti sanno che sarà quello est.

Queste risposte che sfidano la somiglianza nascono da teorie intuitive sull'invecchiamento, la meteorologia, lo scambio economico, la biologia e le

coalizioni sociali, e fanno parte di sistemi più ampi di taciti presupposti sui tipi di entità esistenti e sulle leggi che li governano. Leggi che possono venire applicate in modo combinatorio nella mente per ricavare previsioni e inferenze su eventi cui non si è assistito. Ovunque le persone hanno semplici idee pertinenti la fisica, per prevedere come gli oggetti rotolano e rimbalzano; la psicologia, per prevedere che cosa pensano e fanno gli altri; la logica, per desumere delle verità da altre verità; l'aritmetica, per prevedere gli effetti dell'accumulare; la biologia, per ragionare sugli esseri viventi e i loro poteri; la consanguineità, per ragionare su rapporti di parentela ed eredità; e una

varietà di sistemi di regole sociali e legali. Questo capitolo ha in gran parte per oggetto tali teorie intuitive. Prima però dobbiamo chiederci: quando il mondo permette alle teorie (scientifiche o intuitive) di funzionare, e quando invece ci costringe tutti a ripiegare su categorie confuse definite da somiglianze e stereotipi?

Da dove provengono i nostri confusi raggruppamenti basati sulla somiglianza? Sono semplicemente quelle parti del mondo che comprendiamo così male da non riuscire ad afferrarne le leggi soggiacenti? Oppure il mondo ha davvero delle categorie che risultano confuse anche nel

nostro approccio più scientifico? La risposta dipende da quale parte del mondo guardiamo. La matematica, la fisica e la chimica hanno a che fare con categorie nette che obbediscono a teoremi e leggi, per esempio triangoli ed elettroni. Ma in tutti gli ambiti in cui gioca un ruolo la Storia, per esempio nella biologia, i membri scivolano continuamente dentro e fuori le categorie legittime, sfilacciandone i confini. Alcune categorie sono definibili, ma altre davvero confuse.

La maggior parte dei biologi considera le specie delle categorie legittime: esse rappresentano popolazioni che si sono isolate riproduttivamente e adattate ognuna al

proprio habitat. L'adattamento a una nicchia e l'accoppiamento tra consanguinei rende una popolazione omogenea, cosicché a un dato momento una specie è una vera e propria categoria del mondo che i tassonomisti possono identificare usando criteri ben definiti. Ma una categoria tassonomica superiore, che rappresenti i discendenti di una specie ancestrale, non funziona altrettanto bene. Quando gli organismi ancestrali si sono dispersi e i loro discendenti hanno perso i contatti, il bel quadro originario si è trasformato in un palinsesto. Se pettirossi, pinguini e struzzi hanno dei tratti in comune, ad esempio le penne, è perché sono i lontanissimi pronipoti di una singola

popolazione adattata al volo. Essi differiscono perché gli struzzi sono africani e adattati alla corsa, mentre i pinguini sono antartici e adattati al nuoto. Il volo, un tempo tratto distintivo di tutti gli uccelli, è oggi meramente parte del loro stereotipo.

Ma per gli uccelli, almeno, un tipo di categoria biologica netta in cui possono essere fatti rientrare esiste: un clado, un ramo specifico dell'albero genealogico degli organismi che rappresenta i discendenti di una singola popolazione ancestrale. Non ogni categoria di animali che ci è familiare può però essere assegnata a un unico ramo. Talvolta i discendenti di una specie divergono in modi così difformi da farsi

in alcuni casi quasi irriconoscibili. Allora, per mantenere la categoria quale la conosciamo, questi rametti vanno tagliati, e il ramo principale finisce con il ritrovarsi sfigurato da tronconi. Si trasforma così in una categoria confusa i cui confini sono definiti da somiglianze, una categoria priva di una definizione scientifica precisa<sup>12</sup>.

I pesci, per esempio, non occupano un ramo nell'albero della vita. Uno di essi, appartenente all'ordine dei dipnoi, generò gli anfibi, i cui discendenti comprendono i rettili, i cui discendenti comprendono gli uccelli e i mammiferi. Non esiste una definizione che si attagli a tutti i pesci e a essi soltanto, non c'è un ramo dell'albero della vita che

includa i salmoni e i dipnoi ma escluda le lucertole e le mucche. Su che cosa fare di categorie come i pesci, che sono ovvie per qualsiasi bambino ma non hanno una definizione scientifica perché non sono né specie né cladi, c'è un acceso dibattito fra i tassonomisti. Alcuni sostengono che qualcosa come un pesce non esiste: si tratta di un mero stereotipo da profani. Altri tentano di riabilitare le categorie comuni come quella dei pesci usando algoritmi computerizzati che suddividono le creature in gruppi in base alle proprietà che condividono. Altri ancora si meravigliano di tutto questo baccano; per loro, categorie come famiglie e ordini sono questioni di convenienza e



gusto, di quali somiglianze siano importanti in relazione a ciò di cui si sta discutendo.

La classificazione è particolarmente confusa nel punto in cui un ramo è stato tagliato, all'altezza del troncone, cioè, che rappresenta la specie estinta divenuta l'antenata di un nuovo gruppo. Un paleontologo ha definito la archeopterige fossile, ritenuta l'antenato degli uccelli, «un pessimo esempio di rettile, che dell'uccello non ha granché». La pratica anacronistica di includere a forza gli animali estinti nelle categorie moderne da essi generate era una cattiva abitudine dei primi paleontologi, e Gould, in *La vita meravigliosa*, ne parla in toni coloriti<sup>13</sup>.

Il mondo, insomma, ci presenta a volte categorie confuse, e il meglio che possiamo fare è registrare le somiglianze fra i loro membri. Ora possiamo rovesciare la domanda. Ci presenta mai, il mondo, categorie nette?

Nel suo libro *Women, Fire, and Dangerous Things*, il cui titolo riprende una categoria grammaticale confusa presente in un idioma australiano, il linguista George Lakoff sostiene che le categorie immacolate sono finzioni: un prodotto della cattiva abitudine di cercare definizioni che abbiamo ereditato da Aristotele e di cui ora dobbiamo liberarci. Lakoff sfida i lettori a trovare nel mondo una categoria dai

confini netti. Mettetevi al microscopio, e i confini si fanno confusi. Prendete un esempio da manuale, «madre», una categoria dalla definizione apparentemente nitida: «genitrice». Nitida, sì? E le facenti funzione di madre? Le madri adottive? Le donatrici di ovuli? Oppure prendete le specie. Si presume che una specie, a differenza di categorie più vaste e controverse come i «pesci», abbia una definizione chiara: di solito, quella di popolazione di organismi i cui membri si possono accoppiare per generare una prole fertile. Ma anche questa certezza si dilegua quando osserviamo le cose da vicino. Vi sono specie in graduale mutamento, disseminate su vasti

territori, in cui un animale dell'estremità ovest dello spettro può accoppiarsi con un animale del centro, e un animale del centro può accoppiarsi con uno dell'est, ma un animale dell'ovest non può accoppiarsi con un animale dell'est<sup>14</sup>.

Queste osservazioni sono interessanti, ma credo che trascurino un punto importante. I sistemi di regole sono idealizzazioni che astraggono dagli aspetti complicati della realtà. Non sono mai visibili in forma pura, ma non per questo sono meno reali. Se nessuno ha mai visto un triangolo senza spessore, un piano privo d'attrito, la massa di un punto, un gas ideale o una popolazione infinita che s'incrocia in modo casuale, non è perché si tratti di inutili

invenzioni, ma perché questi elementi sono nascosti dietro la complessità e finitezza del mondo e dietro molti strati di interferenze. Il concetto di «madre» è perfettamente ben definito all'interno di parecchie teorie idealizzate. Nella genetica dei mammiferi, una madre è la fonte della cellula sessuale che porta sempre un cromosoma X. In biologia evoluzionistica, è la produttrice del gamete più grande. Nella fisiologia dei mammiferi, è la sede della crescita prenatale e della nascita; in genealogia, è l'antenata più prossima; in alcuni contesti legali, è la tutrice del figlio e la sposa di suo padre. Il concetto polivalente di «madre» fa assegnamento su un'idealizzazione delle idealizzazioni

in cui tutti i sistemi pescano le stesse entità: chi fornisce l'ovulo nutre l'embrione, partorisce la prole, l'alleva e sposa il donatore di sperma. Come l'attrito non confuta le teorie di Newton, così gli stravaganti sovvertimenti dell'allineamento idealizzato di genetica, fisiologia e giurisprudenza non rendono più confusa la categoria di «madre» all'interno di ciascuno di questi sistemi. Le nostre teorie, popolari o scientifiche che siano, possono superare, grazie all'idealizzazione, la confusione del mondo e metterne a nudo le soggiacenti forze causali<sup>15</sup>.

Quando si parla della tendenza della mente umana a disporre le entità in scatole organizzate attorno a uno

stereotipo, non si può non pensare alla tragedia del razzismo. Se la gente crea stereotipi anche sui conigli e i pesci, vuol dire che il razzismo ci viene naturale? E se il razzismo è tanto naturale quanto irrazionale, ne consegue che l'amore per gli stereotipi è un virus nel nostro software cognitivo? Molti psicologi sociali e cognitivi risponderebbero di sì. Essi collegano gli stereotipi etnici a una iperprontezza a formare categorie e a un'insensibilità alle leggi della statistica, le quali dimostrerebbero che quegli stereotipi sono falsi. Una volta, su internet, un gruppo di discussione per modellatori di reti neurali si è lanciato in un dibattito su quali tipi di algoritmi di

apprendimento avrebbero modellato meglio il protagonista del serial televisivo *All in the family*, Archie Bunker, stereotipo dell'americano di mentalità chiusa e tendenzialmente razzista. I partecipanti sostenevano che le persone sono razziste quando le loro reti neurali hanno prestazioni mediocri o sono prive di buoni esempi su cui addestrarsi. Se soltanto potessero usare una giusta regola di apprendimento e assorbire dati sufficienti, le nostre reti neurali trascenderebbero i falsi stereotipi e registrerebbero in modo corretto i fatti dell'uguaglianza umana.

Alcuni stereotipi etnici sono in effetti basati su cattive statistiche o addirittura nessuna; sono il prodotto di una



psicologia coalizionale che automaticamente denigra gli outsider (se ne parlerà nel [capitolo VII](#)). Altri possono essere basati su buone statistiche riguardanti persone inesistenti, i personaggi virtuali che incontriamo ogni giorno sul grande e sul piccolo schermo: italiani socievoli, terroristi arabi, trafficanti di droga di pelle nera, maestri di Kung fu asiatici, spie britanniche, e così via<sup>16</sup>.

Purtroppo, però, alcuni stereotipi possono essere basati su buone statistiche riguardanti persone reali. Attualmente, negli Stati Uniti, esistono vere e grandi differenze tra i gruppi etnici e razziali per quanto concerne il rendimento scolastico medio e le

percentuali di crimini violenti. (Le statistiche, è naturale, non dicono niente sull'ereditarietà o altre presunte cause). Le valutazioni di queste differenze da parte della gente comune sono piuttosto accurate; in alcuni casi, le persone che hanno contatti più frequenti con un gruppo minoritario, come per esempio gli assistenti sociali, calcolano in modo più pessimistico, e purtroppo più esatto, la frequenza di tratti negativi come il generare figli illegittimi e la dipendenza dal welfare. Una persona abile che creasse delle categorie basate sulle statistiche potrebbe ricavarne degli stereotipi razziali e applicarli a casi individuali per prendere delle decisioni dal punto di vista attuariale ineccepibili,

ma dal punto di vista morale ripugnanti. Questo comportamento è razzista non perché è irrazionale (nel senso di statisticamente discutibile), ma perché irride al principio etico secondo cui è sbagliato giudicare un individuo ricorrendo alle statistiche relative a un gruppo razziale o etnico. L'argomento contro l'intolleranza, insomma, non si richiama ai criteri seguiti da un categorizzatore statistico razionale, ma a un sistema di regole, in questo caso a una regola etica, che ci dice quando togliere la parola ai nostri categorizzatori statistici<sup>17</sup>.

*Curriculum essenziale*

Avete passato in rassegna i vari canali della televisione, vi siete fermati su una replica della serie *L.A. Law* e volete sapere perché quell'arpia dell'avvocato Rosalind Shays sta piangendo sul banco dei testimoni. Se qualcuno si mettesse a spiegarvi che il volume del fluido nei suoi condotti lacrimali è aumentato fino al punto in cui la pressione ha superato di tot la tensione di superficie, darestes un taglio alla conferenza. Quello che volete scoprire è che lei spera di vincere una causa contro i suoi ex-datori di lavoro, e sta versando lacrime di coccodrillo per convincere la giuria che il licenziamento l'ha messa a terra. Ma se guardaste il successivo episodio e voleste sapere

perché Rosalind sia precipitata in fondo al pozzo dell'ascensore dopo averne accidentalmente varcata la porta aperta, le sue motivazioni sarebbero irrilevanti per chiunque eccetto che per un fanatico freudiano. La spiegazione è che il moto di un corpo in caduta libera, Rosalind Shays compresa, accelera a un ritmo di 9,8 metri al secondo per ogni secondo.

Ci sono molti modi per spiegare un evento, e alcuni sono migliori di altri<sup>18</sup>. Anche se un giorno i neuroscienziati decodificheranno l'intero schema circuitale del cervello, il comportamento umano acquista il massimo di senso quando è spiegato in termini di convinzioni e desideri, non di volt e grammi. La fisica non ci fa intuire

niente delle macchinazioni di un astuto avvocato, e non ci illumina nemmeno su molti atti più semplici compiuti dagli esseri viventi. Come ha osservato Richard Dawkins, «se gettiamo in aria un uccello morto, esso descriverà un'elegante parabola, esattamente come dicono i libri di fisica parlando del moto di proiezione, dopo di che cadrà al suolo e vi resterà immobile. Esso si comporta come dovrebbe comportarsi un corpo solido con una determinata massa e una determinata resistenza aerodinamica. Se gettiamo in aria un uccello vivo, esso non descriverà una parabola e non verrà a fermarsi al suolo, ma volerà via e potrebbe non toccare più terra finché non sarà oltre i confini

di questa provincia»<sup>19</sup>. Noi comprendiamo uccelli e piante nei termini dei loro visceri. Per sapere perché si muovono e crescono, li sezioniamo e ne mettiamo dei pezzetti sotto il microscopio. Per manufatti come una sedia o un piede di porco abbiamo bisogno di un altro tipo di spiegazione: la definizione della funzione che l'oggetto è designato a adempiere. Sarebbe sciocco spaccare una sedia e metterne dei pezzi sotto il microscopio per cercare di capire perché sia fornita di una superficie orizzontale stabile. La spiegazione è che qualcuno ha progettato la sedia perché sostenesse un sedere umano.

Molti scienziati cognitivi ritengono

che, per quanto riguarda i suoi modi principali di dare un senso al mondo, la mente sia dotata di teorie o moduli intuitivi innati. Ci sono moduli per gli oggetti e per le forze, per gli esseri animati, per i manufatti, per le menti, e per entità naturali come gli animali, le piante e i minerali. Non prendete alla lettera il termine «teoria», perché, come abbiamo visto, le persone non si comportano davvero come gli scienziati. Non prendete troppo sul serio neanche la metafora del «modulo»: la gente può combinare e mettere in rapporto i suoi modi di conoscere. Un concetto come «gettare», per esempio, salda insieme un'intenzione (psicologia intuitiva) e un movimento (fisica intuitiva). E spesso



applichiamo dei modi di pensare a oggetti cui non erano destinati, come in certi spettacoli comici (dove vediamo una persona come un oggetto), nelle religioni animistiche (dove un albero o una montagna hanno una mente) e nelle storie di animali antropomorfici (dove ad avere mente umana sono le bestie). Come ho già detto, io preferisco pensare ai modi di conoscere in termini anatomici, come a sistemi mentali, organi e tessuti, sull'esempio del sistema immunitario, del sangue o della pelle. Grazie alle loro strutture specializzate, essi adempiono a funzioni specializzate, ma non necessariamente si presentano in pacchetti a chiusura ermetica. Aggiungerei inoltre che

l'elenco delle teorie o moduli o modi di conoscere intuitivi è certamente troppo povero. Gli scienziati cognitivi pensano alle persone come a dei Mr Spock di *Star Trek* senza quelle sue buffe orecchie. Un inventario più realistico dovrebbe includere modi di pensare e di sentire relativi a pericolo, contaminazione, status, dominio, equità, amore, amicizia, sessualità, figli, parenti e l'Io. Li prenderemo in esame nei capitoli successivi.

Dire che i diversi modi di conoscere sono innati non equivale a dire che la conoscenza è innata. Sul frisbee, le farfalle e gli avvocati, abbiamo ovviamente tutto da imparare. Quando parlo di moduli innati non intendo

minimizzare l'apprendimento, ma piuttosto spiegarlo. L'apprendimento implica qualcosa di più della registrazione dell'esperienza: richiede di esprimere quella registrazione in modo che produca generalizzazioni utili. Un videoregistratore è bravissimo a registrare, ma nessuno considererebbe questa versione moderna della tabula rasa un paradigma dell'intelligenza. Quando vediamo gli avvocati in azione, tiriamo conclusioni sui loro obiettivi e valori, non sulle traiettorie delle loro lingue e dei loro arti. Obiettivi e valori sono uno dei vocabolari in cui esprimiamo mentalmente le nostre esperienze. Non possono essere costruiti mediante concetti più semplici desunti

dalla nostra conoscenza fisica, nel modo in cui, per esempio, prendendo «massa» e «velocità» si può approdare a «quantità di moto», o partendo da «energia» e «tempo» si può costruire «potenza». Sono primitivi o irriducibili, e i concetti di livello superiore sono definiti in base a essi. Per capire l'apprendimento in altri campi dobbiamo trovare i rispettivi vocabolari.

Dato che un sistema combinatorio qual è un vocabolario può generare un vasto numero di combinazioni, ci si potrebbe chiedere se i pensieri umani possano essere generati da un singolo sistema, una sorta di esperanto multiuso della mente. Ma anche un sistema

combinatorio molto potente ha i suoi limiti. Una calcolatrice può sommare e moltiplicare una sfilza incredibile di numeri, ma non compiterà mai una frase. Un word processor affidabile può trascrivere la biblioteca infinita di Borges in tutte le combinazioni di caratteri, ma non potrà mai sommare le quantità di lettere che trascrive. I moderni computer digitali possono fare molto con poco, ma questo «poco» include comunque dei vocabolari distinti, preinstallati, per i testi, la grafica, la logica e diversi tipi di numerazione. Quando i computer sono programmati per ragionare come sistemi di intelligenza artificiale, devono possedere una comprensione congenita

delle categorie fondamentali del mondo: oggetti, che non possono essere simultaneamente in due posti; animali, che vivono per un unico intervallo di tempo; persone, che non amano il dolore via dicendo<sup>20</sup>. Questo è altrettanto vero per la mente umana. Anche una dozzina di vocabolari mentali innati (idea folle e insensata, secondo i critici) sarebbero pochi per esprimere in parole la totalità del pensiero e dei sentimenti umani, dai significati delle cinquecentomila parole contenute nell'Oxford English Dictionary alle trame dei mille e uno racconti di Shahrazad.

Noi viviamo in un mondo materiale, e una delle prime cose che dobbiamo capire nella vita è come gli oggetti

cozzino gli uni contro gli altri o cadano giù per la tromba dell'ascensore. Fino a tempi recenti, tutti pensavano che il mondo del neonato fosse un caleidoscopio di sensazioni, una «baluginante, ronzante confusione», secondo le memorabili parole di William James. Piaget affermava che i bambini molto piccoli sono creature senso-motorie, inconsapevoli che gli oggetti restano uniti e persistono nel tempo e che il mondo funziona in base a leggi esterne piuttosto che in base alle loro azioni. Essi sarebbero come l'uomo della famosa poesia umoristica che prende a bersaglio l'idealismo di Berkeley:

«Dio» disse un uomo un giorno  
«deve trovarlo ben singolare,  
a vedere quest'albero restare  
quando non c'è nessuno intorno».

Ai filosofi piace moltissimo sottolineare che la convinzione che il mondo sia un'allucinazione o che gli oggetti non esistano quando non li si guarda non è confutabile da nessuna osservazione. Un neonato potrebbe sperimentare «baluginii e ronzii» per tutta la vita se non fosse provvisto di un meccanismo mentale capace di interpretarli quali segni esteriori di oggetti duraturi che seguono leggi meccaniche. Dovremmo aspettarci che un qualche riconoscimento della fisica i bambini lo



manifestino fin dall'inizio.

A dirci com'è, piuttosto che com'era, essere bambini, possono essere soltanto accurati studi di laboratorio. Purtroppo, i neonati sono soggetti sperimentali difficili, peggiori dei topi e dei quindicenni. Non possono essere facilmente condizionati, e non parlano. Ma c'è una tecnica ingegnosa, perfezionata dalle psicologhe Elizabeth Spelke e Renée Baillargeon, che sfrutta al massimo un'attività in cui i bambini sono bravissimi: annoiarsi. Quando essi vedono la solita vecchia storia ripetersi a non finire, manifestano la noia voltando la testa dall'altra parte. Ma basta che appaia qualcosa di nuovo, ed eccoli rianimarsi e farsi attenti. Ora,

«vecchia storia» e «nuova storia» sono nella mente dell'osservatore. Vedendo che cos'è che ravviva l'interesse dei bambini e che cos'è che ne prolunga la noia, possiamo intuire quali cose vedono come le stesse e quali come diverse: ossia, come categorizzano l'esperienza. Particolarmente istruttivo è quando uno schermo prima blocca una parte della visione del bambino e poi cade, mostrandogli tutta la scena: si può cercare di capire, allora, che cosa il bambino stava pensando sulla parte invisibile del suo mondo. Se i suoi occhi, tolto lo schermo, vengono attratti solo per un attimo e poi si mettono a vagare, possiamo dedurre che la scena è rimasta per tutto il tempo nel suo occhio

della mente. Se lo sguardo resta fisso più a lungo, possiamo dedurre che gli è giunta come una sorpresa.

Esperimenti del genere vengono di solito condotti su bambini che non hanno meno di tre-quattro mesi, sia perché si comportano meglio di quelli più piccoli, sia perché in loro visione stereoscopica, percezione del moto, attenzione e acuità visive sono appena maturate. Da soli, i test non possono stabilire che cosa sia o non sia innato. I bambini di tre mesi non sono nati da pochi istanti, e tutto quello che sanno potrebbero quindi, in teoria, averlo imparato. D'altra parte hanno ancora una lunga strada da compiere quanto a maturazione, quindi qualunque cosa possano venire a sapere in seguito

potrebbe venir fuori senza che l'apprendimento c'entri niente, proprio come spuntano i denti o i peli del pube. Ma i risultati degli esperimenti, dicendoci che cosa fanno i bambini a quale età, riducono le opzioni.

Spelke e Philip Kelman volevano scoprire che cosa veniva trattato dai bambini piccoli come un oggetto. Ricordiamo, dal [capitolo IV](#), che neanche per un adulto è facile dire che cosa sia un «oggetto». Un oggetto può essere definito come una porzione del campo visivo dotata di una sagoma ben delineata, un elemento di colore e tessitura omogenei, o un assemblaggio di pezzi che hanno un movimento comune. Spesso queste definizioni selezionano

gli stessi elementi, ma, quando non avviene, è il movimento comune a spuntarla. Quando i pezzi si muovono insieme, li vediamo come un singolo oggetto; quando vanno ognuno per la sua strada, come oggetti separati. Il concetto di oggetto è utile perché i frammenti di materia attaccati gli uni agli altri in genere si muovono insieme. Biciclette, piante di vite e lumache sono irregolari agglomerati di materie diverse, ma, se ne afferrate un'estremità e tirate, tutto il resto viene dietro.

Kelman e Spelke hanno annoiato i bambini con due bastoncini che spuntavano da dietro i bordi superiore e inferiore di un grande schermo. L'interrogativo era se i piccoli

avrebbero visto i bastoncini come parti di un singolo oggetto. Quando veniva tolto lo schermo, essi vedevano o un unico bastoncino lungo o due corti con uno spazio vuoto in mezzo. Se avevano visualizzato un singolo oggetto, allora vedere un singolo oggetto sarebbe stata una noia; vederne due, al contrario, sarebbe stata una sorpresa. Se avevano pensato che i due bastoncini fossero due oggetti distinti, vedere un unico oggetto sarebbe stata una sorpresa, e vederne due una noia. Con esperimenti di controllo si è misurato per quanto tempo i bambini guardavano un oggetto e per quanto tempo due senza aver visto niente in precedenza, e questi tempi di riferimento venivano poi detratti.

Ci si sarebbe potuto aspettare che i bambini vedessero i due pezzi come due pezzi, o che, nel caso li unissero mentalmente, usassero come criteri tutte le correlazioni fra i tratti che definiscono un oggetto: sagome ben delineate, colori comuni, tessiture comuni e movimenti comuni. Ma è evidente che i bambini si fanno molto precocemente un'idea dell'entità «oggetto», e quest'idea è il fulcro di quello che sarà il concetto adulto: parti che si muovono insieme. Quando i due bastoncini che spuntavano da dietro lo schermo si muovevano avanti e indietro in tandem, i bambini li vedevano come un unico oggetto ed erano sorpresi se la scomparsa dello schermo ne rivelava

due. Quando non si muovevano, non si aspettavano che costituissero un unico oggetto, anche se i pezzi visibili avevano lo stesso colore e la stessa tessitura. Quando da dietro il bordo superiore spuntava un bastoncino e da dietro quello inferiore un poligono frastagliato color rosso, e si muovevano avanti e indietro in tandem, i bambini si aspettavano che essi fossero connessi, anche se non avevano in comune nient'altro che il movimento.

Anche in altri principi di fisica intuitiva il bambino è un precursore dell'adulto. Uno è il principio per cui un oggetto non può passare attraverso un altro oggetto come un fantasma. Renée Baillargeon ha mostrato che i bambini di



quattro mesi rimangono sorpresi quando un pannello, posto davanti a un cubo, riesce in qualche modo a cadere all'indietro e a finire faccia a terra, passando proprio attraverso lo spazio che dovrebbe essere occupato dal cubo. Spelke e colleghi hanno dimostrato che i bambini piccoli non si aspettano che un oggetto passi attraverso una barriera o attraverso un varco più stretto dell'oggetto stesso.

Un secondo principio è che gli oggetti si muovono lungo traiettorie continue: non possono sparire da un posto e materializzarsi in un altro, come nella cabina da viaggio nel tempo dell'*Enterprise*. Quando un bambino vede un oggetto passare dietro il bordo

sinistro di uno schermo a sinistra, e poi lo vede riapparire da dietro il bordo destro di uno schermo a destra, senza passare per lo spazio vuoto tra i due schermi, presume di vedere due oggetti. Quando vede un oggetto passare dietro lo schermo di sinistra, riapparire dall'altro lato, attraversare lo spazio vuoto e poi passare dietro lo schermo di destra, presume di vedere un oggetto solo.

Un terzo principio è che gli oggetti sono coesi. I bambini piccoli rimangono sorpresi se una mano afferra quello che sembra un oggetto e una parte di esso rimane dov'è.

Un quarto principio è che gli oggetti si spostano l'un l'altro solo per contatto:

non c'è azione a distanza. Dopo aver ripetutamente visto passare un oggetto dietro uno schermo e saltarne fuori un altro, i bambini si aspettano di vedere il primo lanciare in aria il secondo colpendolo come una palla da biliardo. Rimangono sorpresi quando, caduto lo schermo, vedono il primo fermarsi di botto un po' prima del secondo e quest'ultimo saltar su per conto suo.

I bambini di tre-quattro mesi, insomma, vedono gli oggetti, li ricordano e si aspettano che obbediscano, nel muoversi, alle leggi della continuità, della coesione e del contatto. Non sono in preda alla confusione come pensavano James, Piaget, Freud e altri. Come ha affermato

lo psicologo David Geary, la «baluginante, ronzante confusione» di James è una buona descrizione della vita dei genitori, non dei bambini. La scoperta confuta anche l'ipotesi che i bambini piccoli facciano sì che il loro mondo smetta di girare manipolando oggetti, camminandoci attorno, parlandone o sentendone parlare. I bambini di tre mesi sanno a malapena orientarsi, vedere, toccare, allungare una mano, figurarsi manipolare, camminare, parlare e capire. Le tecniche standard dell'interazione, del feedback e del linguaggio non potrebbero insegnare loro niente. Tuttavia, sanno assennatamente capire un mondo stabile e retto da leggi<sup>21</sup>.

È ancora presto però perché i genitori, orgogliosi, chiedano per i loro figli l'ammissione al MIT. I bambini piccoli hanno, nel migliore dei casi, un'idea un po' incerta della gravità. Sono sorpresi quando una mano spinge una scatola giù dal tavolo ed essa rimane sospesa a mezz'aria, ma il minimo contatto con il bordo del tavolo o con la punta di un dito è sufficiente perché si comportino come se non fosse successo nulla di strano. E non sono sconcertati quando uno schermo si solleva rivelando un oggetto in caduta che ha sfidato la gravità fermandosi a mezz'aria. Tanto meno sono perplessi quando una palla rotola dritto sopra un grande buco in un tavolo senza caderci

dentro. Neanche l'inerzia è il loro forte. Se una palla rotola verso un angolo di una scatola coperta e poi si accorgono che è finita in un altro angolo, per esempio, non fanno una piega.

D'altra parte, neanche gli adulti sono dei geni in fatto di gravità e inerzia. Gli psicologi Michael McCloskey, Alfonso Caramazza e Bert Green hanno chiesto a un gruppo di studenti universitari che cosa accadrebbe se una palla fosse sparata fuori da un tubo curvo o venisse fatta roteare attaccata a una corda e poi, di colpo, si tagliasse quest'ultima. È deprimente, ma una consistente minoranza, inclusi parecchi studenti di fisica, ha risposto che le palle continuerebbero a muoversi lungo una

traiettoria curva. (La prima legge di Newton dice che un corpo in movimento, a meno che non subisca l'azione di una forza, continua a muoversi in linea retta). Gli studenti spiegavano che l'oggetto acquista una «forza» o un «momento» (alcuni di loro, ricordando il gergo scientifico ma non il concetto, lo chiamavano «momento angolare»), che lo spinge lungo la curva, finché, esauritasi questa «forza», il suo percorso si fa rettilineo. Le loro convinzioni vengono fuori dritte dalla teoria medievale secondo cui l'«impeto» impresso a un corpo, finché gradualmente non viene meno, ne guida il movimento.

Spropositi del genere sono frutto di

coscienti teorizzazioni, non di quanto ci si aspetta di vedere. Quando le risposte che hanno dato con carta e penna vengono tradotte in un'animazione al computer, le persone, al vederle, scoppiano a ridere come quando vedono Wile E. Coyote dare la caccia al Road Runner oltre una rupe e fermarsi a mezz'aria prima di precipitare di sotto. Ma le concezioni cognitive sbagliate hanno radici profonde. Lancio una palla verso l'alto. Dopo che ha lasciato la mia mano, quali forze agiscono su di essa mentre sale, quando giunge al culmine, e nello scendere? È quasi impossibile non pensare che la velocità acquisita porti la palla in alto contro la forza di gravità, che poi le forze si pareggino, e infine la



gravità prenda il sopravvento e spinga giù la palla. La risposta corretta, invece, è che l'unica forza in campo è la gravità, ed è essa ad agire per tutto il tempo. Il linguista Léonard Talmy fa notare che la teoria dell'impeto permea il nostro linguaggio. Quando diciamo che la palla continuava a rotolare perché il vento la spingeva, attribuiamo alla palla un'intrinseca tendenza alla quiete. Quando diciamo che il bordo ha trattenuto la matita sul tavolo, assegniamo alla matita una tendenza al movimento e, per di più, ci facciamo beffe della terza legge di Newton (azione uguale a reazione) imputando una forza maggiore al bordo. Talmy, come la maggior parte degli scienziati

cognitivi, ritiene che siano le concezioni a guidare il linguaggio, e non viceversa<sup>22</sup>.

Quando si tratta di movimenti più complicati, anche la percezione ci viene meno. Gli psicologi Dennis Proffitt e David Gilden hanno rivolto a persone semplici domande su trottole, ruote che rotolano già per una rampa, palle che cozzano l'una contro l'altra e spinte di Archimede. Anche i professori di fisica, se non viene loro concesso di armeggiare con le equazioni su un pezzo di carta, sbagliano le risposte. (A lasciarli fare, invece, passano un quarto d'ora a lavorarci sopra e poi proclamano che il problema è «banale»). Quando si tratta di questo

tipo di movimenti, le animazioni al video di eventi impossibili sembrano del tutto naturali. Anzi, sono gli eventi possibili a sembrare innaturali: una trottola che s'inclina senza cadere è fonte di meraviglia per tutti noi, anche per i fisici<sup>23</sup>.

Non è sorprendente scoprire che la mente è non-newtoniana. I moti idealizzati della meccanica classica sono visibili solo in masse puntiformi perfettamente elastiche che si muovano nel vuoto su piani privi di attrito. Nel mondo reale le leggi di Newton sono mascherate dall'attrito dell'aria, del suolo e delle stesse molecole degli oggetti. Poiché l'attrito rallenta qualunque cosa si muova e mantiene

fermi gli oggetti in stato di quiete, è naturale pensare che gli oggetti abbiano un'intrinseca tendenza alla quiete. Come hanno osservato gli storici della scienza, sarebbe stato ben difficile convincere un europeo medievale indaffarato a liberare dal fango un carro trainato da buoi che un corpo in movimento persiste in una velocità costante lungo una linea retta finché non intervengono forze esterne. Moti complessi come quelli della trottola e della ruota presentano un doppio svantaggio. Dipendono da macchine senza precedenti evolucionistici, caratterizzate da attriti trascurabili, e sono governati da complesse equazioni che connettono molte variabili nello stesso tempo; il

nostro sistema percettivo ne può gestire solo una per volta, anche nelle circostanze più favorevoli.

Persino il neonato più intelligente ha un sacco da imparare. I bambini crescono in un mondo di sabbia, velcro, colla, palle di spugna, palloncini, boomerang, telecomandi, oggetti appesi a lenze quasi invisibili e innumerevoli altre cose le cui peculiari proprietà sopraffanno le generiche predizioni delle leggi di Newton. La precocità dimostrata dai bambini piccoli in laboratorio non li esime dal dover imparare, riguardo agli oggetti, però rende l'imparare possibile. Se i bambini non estraessero dal mondo gli oggetti, o se fossero pronti a credere che questi

ultimi possono magicamente sparire e riapparire altrove, non disporrebbero di appigli a cui riferire le loro scoperte sulla collosità, il soffice, il molliccio e così via. E neppure potrebbero sviluppare le intuizioni presenti nella teoria di Aristotele, nella teoria dell'impeto, nella teoria di Newton o nella teoria di Wile E. Coyote. Una fisica intuitiva attinente al nostro mondo di medie dimensioni deve riferirsi alla materia durevole e ai suoi moti legittimi, e i bambini vedono il mondo in questi termini fin dall'inizio.

Ecco la trama di un film. Il protagonista lotta per raggiungere un obiettivo. Un antagonista si mette di

mezzo. Grazie a qualcuno che l'aiuta, il protagonista alla fine ce la fa. Non si tratta, però, di un eroe spaccone che, mosso da un ideale romantico, sconfigge un vile malvagio. Gli attori sono tre puntini. Uno sale per un po' su per un piano inclinato, poi scende e sale di nuovo, finché non arriva quasi in cima. Un altro gli sbatte contro all'improvviso, e allora torna indietro. Un terzo lo tocca appena e si muove insieme a lui verso la sommità del piano. È impossibile non farsi l'idea che il primo puntino stia cercando di salire il pendio, che il secondo lo ostacoli e che il terzo lo aiuti a raggiungere l'obiettivo.

Gli autori del film sono gli psicologi

sociali Fritz Heider e M. Simmel. D'accordo con molti psicologi dello sviluppo, essi giungono alla conclusione che le persone interpretano certi movimenti non come casi speciali della loro fisica intuitiva (magari come magici oggetti a molla), ma come tipi del tutto diversi di entità. Vedono in certi oggetti degli agenti animati, riconoscibili per la loro capacità di contravvenire alla fisica intuitiva mettendosi in movimento, fermandosi, deviando o accelerando senza spinte esterne, specie quando avvicinano o evitano persistentemente qualche altro oggetto. Si immagina che questi agenti abbiano insita una fonte rinnovabile di energia, una forza, un impeto o una vitalità che usano per



mettersi in movimento, in genere al servizio di uno scopo<sup>24</sup>.

Questi agenti sono gli animali, ovviamente, esseri umani inclusi. La scienza ci dice che essi seguono le leggi fisiche, come qualsiasi altra cosa nell'universo; solo che la materia in movimento consiste di minuscole molecole nei muscoli e nel cervello. Fuori dal laboratorio di neurofisiologia, però, il pensiero comune non può che assegnarli a una diversa categoria di causatori incausati.

I bambini piccoli giungono precocemente a dividere il mondo tra animato e inerte. A tre mesi sono turbati da un volto che di colpo s'immobilizza, ma non da un oggetto che si ferma

altrettanto di colpo. Cercano di attirare gli oggetti verso di sé spingendo delle cose, ma per cercare di attirare verso di sé le persone fanno rumore. A sei-sette mesi distinguono tra come le mani agiscono sugli oggetti e come agiscono sugli oggetti altri oggetti. Hanno aspettative opposte su ciò che fa muovere le persone e ciò che fa muovere gli oggetti: gli oggetti si mettono in movimento l'un l'altro collidendo; le persone si muovono e si fermano ognuna per conto suo. A dodici mesi, interpretano cartoni animati in cui vedono dei puntini muoversi come se i puntini perseguissero un obiettivo. Non rimangono sorpresi, ad esempio, se un puntino, di fronte a un ostacolo sul suo

percorso verso un altro puntino, lo scavalca e rimosso l'ostacolo procede in linea retta. I bambini di tre anni descrivono i cartoni animati di puntini più o meno come facciamo noi, e non hanno alcun problema a distinguere tra cose che si muovono autonomamente, come gli animali, e cose che non lo fanno, come le figurine che li rappresentano, o come le bambole e le statue<sup>25</sup>.

Le intuizioni sugli agenti in grado di mettersi in movimento da soli hanno qualcosa in comune con altri tre importanti modi di conoscere. La maggioranza degli agenti sono animali, e gli animali) come le piante e i minerali, sono categorie che sentiamo date per

natura. Alcune cose che si mettono in movimento da sole, come le automobili e le bambole meccaniche, sono dei manufatti. E molti agenti non si limitano ad avvicinare ed evitare obiettivi, ma agiscono in base a convinzioni e desideri; ossia, hanno una mente. Prendiamo in esame questi tre fattori uno per uno.

Ovunque le persone sono bravi biologi dilettanti. Amano osservare animali e piante, classificarli in gruppi che i biologi riconoscono, predirne i movimenti e i cicli vitali, e usare i loro succhi come medicine, veleni, condimenti per il cibo e piacevoli droghe. Questi talenti, che ci hanno

adattati alla nicchia cognitiva, provengono da un modo di comprendere il mondo detto biologia popolare, sebbene un termine più adatto potrebbe essere «scienza naturale popolare». Sulle entità naturali, grosso modo quelle che si trovano nei musei di Storia naturale, come animali, piante e minerali, le persone hanno certe intuizioni che non applicano ai manufatti, per esempio alle caffettiere, o a entità stabilite da regole ben precise, come i triangoli e i primi ministri<sup>26</sup>.

Qual è la definizione di leone? Si potrebbe dire «un grosso gatto feroce che vive in Africa». Ma supponiamo che si venga a scoprire che, a furia di cacciarli, in Africa i leoni si sono estinti

da un decennio, e ora sopravvivono solo negli zoo americani. Supponiamo che gli scienziati abbiano scoperto che i leoni non sono feroci per natura, ma lo diventano a causa di una famiglia squilibrata, altrimenti crescerebbero come Bert Lahr, il leone pavido del Mago di Oz. Supponiamo che salti fuori che non sono nemmeno dei gatti. Avevo un'insegnante che insisteva a dire che i leoni in realtà appartengono alla famiglia dei cani e, anche se si sbagliava, avrebbe potuto avere ragione: non è venuto fuori che le balene non sono pesci, bensì mammiferi? Ma se questo esperimento di pensiero si rivelasse vero, probabilmente sentireste che questi amabili cani americani sono

ancora in realtà dei leoni, anche se della definizione non sopravvivrebbe una sola parola. I leoni non hanno una definizione. Non sono descritti con precisione nemmeno dalla figura di un leone pubblicata sul dizionario vicino alla definizione della parola. Un leone meccanico realistico non ha lo stesso valore dell'animale vero, e si può immaginare di ottenere con un incrocio un leone a strisce che avrebbe più l'aria di una tigre, ma resterebbe pur sempre un leone<sup>27</sup>.

I filosofi affermano che il significato di un termine che designa qualcosa di naturale deriva dall'intuizione di un tratto nascosto o essenza che i membri condividono fra loro e con i primi

esemplari a essere stati chiamati con quel termine. Le persone non hanno bisogno di sapere qual è questa essenza, basta sapere che esiste. Alcuni probabilmente penseranno che la leoninità sia nel sangue; altri borbotteseranno qualcosa a proposito del DNA; altri ancora, pur senza avere la minima idea di che si tratti, sapranno che tutti i leoni la possiedono, qualsiasi cosa sia, e la trasmettono ai loro discendenti. Anche quando un'essenza è nota, non equivale a una definizione. I fisici dicono che l'oro è la materia con il numero atomico 79, e non potremmo sperare di meglio come essenza. Ma se avessero sbagliato i calcoli e saltasse fuori che l'oro è 78 e il platino 79, noi



non penseremmo che la parola *oro* corrisponde ora al platino né interverrebbe un gran cambiamento nel nostro modo di pensare all'oro. Confrontate queste intuizioni con il nostro modo di considerare dei manufatti come le caffettiere. Le caffettiere sono macchine per fare il caffè. Le possibilità che tutte le caffettiere abbiano un'essenza, che un giorno gli scienziati possano scoprirla, o che noi ci siamo sempre sbagliati sulle caffettiere e in realtà esse sono macchine per fare il tè, sono degne del Circo Volante dei Monty Python.

Se l'intuizione trainante alla base della fisica popolare è l'oggetto solido continuo, e se l'intuizione trainante alla

base della qualità di essere animato è una fonte interna e rinnovabile di energia, allora l'intuizione trainante alla base delle entità naturali è un'essenza nascosta. La biologia popolare viene definita essenzialistica. L'essenza ha qualcosa in comune con l'energia vitale che presiede ai movimenti degli animali, ma è anche avvertita come un qualcosa che assegna all'animale la sua forma, che ne guida la crescita e ne orchestra i processi vegetativi quali la respirazione e la digestione. Naturalmente, oggi sappiamo che questo *élan vital* è solo un minuscolo nastro di dati e una minuscola industria chimica all'interno di ogni cellula.

Le intuizioni sulle essenze hanno

origini antiche. Già prima di Darwin, il sistema di classificazione di Linneo usato dai biologi professionisti s'ispirava a vere e proprie categorie basate non sulla somiglianza, ma sulla costituzione interna. I pavoni maschi e i pavoni femmina erano classificati come lo stesso animale, e così il bruco e la farfalla in cui esso si trasforma. Alcuni animali simili fra loro, come le farfalle monarca e viceré, o topi e toporagni, erano inseriti in gruppi diversi a causa di sottili differenze nella loro struttura interna o nelle forme embrionali. La classificazione era gerarchica: ogni essere vivente apparteneva a una sola specie, ogni specie a un solo genere, e così via attraverso famiglie, classi,

ordini e *phyla*, fino ai regni vegetale e animale, tutti in un unico albero della vita. Confrontate questo sistema con quello di classificazione dei manufatti. Prendiamo per esempio le videocassette in una videoteca. Possono essere suddivise a seconda del genere, come film drammatici e musical, o del periodo, come novità e classici, o in ordine alfabetico, o per Paese d'origine, o in base a varie classificazioni incrociate, come per esempio novità straniera o musical classici. Non c'è un unico albero corretto delle videocassette.

Gli antropologi Brent Berlin e Scott Atran hanno scoperto che le tassonomie popolari di tutto il mondo seguono gli

stessi principi dell'albero di Linneo. Le persone raggruppano tutti gli animali e le piante locali in tipologie che corrispondono al «genere» del biologo. Dato che in una località c'è di norma solo una specie per genere, anche le loro categorie di solito concordano con le «specie» del biologo. Ogni genere della tassonomia popolare appartiene a una singola «forma di vita», come mammiferi, uccelli, funghi, erbe, insetti o rettili. Le forme di vita sono a loro volta animali o piante. Quando classificano gli esseri viventi, le persone passano sopra all'aspetto esteriore; per esempio, considerano alla stessa stregua rane e girini. E usano le classi per ragionare su come funzionano

gli animali, per capire per esempio quali possono accoppiarsi fra loro.

Uno dei migliori argomenti di Darwin a favore dell'evoluzione è che essa spiega come mai gli esseri viventi siano raggruppati gerarchicamente. L'albero della vita è un albero di famiglia. Se i membri di una specie paiono condividere un'essenza, è perché discendono da un antenato comune che l'ha trasmessa. Se le specie formano dei gruppi all'interno di altri gruppi, è perché si sono differenziate da antenati comuni ancora più antichi. Se gli aspetti embrionali e interni sono criteri più sensati dell'aspetto fisico, è perché riflettono meglio il grado di apparentamento<sup>28</sup>.

Darwin dovette combattere l'essenzialismo intuitivo dei suoi contemporanei perché, portato all'estremo, esso implicava che le specie non potevano cambiare. Un rettile ha un'essenza da rettile e non può evolvere in un uccello più di quanto il numero sette possa evolvere in un numero pari. In tempi a noi più vicini, negli anni Quaranta, il filosofo Mortimer Adler sosteneva che, come non ci può essere un triangolo con tre lati e mezzo, così non ci può essere niente di intermedio tra un animale e un essere umano, quindi gli esseri umani non possono essere il risultato di un'evoluzione. Darwin ha sottolineato che le specie sono popolazioni, non tipi

ideali, e i loro membri sono soggetti a variazioni; nel corso della loro storia potrebbero essere passate per forme intermedie<sup>29</sup>.

Oggi ci siamo spinti all'estremo opposto, e nella vita accademica moderna chiamare qualcuno «essenzialista» è il peggiore degli insulti. Nelle scienze, l'essenzialismo è equivalente al creazionismo. Nelle discipline umanistiche, l'etichetta sta a significare che si condividono convinzioni folli come quella per cui i sessi non sono costruzioni sociali, ci sono emozioni umane universali, esiste un mondo reale e così via. E nelle scienze sociali «essenzialismo» è andato a far compagnia a «riduzionismo»,



«determinismo» e «reificazione» quale termine offensivo di cui viene gratificato chiunque cerchi di spiegare il pensiero e il comportamento umani invece di ridescriverli. Ritengo sia un peccato che «essenzialismo» sia diventato un epiteto, perché in fondo designa la normale curiosità umana di scoprire ciò che fa funzionare i fenomeni della natura. L'essenzialismo è alla base del successo della chimica, della fisiologia e della genetica, e tutt'oggi i biologi sottoscrivono quotidianamente l'eresia essenzialista quando lavorano al Progetto Genoma Umano (ma ognuno ha un genoma diverso!) o sfogliano la *Gray's Anatomy* (ma i corpi variano!).

Quanto è radicato in profondità il

pensiero essenzialista? Gli psicologi Frank Keil, Susan Gelman e Henry Wellman hanno preso gli esperimenti di pensiero dei filosofi sulle entità naturali e li hanno sottoposti ai bambini. Dei dottori prendono una tigre, ne schiariscono il pelo e le cuciono addosso una criniera. È un leone o una tigre? I bambini di sette anni dicono che è ancora una tigre, ma quelli di cinque dicono che ora è un leone. Il risultato, preso alla lettera, suggerisce che i bambini più grandi sono essenzialisti per quanto riguarda gli animali, mentre i più piccoli no. (Nei confronti dei manufatti i bambini non sono mai essenzialisti, a nessuna età: se camuffate una caffettiera da mangiatoia per gli

uccelli, i bambini, come gli adulti, diranno che è una mangiatoia per gli uccelli).

Tuttavia, con indagini più accurate, si arriva a riscontrare la presenza di idee essenzialiste sugli esseri viventi anche nei bambini in età prescolare. Quelli di cinque anni negano che si possa fare oltrepassare a un animale il profondo confine che lo divide dalle piante o dai manufatti. Dicono per esempio che un porcospino che è stato «truccato» in modo da sembrare un cactus o una spazzola per capelli non è nessuna di queste due cose. Inoltre, i bambini in età prescolare pensano che una specie può essere trasformata in un'altra solo quando la trasformazione incide su una

componente permanente della costituzione dell'animale, non quando non fa altro che alterarne l'aspetto. Negano per esempio che un costume da leone trasformi una tigre in un leone. E sostengono che se a un cane si toglie la parte interna, l'involucro che rimane, pur dando l'impressione di un cane, non è affatto un cane, non può abbaiare né mangiare cibo per cani.

Ma se al cane si toglie la parte esterna e si conserva quella che del cane non ha neppure l'aria, esso resta pur sempre un cane e si comporta come un cane. I bambini in età prescolare hanno anche molto chiara l'idea dell'ereditarietà. Se si dice loro che un maialino viene allevato da una mucca,

sanno che crescendo non farà *muu* ma emetterà dei grugniti.

I bambini non si limitano a classificare gli animali come fanno con le figurine dei giocatori di baseball, ma usano le loro categorie per ragionare su come gli animali funzionano. In un esperimento sono state mostrate a bambini di tre anni le immagini di un fenicottero, di un merlo e di un pipistrello molto simile al merlo, dicendo loro che i fenicotteri nutrono i loro piccoli con cibo ridotto in poltiglia mentre i pipistrelli li nutrono con il latte, e chiedendo con che cosa pensavano che il merlo nutrisse i suoi piccoli. Senza nessun'altra informazione, i bambini si sono attenuti alle somiglianze esteriori e

hanno risposto che i merli, come i pipistrelli, danno ai loro piccoli del latte. Ma dicendo loro che il fenicottero è un uccello, i bambini hanno subito pensato che, nonostante l'aspetto fisico diverso, doveva comportarsi come il merlo, e hanno dichiarato che anche i merli danno ai loro piccoli cibo in poltiglia<sup>30</sup>.

I bambini hanno anche la percezione che le proprietà di un essere vivente esistono per mantenerlo in vita e aiutarlo a funzionare. Quelli di tre anni dicono che una rosa ha le spine perché questo aiuta la rosa, ma non che il filo spinato ha le punte perché questo aiuta il filo. Dicono che le chele sono utili al gambero, ma non che le ganasce sono

utili alle pinze. Questo senso di appropriatezza o adattamento non è una banale confusione fra bisogni psicologici e funzioni biologiche. Gli psicologi Giyoo Hatano e Kayoko Inagaki hanno dimostrato che i bambini sono ben consapevoli che i processi corporali sono involontari. Sanno che un uomo non può digerire la cena più in fretta per fare posto al dolce, né che può ingrassare solo desiderandolo<sup>31</sup>.

L'essenzialismo s'impara? I processi biologici sono troppo lenti e nascosti per mostrarli a un bambino tanto pronto ad annoiarsi, ma gli esperimenti sui bambini piccoli non sono l'unico modo per testare la conoscenza in assenza di esperienza. Un altro consiste nel

misurare la fonte dell'esperienza stessa. I piccoli di tre anni non hanno studiato biologia e hanno poche opportunità di avere esperienze delle parti interne o dei caratteri ereditari degli animali. Qualsiasi cosa abbiano imparato sulle essenze proviene presumibilmente dai genitori. Gelman e i suoi studenti hanno analizzato oltre quattromila frasi dette ai figli dalle madri a proposito di animali e di manufatti. Esse non avevano quasi mai parlato di parti interne, origini o essenze, e le rare volte che l'avevano fatto avevano parlato delle parti interne di manufatti. I bambini sono essenzialisti senza l'aiuto dei loro genitori.

I manufatti nascono con l'essere



umano. Noi foggiamo attrezzi, e via via che ci siamo evoluti i nostri attrezzi hanno foggiato noi. I bambini di un anno sono affascinati da ciò che gli oggetti possono fare per loro. Armeggiano ossessivamente con bastoncini per spingere, con tessuti e lacci per tirare e con supporti per sostenere le cose. Non appena possono essere sottoposti a test sull'utilizzo di attrezzi, attorno ai diciotto mesi, danno prova di capire che gli attrezzi devono essere in stretto rapporto con il materiale di cui sono fatti, e che durezza e forma sono più importanti in essi del colore o della decorazione<sup>32</sup>. Alcuni pazienti con lesioni al cervello non sanno dare un nome agli oggetti naturali, ma ai

manufatti sì, o viceversa; il che fa pensare che manufatti ed entità naturali potrebbero persino essere diversamente immagazzinati nel cervello<sup>33</sup>.

Che cos'è un manufatto? Un manufatto è un oggetto adatto a raggiungere uno scopo e che una persona destina a essere usato per raggiungere quello scopo. Tale misto di meccanica e psicologia fa dei manufatti una categoria strana. Essi non possono essere definiti in base alla loro forma o costituzione, ma solo in base a ciò che possono fare e a ciò che qualcuno, da qualche parte, vuole che facciano. Nel mio quartiere c'è un negozio che vende esclusivamente sedili, ma il suo assortimento è diversificato quanto quello di un grande

magazzino: include sgabelli, sedie da sala da pranzo con lo schienale alto, sedie reclinabili, poltrone a sacco, sedie costituite solo da telai e fasce elastiche o reti, amache, cubi di legno, poltrone di plastica a S e cilindri di gommapiuma. Sono tutti chiamati sedili perché hanno la funzione di offrire un supporto al nostro corpo. Il ceppo di un albero o la zampa di un elefante possono diventare un sedile se qualcuno decide di usarli a questo scopo. È probabile che in qualche foresta del mondo ci sia un intreccio di rami che per combinazione ha l'aria di un sedile, ma non sarà un sedile finché qualcuno non deciderà di trattarlo come tale. Concetto pienamente afferrato dai piccoli sottoposti

all'esperimento di Keil, che hanno accettato senza problemi la trasformazione della caffettiera in mangiatoia per uccelli.

Un fisico o geometra extraterrestre, a meno che non avesse la nostra stessa psicologia, rimarrebbe sconcertato da alcune delle cose che noi pensiamo esistano nel mondo, quando si tratta di manufatti.

Chomsky fa notare come si possa dire che il libro che John sta scrivendo peserà un paio di chili quando sarà pubblicato: «il libro» è sia un flusso di idee nella testa di John sia un oggetto provvisto di una massa. Noi parliamo di una casa rasa al suolo da un incendio e che viene ricostruita; in qualche modo, è

la stessa casa. Pensate un po' a che razza di oggetto dev'essere una «città», visto che possiamo dire: «Londra è così triste, brutta, e inquinata che dovrebbe essere distrutta e ricostruita duecento chilometri più in là».

Quando Atran ha affermato che la biologia popolare rispecchia quella professionale, è stato criticato perché categorie popolari come «verdura» e «animale domestico» non equivalgono ad alcun *taxon* della classificazione di Linneo. La sua risposta è che essi sono dei manufatti. Non soltanto sono definiti dai bisogni che soddisfano (cibi saporiti e gustosi; docili compagni), ma sono, alla lettera, prodotti dall'uomo. Millenni di incroci selettivi hanno creato il grano

a partire dall'erba e le carote a partire da una radice. E per rendersi conto che gli animali domestici sono anch'essi, per la maggior parte, creazioni dell'uomo, basta cercare di immaginare frotte di barboncini che scorrazzano nelle foreste primigenie<sup>34</sup>.

L'ipotesi di Daniel Dennett è che la mente, quando ha a che fare con i manufatti, assume un «atteggiamento progettuale», che si aggiunge all'«atteggiamento fisico» di quando ha a che fare con oggetti come le rocce e all'«atteggiamento intenzionale» di quando ha a che fare con altre menti. Nell'atteggiamento progettuale si attribuisce a un ipotetico o reale progettista un'intenzione. Alcuni oggetti

sono talmente adatti a raggiungere un risultato improbabile che l'attribuzione è facile. Come scrive Dennett: «Ci possono essere pochi dubbi su ciò a cui servono un'ascia o un telefono; non abbiamo certo bisogno di consultare la biografia di Alexander Graham Bell per cercare indizi su quello che aveva in mente». Altri oggetti, è ben noto, sono suscettibili di interpretazioni alternative, come i dipinti e le sculture, che sono talvolta fatti apposta per avere un disegno imperscrutabile. Altri ancora, come Stonehenge o un complesso di meccanismi rinvenuti in un relitto, hanno probabilmente una funzione, anche se non sappiamo quale. I manufatti, dipendendo dalle intenzioni umane, sono

soggetti a interpretazione e critica proprio come se fossero opere d'arte, attività che Dennett definisce «ermeneutica del manufatto»<sup>35</sup>.

E ora veniamo al modo della mente di conoscere altre menti. Siamo tutti psicologi. Analizziamo le menti non solo per seguire gli intrecci delle telenovelas, ma per capire le più semplici azioni umane.

Lo psicologo Simon Baron-Cohen esemplifica la questione ricorrendo a una storia: Mary entra in camera da letto, gironzola un po' ed esce. Come lo spiegate? Potreste dire che Mary stava cercando qualcosa che le serviva e che pensava fosse in camera da letto. O che



aveva udito un rumore proveniente dalla camera da letto e voleva sapere quale ne fosse la causa. O che c'è andata soprappensiero, e in realtà intendeva scendere al pianterreno. Ma certo non direste che tutti i giorni, a quell'ora, entra in camera da letto, ci gironzola e poi esce. Sarebbe innaturale spiegare la condotta umana nel linguaggio di tempo, distanza e massa proprio del fisico, e sarebbe anche sbagliato; se l'indomani tornaste sul posto per verificare la vostra ipotesi, vi accorgereste sicuramente che non è corretta. La nostra mente spiega il comportamento degli altri in base alle loro convinzioni e ai loro desideri, perché il comportamento degli altri è in effetti causato dalle loro

convinzioni e dai loro desideri. I comportamentisti avevano torto, e ognuno per intuizione lo sa.

Gli stati mentali sono invisibili e privi di peso. I filosofi li definiscono «una relazione tra una persona e una proposizione». La relazione è un atteggiamento del tipo erede-che, desidera-che, spera-che, finge-che. La proposizione è il contenuto della convinzione, qualcosa che grosso modo assomiglia al contenuto di una frase: per esempio, «Mary trova le chiavi» o «le chiavi sono in camera da letto». Il contenuto di una convinzione vive in un regno diverso da quello dei fatti del mondo. «A Cambridge Common pascolano degli unicorni» è falso, ma

«John pensa che a Cambridge Common pascolino degli unicorni» potrebbe benissimo essere vero. Per attribuire una convinzione a qualcuno, non possiamo semplicemente concepire un pensiero come siamo soliti fare, altrimenti non saremmo in grado di apprendere che John crede negli unicorni senza crederci noi stessi. Dobbiamo prendere un pensiero, metterlo da parte fra virgolette mentali, e pensare: «Questo è quello che John pensa» (o vuole, spera, immagina). Inoltre, qualsiasi cosa possiamo pensare è anche qualcosa che possiamo pensare che qualcun altro pensa (Mary sa che John pensa che ci siano degli unicorni...). Questi pensieri dentro i pensieri, come strati di una cipolla,

necessitano di una speciale architettura computazionale (vedi il [capitolo II](#)) e, quando li comunichiamo ad altri, della grammatica ricorsiva proposta da Chomsky e spiegata nel mio *Istinto del linguaggio*<sup>36</sup>.

Noi mortali non possiamo leggere direttamente nella mente degli altri, ma facciamo delle buone ipotesi basandoci su quello che dicono, su quello che leggiamo fra le righe, su quello che rivelano i loro volti e occhi, e su quello che meglio spiega il loro comportamento. È il talento più notevole della nostra specie. Dopo aver letto il capitolo sulla visione potreste essere stupiti che la gente sia in grado di riconoscere un cane. Pensate ora a che

cosa ci vuole per riconoscere un cane in una pantomima in cui si finge di portarne a spasso uno.

Eppure, in qualche modo, i bambini ci riescono. I talenti sottesi alla lettura della mente vengono esercitati fin dalla culla. I bambini di due mesi fissano gli occhi delle persone; quelli di sei mesi sanno quando si risponde al loro sguardo; quelli di un anno guardano ciò che sta fissando uno dei genitori e, quando sono incerti sul perché stia compiendo un determinato gesto, cercano di scoprirlo guardandolo negli occhi. Tra i diciotto e i ventiquattro mesi il bambino comincia a separare i contenuti delle menti altrui dalle proprie credenze, ed esibisce questo talento

tramite un'attività ingannevolmente semplice: facendo finta. Quando, giocando, la mamma gli dice che sta suonando il telefono e gli porge una banana, il bambino separa il contenuto della finzione (la banana è un telefono) dal contenuto della propria convinzione (la banana è una banana). I piccoli di due anni usano verbi mentali come vedere e volere, e quelli di tre anni verbi come pensare, sapere e ricordare. Sanno che guardare una cosa in genere vuole dire volerla. E afferrano l'idea di «idea». Per esempio, sanno che non si può mangiare il ricordo di una mela e che si può dire che cosa c'è in una scatola solamente se ci si guarda dentro.

A quattro anni i bambini superano un

test molto severo sulla conoscenza della mente altrui: sanno attribuire ad altri credenze che, per quanto li riguarda, ritengono false. In un tipico esperimento, i bambini aprono una scatola di confetti Smarties e sono sorpresi di trovarvi dentro delle matite. A questo punto si chiede loro che cosa si aspetterà di trovare nella scatola una persona che entri nella stanza, e i bambini, benché sappiano che la scatola contiene delle matite, si tengono l'informazione per sé, si mettono nei panni del nuovo venuto e rispondono: «Smarties». I bambini di tre anni hanno più difficoltà a tenere quello che sanno fuori dal discorso; insistono che il nuovo venuto si aspetterà di trovare delle matite nella scatola di

confetti. Ma è improbabile che manchi loro l'idea stessa di altre menti; quando la risposta errata è resa meno allettante o i bambini sono indotti a riflettere un po' di più, anche loro attribuiscono convinzioni sbagliate agli altri. I risultati sono identici in tutti i paesi in cui i bambini sono stati sottoposti a test<sup>37</sup>.

Pensare ad altre menti viene talmente naturale che pare quasi faccia parte integrante dell'intelligenza stessa. È immaginabile come sarebbe non pensare alle altre persone come provviste di una mente? La psicologa Alison Gopnik immagina che sarebbe così:

Alla sommità del mio campo visivo c'è il profilo indistinto di un naso, di fronte delle mani che si agitano... Attorno a me



sacchi di pelle occupano delle sedie, ficcati dentro pezzi di tessuto; cambiano posizione e si sporgono in modi inaspettati... Due pallini scuri vicino alla sommità di quei sacchi girano instancabili di qua e di là. Un foro sotto ai pallini si riempie di cibo e dal suo interno proviene una serie di rumori.

...I rumorosi sacchi di pelle improvvisamente si muovono verso di voi, e i loro rumori si fanno più forti, e non avete la minima idea del perché...<sup>38</sup>

Baron-Cohen, Alan Leslie e Uta Frith hanno avanzato l'ipotesi che esistano davvero persone che pensano in questo modo. Sono le persone che chiamiamo autistiche.

L'autismo colpisce circa un bambino su mille. Si dice che gli autistici «si

rinchiudono in un bozzolo e vivono nella loro interiorità». Quando sono portati dentro una stanza, non fanno caso alle persone e vanno dritto agli oggetti. Quando qualcuno porge loro la mano, ci giocano come fosse un giocattolo meccanico. Bambole da coccolare e animali di peluche presentano per loro scarso interesse. Prestano poca attenzione ai genitori e non rispondono se chiamati. In pubblico, toccano, annusano e accostano le persone come se fossero pezzi di mobilio. Non giocano con gli altri bambini. Ma le capacità intellettive e percettive di alcuni bambini autistici sono leggendarie (soprattutto dopo l'interpretazione di Dustin Hoffman nel

film *Rain Man* – *L'uomo della pioggia*). Alcuni di loro imparano le tavole delle moltiplicazioni, assemblano tessere di puzzle (anche capovolti), smontano e rimontano congegni, leggono targhe automobilistiche a grande distanza o calcolano istantaneamente il giorno della settimana in cui cade una qualsiasi data nel passato o nel futuro<sup>39</sup>.

Come molti studenti di psicologia, ho appreso dell'autismo da un famoso articolo dello «Scientific American», *Joey: A Mechanical Boy*, dello psicoanalista Bruno Bettelheim. L'autore spiega che all'origine dell'autismo di Joey c'erano la distanza emozionale dei genitori («madre ghiacciaia») divenne il termine

prescelto) e un precoce e rigido addestramento all'uso della toilette. Scrive Bettelheim: «È improbabile che la calamità di Joey potesse colpire un bambino in un'epoca e in una cultura che non fossero le nostre». Secondo lo studioso, nel dopoguerra era talmente facile per i genitori assicurare ai figli tutte le possibili comodità che non provavano alcun piacere a farlo, e i bambini, trovando i loro bisogni fondamentali soddisfatti, non sviluppavano alcun senso del valore. Bettelheim afferma di essere riuscito a curare Joey cominciando con il lasciargli usare il cestino della carta straccia invece del water. (La terapia, confessava, «aveva comportato qualche

disagio per i suoi assistenti») <sup>40</sup>.

Oggi sappiamo che l'autismo si manifesta in ogni Paese e in ogni classe sociale, dura per tutta la vita (sebbene talvolta si abbiano dei miglioramenti), e non può essere imputato alle madri. Quasi sicuramente ha cause neurologiche e genetiche, però non ancora individuate. Baron-Cohen, Frith e Leslie ipotizzano che i bambini autistici siano, per quanto riguarda la mente, ciechi: il loro modulo per attribuire una mente agli altri è danneggiato. I bambini autistici non fingono quasi mai, non sanno spiegare la differenza tra una mela e il ricordo di una mela, non distinguono tra chi sta guardando dentro una scatola e chi la sta

toccando, sanno che cosa stanno guardando gli occhi di un personaggio dei fumetti, ma non capiscono che il personaggio vuole ciò che sta guardando, e non superano il test degli Smarties (sulle convinzioni sbagliate). Degno di nota è che superano invece un altro test che ha la stessa logica, ma che non riguarda la mente. Lo sperimentatore preleva un'anatra di gomma dalla vasca da bagno e la mette sul letto, le scatta una foto con una Polaroid e rimette l'anatra nella vasca. I bambini di tre anni normali credono che in qualche modo la foto mostrerà l'anatra nella vasca da bagno. I bambini autistici, invece, sanno che non è così<sup>41</sup>.

La cecità riguardo alla mente non è

causata da vera cecità, né da un ritardo mentale quale la sindrome di Down. È qualcosa che impone alla nostra attenzione il fatto che i contenuti del mondo non si possono conoscere d'acchito, ma devono essere colti con dispositivi mentali adeguati. In un certo senso i bambini autistici hanno ragione: l'universo non è nient'altro che materia in movimento. Il mio apparato mentale «normale» mi lascia cronicamente sbalordito di fronte al fatto che un microdotto e un cucchiaino di sperma possono dar vita a una sede di pensiero e sentimento, e che un grumo di sangue o una scheggia di metallo possono porvi fine. Esso mi fa credere nell'illusione che Londra, le sedie e le verdure

figurino nell'inventario degli oggetti del mondo. Persino gli oggetti sono in qualche modo un'illusione. Buckminster Fuller ha scritto una volta: «Tutto ciò che si è imparato... come "ovvio" diventa sempre meno ovvio quando si inizia a studiare l'universo. Per esempio, non ci sono solidi nell'universo. Non c'è la minima parvenza di un solido. Non ci sono *continuum* assoluti. Non ci sono superfici. Non ci sono linee rette».

In un altro senso, ovviamente, il mondo ha superfici e sedie e conigli e menti. Essi sono nodi e pattern e vortici di materia ed energia che obbediscono alle proprie leggi e fluttuano nella dimensione spazio-temporale nella



quale noi trascorriamo i nostri giorni. Non sono costruzioni sociali, né i pezzetti di manzo non digerito ritenuti da Scrooge, nel *Racconto di Natale* di Dickens, responsabili della sua visione del fantasma di Marley. Ma, per una mente non equipaggiata a individuarli, potrebbero benissimo non esistere. Come ha detto lo psicologo George Miller, «il coronamento intellettuale del cervello è il mondo reale... Tutti gli aspetti fondamentali del mondo reale della nostra esperienza sono interpretazioni adattive del mondo realmente reale della fisica»<sup>42</sup>.

*Un trivio*

Il programma di studi medievale comprendeva sette arti liberali, divise nel livello inferiore del trivio (grammatica, logica e retorica) e nel livello superiore del quadrivio (geometria, astronomia, aritmetica e musica). In origine *trivium* significava tre strade, poi passò a significare crocevia, poi luogo comune (dato che la gente comune bazzica intorno ai crocevia) e infine insignificante o irrilevante (*triviale*). In un certo senso l'etimologia è azzeccata: con l'eccezione dell'astronomia, nessuna delle arti liberali verte su qualcosa. Esse non spiegano le piante, né gli animali né le rocce né le persone. Sono piuttosto degli strumenti intellettuali che

possono essere applicati in qualsiasi ambito. Come gli studenti quando si lamentano che l'algebra non sarà loro di alcun aiuto nel mondo reale, ci si può chiedere se questi strumenti astratti siano sufficientemente utili in natura da avere indotto la selezione naturale a inculcarceli nel cervello. Diamo un'occhiata a un trivio modificato: logica, aritmetica e probabilità.

«Viceversa», continuò Tweedledee, «se fosse stato così, avrebbe potuto essere, e se fosse così, lo sarebbe; ma siccome non lo è, non lo è. Questa è logica!».

LEWIS CARROLL, *Attraverso lo specchio*

La logica, in senso tecnico, non fa riferimento alla razionalità in generale, ma al fatto di dedurre la verità di

un'asserzione dalla verità di altre asserzioni basandosi unicamente sulla loro forma, non sul loro contenuto. Uso la logica quando ragiono così:  $P$  è vero,  $P$  implica  $Q$ , quindi  $Q$  è vero.  $P$  e  $Q$  sono veri, quindi  $P$  è vero.  $P$  o  $Q$  è vero,  $P$  è falso, quindi  $Q$  è vero.  $P$  implica  $Q$ ,  $Q$  è falso, quindi  $P$  è falso. Posso ricavare tutte queste verità senza sapere se  $P$  significa «c'è un unicorno nel giardino», «nello Iowa si coltiva la soia» o «la mia automobile è stata mangiata dai topi».

Fa della logica, il cervello? Le risposte fornite dagli studenti universitari su problemi di logica non sono uno spettacolo edificante. In una stanza ci sono degli archeologi, dei

biologi e dei giocatori di scacchi. Nessuno degli archeologi è biologo. Tutti i biologi sono giocatori di scacchi. Che cosa ne consegue, sene consegue qualcosa?

Una maggioranza degli studenti conclude che nessuno degli archeologi è giocatore di scacchi, il che non è corretto. Nessuno conclude che alcuni dei giocatori di scacchi non sono archeologi, il che è corretto. Un quinto di loro afferma che le premesse non consentono alcuna inferenza corretta<sup>43</sup>.

Spock ha sempre sostenuto che gli esseri umani sono illogici. Ma, come ha controbattuto lo psicologo John Macnamara, anche quest'idea ha poco di logico. In origine le regole della logica

erano viste come una formalizzazione delle leggi del pensiero, il che era spingersi un po' troppo in là: le verità logiche sono vere a prescindere da come pensano le persone. È difficile tuttavia immaginare una specie che scopre la logica se, nel momento in cui s'imbatte in una verità logica, il suo cervello non le fornisce un senso di certezza. C'è qualcosa di peculiarmente avvincente, addirittura di irresistibile, in  $P, P$  implica  $Q$ , quindi  $Q$ . Con il tempo e la pazienza sufficienti, scopriamo perché i nostri errori logici sono errori. Finiamo per metterci d'accordo su quali verità sono necessarie. E insegniamo agli altri non con la forza dell'autorità ma con il metodo socratico, portando gli allievi a

riconoscere le verità in base ai propri criteri<sup>44</sup>.

È certo che le persone usano un qualche tipo di logica. Tutte le lingue hanno termini logici come *non*, *e*, *stesso*, *equivalente* e *contrario*. I bambini usano appropriatamente *e*, *non*, *o* e *se* prima dei tre anni, non soltanto in inglese ma anche in una mezza dozzina di altre lingue prese in esame. Le inferenze logiche sono onnipresenti nel pensiero umano, in particolare quando capiamo la lingua. Ecco un semplice esempio portato dallo psicologo Martin Braine:

John è uscito a pranzo. Il ristorante proponeva un menu speciale, primo e insalata con birra o caffè gratis. Inoltre, a

prendere una bistecca, c'era un bicchiere di vino rosso gratis. John ha scelto primo e insalata con caffè, e ha preso qualcos'altro da bere.

a) John ha avuto una birra gratis? (Sì, No, Non so)

b) John ha avuto un bicchiere di vino rosso gratis? (Sì, No, Non so)

Praticamente tutti deducono che la risposta ad a) è no. La nostra conoscenza dei ristoranti ci insegna che l'«o» di «birra o caffè gratis» significa «non entrambi»: solo uno dei due è gratis; se volete anche l'altro, dovete pagarlo. A un certo punto sappiamo che John ha scelto il caffè. Dalle premesse «non entrambi, birra e caffè, gratis» e «caffè gratis», approdiamo per inferenza



logica a «non birra gratis». La risposta alla domanda b) è anch'essa no. La nostra esperienza dei ristoranti ci ricorda che cibo e bevande non sono gratis, a meno che non sia esplicitamente indicato nel menu. Aggiungiamo quindi la condizione: «Se non bistecca, non vino rosso gratis». John ha scelto primo e insalata, il che suggerisce che non ha scelto la bistecca; ne concludiamo, usando un'inferenza logica, che non ha avuto un bicchiere di vino gratis<sup>45</sup>.

La logica è indispensabile per inferire delle verità sul mondo a partire da informazioni frammentarie acquisite o da altre persone attraverso il linguaggio o tramite proprie generalizzazioni. Perché allora le persone sembrano

mettere in ridicolo la logica con storielle su archeologi, biologi e giocatori di scacchi?

Una delle ragioni è che nelle lingue d'uso quotidiano i termini logici sono ambigui: denotano spesso più concetti logici formali. Il termine *o* può a volte significare il connettivo logico  $O$  ( $A$  o  $B$  o entrambi) e a volte il connettivo logico  $XOR$  (o disgiuntivo:  $A$  o  $B$  ma non entrambi). Dal contesto spesso risulta chiaro quale dei due l'interlocutore abbia inteso usare, ma negli enigmi privi di contesto i lettori possono fare la congettura sbagliata.

Un'altra ragione è che non si possono trarre inferenze logiche volenti o nolenti. Ogni asserzione vera può generare un

numero illimitato di altre asserzioni vere ma inutili. Da «nello Iowa si coltiva la soia» possiamo derivare «nello Iowa si coltiva la soia o la mucca è saltata al di là della Luna», «nello Iowa si coltiva la soia e, o la mucca è saltata al di là della Luna, o non l'ha fatto», e così all'infinito. (È un esempio del «problema cornice» di cui s'è parlato nel primo capitolo). A meno di non disporre di tutto il tempo del mondo, anche il migliore deduttore logico deve valutare quali implicazioni sono da esplorare e quali sono probabilmente dei vicoli ciechi. Alcune regole devono essere inibite, quindi inevitabilmente andranno perse delle inferenze valide. La valutazione in sé non può derivare

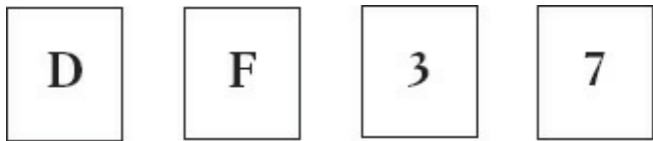
dalla logica; in genere deriva dal presupposto che l'interlocutore sia un compagno di conversazione cooperativo che trasmette informazioni pertinenti, e non, diciamo, un avvocato ostile o un professore di logica particolarmente severo che sta tentando di cogliere in fallo qualcuno.

Forse la difficoltà maggiore consiste nel fatto che la logica mentale non è una calcolatrice portatile pronta ad accettare come input qualsiasi A, B e C. Essa è vincolata al nostro sistema di conoscenza del mondo. Un dato passaggio di logica mentale, una volta innescato, non dipende da quello che sappiamo del mondo, ma i suoi input e output vengono convogliati direttamente

in tale sapere. Nella storiella del ristorante, per esempio, i legami di inferenza si alternano fra la conoscenza dei menu e le applicazioni della logica.

Alcune aree di conoscenza hanno proprie regole di inferenza che possono rafforzare le regole della logica oppure agire in disaccordo con esse. Un famoso esempio è fornito dallo psicologo Peter Wason, che ha tratto ispirazione dall'ideale del ragionamento scientifico proposto dal filosofo Karl Popper: un'ipotesi è accettata se i tentativi di falsificarla falliscono. Wason ha voluto capire come fa la gente comune a falsificare le ipotesi. Ha detto ai suoi soggetti che un mazzo di carte aveva delle lettere su un lato e dei numeri

sull'altro, e ha chiesto loro di verificare la regola «se una carta ha una D su un lato, ha un 3 sull'altro», semplice asserzione del tipo P-implica-Q. Alle persone sono state mostrate quattro carte, e si è chiesto loro quali avrebbero dovuto girare per vedere se la regola era giusta. Provate:



La maggior parte degli interpellati ha scelto la carta D o le carte D e 3. La risposta giusta è invece D e 7. «P implica Q» è falso solo se P è vero e Q è falso. La carta 3 è irrilevante; la regola dice che le D hanno dietro dei 3,

non che i 3 hanno dietro delle D. La carta 7 è cruciale; se avesse una D sull'altro lato, la regola sarebbe spacciata. Solo il cinque-dieci per cento circa delle persone sottoposte al test sceglie le carte giuste. Persino chi ha seguito delle lezioni di logica prende un abbaglio. (Fra parentesi, non è che le persone interpretino «se D, allora 3» come «se D, allora 3 e viceversa»). Se la loro interpretazione fosse questa e si comportassero da logici, girerebbero tutte e quattro le carte). La faccenda ha implicazioni sinistre. L'«uomo della strada» è irrazionale, ascientifico, incline a confermare i propri pregiudizi piuttosto che a cercare le prove che potrebbero falsificarli<sup>46</sup>.

Ma quando gli aridi numeri e lettere sono rimpiazzati da eventi del mondo reale, qualche volta, anche se solo qualche volta, le persone si trasformano in logici. Sei un buttafuori in un bar e stai verificando la regola «se uno beve birra, deve avere diciott'anni o più». Puoi controllare che cosa stiano bevendo le persone o la loro età. Che cosa devi controllare: un bevitore di birra, un bevitore di Coca-Cola, un venticinquenne, un sedicenne? La maggior parte delle persone sceglie giustamente il bevitore di birra e il sedicenne. Ma la mera concretezza non basta. La regola «se uno mangia peperoncini piccanti, poi beve birra fredda» non è più facile da falsificare di



quella delle D e dei 3.

Leda Cosmides ha scoperto che le persone trovano la risposta giusta quando la regola è un contratto, uno scambio di benefici. In circostanze del genere, dimostrare che la regola è falsa equivale a individuare degli imbrogliatori. Un contratto è un'implicazione della formula «se ottieni un beneficio, devi rispondere a un requisito»; gli imbrogliatori si prendono il beneficio senza rispondere al requisito. Bere birra in un bar è un beneficio che ci si guadagna dimostrando di essere maggiorenni, quindi gli imbrogliatori sono bevitori minorenni. La birra dopo i peperoncini piccanti è una semplice causa ed effetto,

così bere Coca-Cola (cosa che logicamente va verificata) non sembra rilevante. Cosmides ha dimostrato che le persone applicano la logica tutte le volte che interpretano le P e le Q come benefici e costi, anche nel caso di circostanze stravaganti, come mangiare carne di antilope e trovare gusci di uova di struzzo. Non è che si attivi un modulo logico, è solo che le persone usano una diversa serie di regole. Queste regole, adatte a individuare gli imbrogliatori, a volte coincidono con le regole logiche e a volte no. Quando i termini di costo e beneficio sono invertiti, come in «se uno paga venti dollari, riceve un orologio», le persone scelgono ancora la carta dell'imbrogliatore (riceve l'orologio, non

paga venti dollari): una scelta che non è né logicamente corretta né il tipico errore fatto con le carte prive di significato. In realtà, la stessa identica storia può produrre scelte logiche o non logiche a seconda dell'interpretazione del lettore su chi sia l'imbroglione (se ce n'è uno). «Se un dipendente ottiene una pensione, ha lavorato per dieci anni. Chi sta violando la regola?». Se le persone assumono il punto di vista del dipendente, cercano i lavoratori con dodici anni di anzianità e senza pensione; se assumono il punto di vista del datore di lavoro, cercano quelli che hanno lavorato otto anni e ce l'hanno. I risultati di massima sono stati gli stessi tra gli Shiwiar, una popolazione di

cacciatori-raccoglitori dell'Ecuador.

La mente sembra essere dotata di un rilevatore di imbrogli con una logica tutta sua. Quando la logica standard e la logica del rilevatore di imbrogli coincidono, le persone si comportano da logici; quando le due logiche vanno ognuna per la sua strada, le persone continuano a cercare imbrogli. Che cosa ha dato a Cosmides l'idea di mettersi alla ricerca di questo meccanismo mentale? È stata l'analisi evuzionistica dell'altruismo (vedi i capitoli VI e VII). La selezione naturale non seleziona il senso civico; un mutante egoista supererebbe presto nella riproduzione i suoi concorrenti altruisti. Ogni comportamento altruista nel mondo

naturale ha bisogno di una speciale spiegazione. Una di queste è la reciprocità: una creatura può offrire aiuto in cambio dell'aspettativa di un aiuto futuro. Ma il commercio di favori è sempre vulnerabile agli imbrogli. Per evolversi, deve essersi accompagnato a un apparato cognitivo capace di ricordare chi ha preso qualcosa e di garantire che questi darà qualcosa in cambio. Il biologo evoluzionistico Robert Trivers aveva predetto che gli esseri umani, i più grandi altruisti del regno animale, dovevano avere sviluppato un algoritmo di rilevamento degli imbrogli ipertrofico. Pare che Cosmides lo abbia individuato.

La mente, insomma, è logica nel senso dei logici? A volte sì, a volte no. Una domanda migliore è: la mente è ben progettata nel senso dei biologi? Qui il «sì» può essere un po' più deciso. Da sola, la logica può produrre verità banali e lasciarsene sfuggire di importanti. La mente dà sì l'impressione di usare regole logiche, ma esse sono reclutate dai processi di comprensione del linguaggio, frammiste alla conoscenza del mondo, e integrate o sostituite da speciali regole inferenziali appropriate al contenuto<sup>47</sup>.

La matematica fa parte del nostro retaggio naturale. Un neonato di una settimana reagisce quando in una scena

le componenti da due diventano tre o viceversa. Nei primi dieci mesi di vita i bambini notano quanti sono gli oggetti disposti davanti a loro (fino a quattro), e non importa se sono omogenei o eterogenei, raggruppati o sparpagliati, puntini o oggetti di casa, e neanche se sono oggetti o suoni. Stando a recenti esperimenti compiuti dalla psicologa Karen Wynn, i bambini di cinque mesi fanno persino semplici calcoli aritmetici. Si mostra loro una figura di Topolino, la si nasconde con uno schermo, e poi si mette dietro questo un secondo Topolino. Quando si toglie lo schermo, i bambini si aspettano di vedere un Topolino, e restano sorpresi se ne trovano due. Se invece si fanno

vedere loro due Topolini, e poi se ne toglie da dietro lo schermo uno, si aspettano di vederne due, e sono sorpresi di trovarne uno solo. A diciotto mesi i bambini sanno che i numeri non solo differiscono tra loro, ma hanno anche un ordine; è possibile, per esempio, insegnare loro a scegliere l'immagine con meno puntini. Alcune di queste abilità sono presenti anche in certi animali, o è possibile insegnargliele.

I neonati e gli animali sono davvero capaci di contare? La domanda può suonare assurda, perché queste creature non dispongono di parole. Ma per registrare le quantità non è necessario il linguaggio. Immaginate di aprire un



rubinetto per un secondo ogni volta che sentite un colpo di tamburo. La quantità d'acqua nel bicchiere rappresenterà il numero di colpi. Il cervello potrebbe avere un meccanismo simile, che invece dell'acqua accumula impulsi neurali o il numero di neuroni attivi. I bambini piccoli e molti animali si direbbero dotati di questo semplice tipo di contatore. Esso avrebbe molti potenziali vantaggi selettivi che, a seconda della nicchia dell'animale, possono andare dal calcolare quanto frutterà cercare cibo in una zona piuttosto che in un'altra alla soluzione di problemi del tipo: «Nella caverna sono entrati tre orsi; ne sono usciti due. È il caso di entrarci?»»

Gli esseri umani adulti usano parecchie rappresentazioni mentali della quantità. Una è l'analogia, un senso di «quanto» traducibile in immagini mentali, come l'immagine di una linea di cifre. Ma alle quantità noi assegniamo anche delle parole-numeri, e usiamo parole e concetti per misurare, per calcolare con maggior precisione e per contare, aggiungere e sottrarre numeri più grandi. Tutte le culture hanno delle parole per indicare i numeri, anche se talvolta si limitano a *uno*, *due* e *molti*. Prima di farvi una risatina, ricordatevi che il concetto di numero non ha niente a che fare con le dimensioni di un vocabolario numerico. Conoscano o meno le parole che designano numeri

alti (come *quattro* o *quintilione*), le persone sono in grado di sapere che se due insiemi sono uguali e si aggiunge 1 a uno di essi, quest'ultimo diventa più grande. Ed è così sia che gli insiemi contino quattro elementi, sia che ne contino un quintilione. Le persone sanno che possono confrontare le dimensioni di due insiemi disponendone a coppie i componenti e controllando quelli che avanzano; persino i matematici sono costretti a ricorrere a questa tecnica quando fanno strane asserzioni sulle dimensioni relative di insiemi infiniti. Le culture prive di parole per designare i numeri alti spesso usano trucchi come alzare le dita, indicare in sequenza parti del corpo, o afferrare o allineare oggetti

in gruppi di due e tre.

Già a due anni ai bambini piace contare, allineare gruppi di oggetti e svolgere altre attività che implicano il senso del numero. I bambini in età prescolare contano piccoli insieme, anche quando devono mescolare tipi di oggetti, o devono mescolare oggetti, azioni e suoni. Prima ancora di essere davvero capaci di contare e misurare, capiscono molto della logica di queste operazioni. Per esempio, tenteranno di distribuire equamente un hot dog tagliandolo a pezzetti e dandone due a ognuno (sebbene i pezzetti possano essere di grandezza diversa), e quando una di quelle bambole capaci di contare salta un oggetto o lo conta due volte, le

urlano dietro, anche se a loro volta, quando contano, fanno lo stesso tipo di errori.

La matematica formale è un'estensione delle nostre intuizioni matematiche. L'aritmetica si è ovviamente sviluppata a partire dal nostro senso del numero, e la geometria dal nostro senso della forma e dello spazio. L'eminente matematico Saunders Mac Lane ha ipotizzato che le varie branche della matematica siano state ispirate da attività umane fondamentali:

Contare	→ aritmetica e teoria dei numeri
Misurare	→ numeri reali, calcolo, analisi
	→ geometria,

Modellare	topologia
Dare forma (come in architettura)	→ simmetria, teoria dei gruppi
Valutare	→ probabilità, teoria della misura, statistica
Muoversi	→ meccanica, calcolo, dinamica
Calcolare	→ algebra, analisi numerica
Dimostrare	→ logica → analisi
Interrogarsi	combinatoria, teoria dei numeri
Raggruppare	→ teoria degli insiemi, analisi combinatoria

Mac Lane suggerisce che «la matematica prende il via da una varietà di attività

umane, ne districa una serie di nozioni che sono generali e non arbitrarie, poi formalizza queste nozioni e le loro molteplici interrelazioni». Il potere della matematica sta nel fatto che i sistemi di regole formali possono «codificare proprietà più profonde e non evidenti delle varie attività umane che ne sono all'origine». Tutti, anche un bambino cieco ai suoi primi passi, sanno istintivamente che il percorso in linea retta da A a B e poi, svoltando a destra, a C, è più lungo della scorciatoia da A a C. Tutti, inoltre, visualizzano come una linea possa definire il bordo di un quadrato e come le forme possano essere congiunte per ottenere forme più grandi. Ma ci vuole un matematico per

dimostrare che il quadrato sull'ipotenusa è pari alla somma dei quadrati sugli altri due lati, cosicché si possano calcolare i vantaggi della scorciatoia senza doverla percorrere<sup>49</sup>.

Dire che la matematica scolastica deriva dalla matematica intuitiva non significa dire che ne deriva con facilità. David Geary ha avanzato l'ipotesi che la selezione naturale abbia dotato i bambini di alcune abilità matematiche di base: determinare la quantità in piccoli insiemi, capire relazioni come «più di» e «meno di» e l'ordinamento di numeri bassi, sommare e sottrarre piccoli insiemi, e usare le parole che designano i numeri per semplici operazioni di conteggio, di misurazione e di



aritmetica. Ma non è andata oltre. I bambini, sostiene lo studioso, non sono biologicamente progettati per padroneggiare parole che designano numeri alti, grandi insiemi, il sistema a base 10, le frazioni, l'addizione e la sottrazione a più colonne, il riporto, il prestito, la moltiplicazione, la divisione, le radici e gli esponenti. Queste abilità si sviluppano in tempi lenti, in modo disomogeneo, o non si sviluppano affatto.

Dal punto di vista evolucionistico sarebbe sorprendente se i bambini fossero mentalmente equipaggiati per la matematica scolastica. Questi strumenti sono stati inventati di recente e solo in alcune culture, troppo tardi e in ambiti

troppo locali per lasciare un'impronta sul genoma umano. Le madri di queste invenzioni sono state la registrazione e la vendita del surplus di produzione delle prime civiltà agricole. Grazie all'istruzione scolastica formale e alla lingua scritta (anch'essa un'invenzione recente, non istintiva), tali invenzioni hanno potuto accumularsi lungo i millenni, e operazioni matematiche semplici hanno potuto essere assemblate per formarne altre, sempre più complicate. I simboli scritti hanno potuto servire da strumenti di calcolo capaci di superare i limiti della memoria a breve termine, proprio come i chips di silicio della nostra epoca.

Com'è possibile usare una mente

dell'età della pietra per maneggiare strumenti matematici high tech? Il primo modo consiste nel mettere dei moduli mentali al lavoro su oggetti diversi da quelli per i quali sono stati progettati. Le linee e le forme sono in genere analizzate dall'immaginazione mentale e da altre componenti del nostro senso spaziale, e i gruppi di cose dalla nostra facoltà numerica. Per realizzare però l'ideale di Mac Lane, ossia estrarre il generale dal particolare (per esempio, estrarre il concetto generale di quantità dal concetto particolare del numero di pietre in un mucchio), si potrebbe dover applicare il proprio senso del numero a un'entità che, a prima vista, ha tutta l'aria di essere il tipo di oggetto

sbagliato. Per esempio, ci si potrebbe trovare a dover analizzare una linea sulla sabbia non ricorrendo alle abituali operazioni dell'immaginazione mentale, esaminare e trasporre senza soluzione di continuità, ma contando segmenti immaginari da un capo all'altro della linea.

Il secondo modo per acquisire una competenza matematica è simile a quello per arrivare a Carnegie Hall: la pratica. I concetti matematici nascono mettendo insieme vecchi concetti in modo da formare una nuova utile combinazione. Ma questi vecchi concetti sono a loro volta assemblaggi di concetti ancora più vecchi. Ogni sottoassemblaggio è tenuto insieme da sorte di ribattini mentali

chiamati pezzatura e automaticità: con un'intensa pratica, i concetti aderiscono fra loro formando concetti più grandi, e sequenze di passaggi vengono sintetizzate in un passaggio solo. Proprio come la bicicletta viene assemblata a partire da telai e ruote, non da tubi e raggi, e le ricette dicono come preparare la salsa, non come tenere in mano il cucchiaino e aprire i vasetti, così la matematica si impara combinando insieme pratiche divenute familiari. Gli insegnanti di calcolo lamentano che gli studenti trovano difficile la materia non perché derivate e integrali siano concetti astrusi (non sono altro che tasso e accumulo), ma perché non si può fare calcolo se le operazioni algebriche non

sono divenute una seconda natura; la maggior parte degli studenti accede al corso senza avere ben imparato l'algebra, cosicché si trova a dover concentrare su quest'ultima ogni briciolo di energia mentale. La matematica è spietatamente cumulativa, per l'intero percorso a ritroso fino al saper contare fino a dieci.

Le implicazioni che la psicologia evoluzionistica ha per la pedagogia sono particolarmente chiare nell'insegnamento della matematica. Sottoposti a test matematici, i bambini americani ottengono i risultati peggiori di tutto il mondo industrializzato. Non sono dei somari nati; il problema è che il sistema scolastico non capisce niente

di evoluzione. La filosofia predominante nell'istruzione matematica, negli Stati Uniti, è il costruttivismo, un miscuglio di psicologia di Piaget, controcultura e ideologia postmoderna. I bambini devono strutturare attivamente e da soli le proprie conoscenze matematiche, in una situazione collettiva dove regna il disaccordo sui significati dei concetti. L'insegnante fornisce i materiali e l'ambito sociale, ma non fa lezione né guida la discussione. Esercizi e pratica, le vie che portano all'automaticità, sono definiti «meccanicistici» e considerati nocivi per la comprensione. Come ha spiegato un pedagogo: «Una zona di potenziale costruzione di un concetto matematico specifico è determinata

dalle modifiche del concetto che i bambini possono apportare nella, o come risultato della, comunicazione interattiva nell'ambiente di apprendimento della matematica». Il risultato, ha dichiarato un altro, è che «è possibile che gli studenti si costruiscano da soli le pratiche matematiche che, per evolversi, hanno richiesto storicamente parecchie migliaia di anni»<sup>50</sup>.

Come sottolinea Geary, il costruttivismo va bene quando si tratta di intuizioni relative a piccoli numeri e a operazioni aritmetiche semplici, che vengono naturali a tutti i bambini. Ma esso ignora la differenza tra l'apparato che abbiamo in dotazione e gli accessori che vi sono stati aggiunti in seguito dalla



civiltà. È difficile impostare i nostri moduli mentali perché lavorino su un materiale per il quale non sono stati progettati. Ai bambini non riesce spontaneo vedere le perle di una collana come elementi di un insieme, o i punti su una linea come numeri. Se date loro un mucchietto di cubi e li invitate a farne qualcosa, essi applicheranno meglio che possono la loro fisica intuitiva e la loro psicologia intuitiva, ma non necessariamente il senso intuitivo del numero. (I migliori programmi di studi mettono in forte rilievo le connessioni fra i vari modi di conoscere. Ai bambini si può chiedere di affrontare ogni problema di aritmetica in tre modi diversi: contando, disegnando

diagrammi e muovendo segmenti lungo una linea di numeri). E, senza la pratica che sintetizza una sequenza incompleta di passaggi facendola diventare un riflesso mentale, l'allievo continuerà a costruire strutture matematiche a partire dagli elementi minimi, come l'orologiaio che non faceva mai sottoassemblaggi e doveva ricominciare da zero ogni volta che posava un orologio per rispondere al telefono<sup>51</sup>.

La padronanza della matematica è fonte di grande soddisfazione, ma è la ricompensa di un duro lavoro che, di per sé, non sempre è piacevole. Senza la profonda considerazione in cui sono tenute in altre culture le abilità matematiche conquistate con fatica, è

improbabile che in America questa padronanza si sviluppi. Purtroppo, qualcosa di analogo avviene per quanto riguarda l'imparare a leggere. Nella tecnica dominante negli Stati Uniti, detta «linguaggio totale», l'idea del linguaggio come istinto umano che si sviluppa naturalmente è stata distorta nell'asserzione, improbabile dal punto di vista evoluzionistico, che anche leggere sia un istinto umano che si sviluppa naturalmente. Il metodo antiquato di collegare le lettere ai suoni viene sostituito dall'immersione in un contesto collettivo ricco di testi, e i bambini non imparano a leggere<sup>52</sup>. Se manca la consapevolezza di ciò che la mente è stata progettata per compiere

nell'ambiente in cui ci siamo evoluti, l'attività innaturale chiamata istruzione formale ha poche probabilità di avere successo.

«Non crederò mai che Dio giochi a dadi con il mondo» disse Einstein in un'espressione divenuta celebre. Che avesse o no ragione sulla meccanica quantistica e il cosmo, la sua affermazione non è certamente vera per quanto riguarda i giochi della vita quotidiana. La vita non è una partita a scacchi, bensì a backgammon, con un lancio di dadi a ogni turno. È difficile quindi fare predizioni, specie riguardo al futuro (come si racconta abbia detto il giocatore di baseball Yogi Berra,

famoso per i suoi suggerimenti sui lanci che avrebbero avuto successo). Ma in un universo che qualche regolarità ce l'ha, le decisioni informate dal passato sono più valide di quelle prese a caso. Questo è sempre stato vero, e ci aspetteremmo che gli organismi, soprattutto quelli infornivori<sup>53</sup> come gli esseri umani, abbiano evoluto intuizioni acute sulla probabilità. I fondatori della teoria della probabilità, come i fondatori della logica, ritenevano di stare semplicemente formalizzando il senso comune.

Ma perché, allora, la gente sembra spesso «cieca alla probabilità», per usare le parole di Massimo Piattelli-Palmarini? Molti matematici e scienziati

hanno lamentato l'analfabetismo, o *innumeracy*<sup>54</sup>, delle persone comuni quando ragionano sul rischio. Gli psicologi Amos Tversky e Daniel Kahneman hanno raccolto una quantità di ingegnose dimostrazioni di come, nelle persone, la comprensione intuitiva delle possibilità sembri irridere i canoni elementari della teoria della probabilità. Ecco alcuni esempi famosi.

- La gente gioca d'azzardo e compera biglietti della lotteria di Stato, definiti a volte «tassa sulla stupidità». Ma poiché lo Stato deve guadagnarci, i giocatori, in media, devono perderci.
- La gente ha più paura dell'aereo che dell'automobile, specie dopo disastri aerei con un gran numero di vittime, benché questo mezzo di locomozione sia

statisticamente molto più sicuro. Teme l'energia nucleare, benché siano molto più numerose le persone rese invalide o uccise dal carbone. Ogni anno mille americani vengono fulminati in casa propria dalla corrente elettrica, eppure le rock star non fanno campagne per ridurre il voltaggio degli impianti domestici. La gente chiede a gran voce che vengano messi al bando i residui di pesticidi e gli additivi alimentari, benché queste sostanze presentino rischi di tumore trascurabili in confronto alle migliaia di cancerogeni naturali che le piante hanno evoluto per difendersi dai parassiti che le attaccano.

- La gente pensa che se la pallina della roulette si è fermata per sei volte di fila sul nero, ora dovrà per forza fermarsi sul rosso, sebbene naturalmente la ruota della roulette non sia dotata di memoria e ogni giro sia indipendente. Una grande industria

di veggenti, autoconsacratisi tali, ha visioni allucinatorie sulle tendenze del mercato azionario, il cui andamento è casuale. I tifosi di pallacanestro credono che i giocatori, quando fanno una serie di canestri uno dopo l'altro, abbiano «preso la mano», anche se le loro serie di colpi sono indistinguibili da tanti testa o croce.

- Questo problema è stato sottoposto a sessanta persone fra studenti e membri del personale dell'Harvard Medical School: «Se un test per individuare una malattia la cui prevalenza è  $1/1000$  è gravato da una falsa positività del 5 per cento, quali sono le possibilità che una persona il cui risultato al test è stato positivo abbia effettivamente quella malattia, supponendo che dei sintomi o segni che presenta non sappiate nulla?». La risposta prevalente è stata 0,95, la risposta media 0,56. La risposta giusta è 0,02, e solo il 18 per



cento degli esperti l'ha data. In base al teorema di Bayes, essa può essere calcolata prendendo la prevalenza o tasso base ( $1/1000$ ) moltiplicata per la sensibilità del test (percentuale di malati che risultano positivi, presumibilmente 1), divisa per l'incidenza globale dei risultati positivi al test (la percentuale delle volte che il test risulta positivo, sia su persone malate sia su persone sane: ossia, la somma dei malati che risultano positivi,  $1/1000 \times 1$ , e delle persone sane che risultano positive,  $999/1000 \times 0,5$ ). Il guaio è che molte persone interpretano erroneamente «falsa positività» come la percentuale dei risultati positivi dati dalle persone sane, invece di interpretarlo come la percentuale di persone sane che risultano positive. Ma il problema più grosso è che le persone trascurano il tasso base ( $1/1000$ ), che avrebbe dovuto

ricordare loro che si tratta di una malattia rara e quindi improbabile in un dato paziente anche se il test risulta positivo. (Sembrano commettere l'errore per cui, siccome le zebre fanno rumore di zoccoli, un rumore di zoccoli implica zebre). Indagini hanno dimostrato che molti medici terrorizzano senza motivo i loro pazienti che risultano positivi in una malattia rara.

- Mettetevi alla prova: «Linda ha 31 anni, vive da sola, è una persona senza peli sulla lingua e molto in gamba. Si è specializzata in filosofia. Da studentessa, era impegnata a fondo sui temi della discriminazione e della giustizia sociale, e ha anche partecipato a dimostrazioni antinucleari. Qual è la probabilità che faccia la cassiera? Qual è la probabilità che faccia la cassiera e sia attiva nel movimento femminista?». A volte le persone

propendono maggiormente per la probabilità che sia una cassiera femminista piuttosto che una cassiera e basta. Ma è impossibile che «A e B» siano più probabili di «A» soltanto.

Quando ho presentato questi risultati in classe, uno studente è insorto: «Mi vergogno per la mia specie!». Molti altri sentono lo stesso disonore, se non per se stessi, per l'uomo della strada. Tversky, Kahneman, Gould, Piattelli-Palmarini e molti psicologi sociali sono giunti alla conclusione che la mente non è fatta per recepire le leggi della probabilità, anche se esse governano l'universo. Il cervello può elaborare quantità d'informazioni limitate, quindi, invece di computare teoremi, usa grezze regole empiriche.

Una regola è: quanto più un evento è memorabile, tanto più è probabile che accada. (Ricordo un terribile disastro aereo recente, quindi gli aerei non sono sicuri). Un'altra è: quanto più un individuo assomiglia a uno stereotipo, tanto più è probabile che rientri in quella categoria. (Linda corrisponde alla mia immagine di cassiera femminista meglio di quanto corrisponda a quella di cassiera, quindi è più probabile che sia una cassiera femminista).

La deprimente notizia è stata diffusa da libri divulgativi dai titoli sensazionali: *Irrazionalità: il nemico dentro di noi*; *Illusioni inevitabili: come gli errori della ragione*

*governano le nostre menti; Come sappiamo quel che non è così: la fallibilità della ragione umana nella vita di tutti i giorni.* La triste storia della follia e del pregiudizio umani si spiega con la nostra inettitudine di statistici intuitivi<sup>55</sup>.

Le dimostrazioni di Tversky e Kahneman sono fra quelle che più stimolano il pensiero in psicologia, e la loro ricerca ha richiamato l'attenzione sulla qualità intellettuale, di deprimente bassezza, dei nostri discorsi pubblici sul rischio sociale e personale. Ma è possibile che, in un mondo probabilistico, la mente umana non tenga davvero conto della probabilità? Le soluzioni che le persone non azzeccano

possono essere trovate premendo qualche tasto su una calcolatrice da quattro soldi. Molti animali, persino le api, fanno un calcolo accurato delle probabilità quando si procacciano il cibo. È possibile che questi calcoli eccedano davvero la capacità di elaborazione delle informazioni dei mille miliardi di sinapsi del cervello umano? È difficile crederlo, e non c'è bisogno di crederlo. Il modo di ragionare delle persone non è così stupido come può sembrare a prima vista.

Tanto per cominciare, molte scelte rischiose sono per l'appunto soltanto scelte, e non possono essere contraddette. Prendete i giocatori

d'azzardo, quelli che hanno la fobia dell'aereo e quelli che evitano i prodotti chimici. Sono davvero persone irrazionali? Alcuni godono nell'aspettare i risultati di eventi che potrebbero radicalmente migliorare la loro vita. Altri detestano di trovarsi intrappolati in un cilindro e sentirsi invadere da immagini di una morte orribile. Ad altri ancora non piace mangiare cibi cui è stato aggiunto del veleno (esattamente come alcuni potrebbero preferire non mangiare un hamburger arricchito con la carne di un innocuo verme). Non c'è niente di irrazionale in nessuna di queste scelte, non più che nel preferire il gelato alla vaniglia a quello al cioccolato.

Lo psicologo Gerd Gigerenzer, e insieme a lui Cosmides e Tooby, hanno notato che persino quando le stime di probabilità delle persone si allontanano dalla verità, il loro ragionamento può non essere illogico. Nessuna facoltà mentale è onnisciente. La visione a colori è raggirata dai lampioni stradali a vapori di sodio, ma questo non significa che sia frutto di una cattiva progettazione. Si può dimostrare che è stata progettata bene, anzi, molto meglio di qualsiasi macchina fotografica, per registrare colori costanti con il variare dell'illuminazione (vedi il [capitolo IV](#)). Ma in questo problema insolubile essa deve il suo successo a una serie di taciti presupposti circa il mondo. Quando, in



un mondo artificiale, tali presupposti vengono violati, ecco che la visione a colori sbaglia. Lo stesso può valere per i nostri valutatori di probabilità<sup>56</sup>.

Prendiamo per esempio la famigerata «fallacia del giocatore d'azzardo»: egli si aspetta che, essendo uscito testa più volte di seguito, ci siano maggiori possibilità che al lancio successivo della moneta esca croce, come se la moneta fosse dotata di memoria e avesse il desiderio di essere imparziale. Ricordo non senza vergogna un episodio accaduto, quand'ero adolescente, durante una vacanza con la mia famiglia. Avevamo avuto parecchi giorni di pioggia, e mio padre disse che ci aspettava quindi un po' di bel tempo. Io

lo contraddissi, accusandolo della fallacia del giocatore. Ma il mio paziente papà aveva ragione, mentre suo figlio saputello aveva torto. I fronti d'aria fredda non vengono spazzati via alla fine della giornata e sostituiti da fronti nuovi il mattino successivo. Una coltre di nubi deve avere dimensioni, velocità e direzione medie, e non mi sorprenderebbe (ora) se una settimana di nuvole predicesse che il loro passaggio sta per finire e il sole potrà tornare presto a risplendere, proprio come la centesima carrozza di un treno che passa ha più probabilità della terza di preannunciare l'ultima.

Molti eventi funzionano così. Hanno un decorso caratteristico, una

probabilità variabile di verificarsi nel corso del tempo, che gli statistici chiamano funzione del caso. Un osservatore acuto non sbaglierebbe macchiandosi della fallacia del giocatore e cercando di predire, a partire dalla storia passata di un evento, la sua prossima occorrenza: tipo di statistica detto analisi di serie temporali. C'è un'eccezione: gli strumenti progettati per produrre eventi indipendentemente dalla storia di questi ultimi. Che genere di strumenti sarebbero? Vengono chiamati macchine per il gioco d'azzardo. La loro ragione d'essere sta nel frustrare l'osservatore che ama trasformare schemi in predizioni. Se ovunque vi fosse

casualità e, quindi, il nostro amore per gli schemi fosse mal riposto, macchine del genere dovrebbero essere facili da costruire e i giocatori facili da raggirare. In realtà roulette, slot machines e persino dadi, carte e monete sono strumenti di precisione; difficili da fabbricare e facili da sconfiggere. Quelli che nel black-jack «si macchiano della fallacia del giocatore» contando le carte, ricordando quelle distribuite e scommettendo che per un po' non usciranno di nuovo, sono la piaga di Las Vegas.

In qualunque mondo, insomma, tranne che al casinò, raramente la fallacia del giocatore è una fallacia. Anzi, definire fallaci le nostre predizioni intuitive

perché falliscono nei giochi d'azzardo è capovolgere la questione. Una macchina per il gioco d'azzardo è per definizione una macchina progettata per sconfiggere le nostre predizioni intuitive. Sarebbe come definire le nostre mani progettate male perché rendono difficile liberarsi dalle manette. Lo stesso vale per l'illusione dei giocatori che «hanno preso la mano» e altre fallacie diffuse tra i tifosi di tutti gli sport. Se i canestri fossero così prevedibili, non chiameremmo più la pallacanestro uno sport. Una borsa valori efficiente è un'altra invenzione escogitata per sconfiggere la capacità umana di individuare schemi. È fatta perché i trader possano trarre rapidamente

profitto dalle deviazioni da un andamento casuale, e quindi azzerarle.

Altre cosiddette fallacie possono anche essere dovute, piuttosto che ai difetti di una progettazione maldestra, a novità evoluzionistiche che confondono i nostri calcolatori di probabilità. Il termine *probabilità* ha molti significati, uno dei quali è frequenza relativa a lungo termine. «La probabilità che la moneta dia testa è 0,5» può significare che, su cento tiri, cinquanta daranno testa. Un altro significato deriva dalla fiducia soggettiva nell'esito di un singolo evento. In questo senso, «la probabilità che la moneta dia testa è 0,5» significa che su una scala da 0 a 1 la fiducia che il tiro successivo darà

testa è a metà strada tra la certezza che sarà così e la certezza che non lo sarà.

I numeri che indicano la probabilità di un singolo evento, numeri che hanno senso solo come valutazioni della propria fiducia soggettiva, sono oggi un luogo comune: c'è una probabilità del trenta per cento che domani piova; le probabilità che stasera, nella partita di hockey sul ghiaccio, i Canadiens battano i Mighty Ducks sono di cinque a tre. Ma la mente può essersi evoluta in modo da pensare alle probabilità come a frequenze relative sul lungo termine, non come a numeri che esprimono la fiducia che un determinato evento avrà luogo. La matematica della probabilità è stata

inventata solo nel Diciassettesimo secolo, e l'uso di proporzioni o di percentuali per esprimerle è stato introdotto anche più tardi. (Le percentuali hanno fatto la loro comparsa dopo la Rivoluzione francese insieme al resto del sistema metrico, e sono state inizialmente utilizzate per i tassi di interesse e di imposta). Ancora più recente è l'utilizzo di formule per esprimere la probabilità: dati raccolti da gruppi di persone, registrati per iscritto, controllati per scoprire eventuali errori, immagazzinati in archivi, confrontati e messi in scala per ricavarne dei numeri. L'equivalente più vicino, per i nostri antenati, sarebbe stato il sentito dire, di attendibilità non provata, trasmesso con



etichette grossolane come «probabilmente». Le probabilità utilizzabili dai nostri antenati devono avere avuto origine dalla loro stessa esperienza, e questo significa che erano frequenze: nel corso degli anni, cinque persone su otto sono morte il giorno dopo essersi ammalate di esantema<sup>57</sup>.

Gigerenzer, Cosmides, Tooby e lo psicologo Klaus Fiedler hanno osservato che la questione della decisione medica e il quesito relativo a Linda chiedono le probabilità di un singolo evento: che probabilità ci sono che questo paziente sia malato, che probabilità ci sono che Linda sia una cassiera. Un istinto della probabilità che funziona sulle frequenze relative

potrebbe trovare tali questioni fuori della sua portata. C'è una sola Linda e, o è una cassiera, o non lo è. «La probabilità che sia una cassiera» non è calcolabile. Così, essi hanno posto ai loro soggetti gli stessi inquietanti quesiti, espressi però in termini di frequenze, non di probabilità di un singolo evento. Un americano su mille contrae la malattia, cinquanta persone sane su mille risultano positive al test: abbiamo messo insieme mille americani; quanti tra coloro che risultano positivi al test hanno contratto la malattia? Cento persone coincidono con la descrizione di Linda; quante sono cassiere, e quante cassiere femministe? Adesso quelli che si comportano da bravi statistici sono la

maggioranza, fino al novantadue per cento<sup>58</sup>.

Questa terapia cognitiva ha enormi implicazioni. Molti uomini che risultano positivi al test dell'HIV (il virus dell'AIDS) pensano di essere condannati. Alcuni sono ricorsi a misure estreme, compreso il suicidio, nonostante dovessero sapere che la maggior parte degli uomini non ha l'AIDS (soprattutto quelli che non rientrano in un gruppo a rischio) e che nessun test è perfetto. Ma è difficile per medici e pazienti usare tali conoscenze per calibrare le possibilità che l'infezione sia stata davvero contratta, anche quando le probabilità al riguardo sono note. Negli ultimi anni, per

esempio, la prevalenza dell'HIV fra gli uomini tedeschi non appartenenti a gruppi a rischio è stata dello 0,01 per cento, la sensibilità di un test HIV tipico è del 99,99 per cento, e la falsa positività è forse dello 0,01 per cento. Le prospettive di un paziente risultato positivo non sembrano molto rosee. Immaginate però che un medico parli al suo paziente così: «Pensi a 10.000 uomini eterosessuali come lei. Ci aspettiamo che uno di loro sia colpito dal virus, e quasi certamente egli risulterà positivo al test. Dei 9999 uomini non infetti, un secondo risulterà positivo. Così ne abbiamo due che risultano positivi, ma solo uno di loro ha di fatto il virus. Tutto quello che

sappiamo in questo momento è che lei è risultato positivo. Quindi l'eventualità che lei abbia contratto davvero il virus è del 50 per cento». Gigerenzer ha scoperto che quando le probabilità vengono presentate in questo modo (come frequenze), le persone, compresi gli specialisti, sono molto più precise nel calcolare la probabilità della presenza di una malattia dopo un esame medico. Lo stesso vale per altre valutazioni in situazioni d'incertezza, come quella di definire la colpa in un processo penale.

Gigerenzer sostiene che l'equazione intuitiva fra probabilità e frequenza porta non solo a calcolare da statistici,

ma anche a pensare da statistici al concetto stesso di probabilità, una nozione sorprendentemente viscida e paradossale. Che cosa mai significa la probabilità di un singolo evento? I *bookmakers* sono pronti a inventare numeri misteriosi, come per esempio che le probabilità che Michael Jackson e LaToya Jackson siano la stessa persona sono di 500 a 1, o che le probabilità che i cerchi nei campi di mais siano dovuti a Fobos (una delle lune di Marte) sono di 1000 a 1. Una volta ho letto su un tabloid che le possibilità che Michail Gorbaciov fosse l'Anticristo erano di 1 a 8000 miliardi. Sono affermazioni vere? False? Approssimativamente vere? Come possiamo dirlo? Un collega

mi aveva detto che c'era il 95 per cento di probabilità che venisse alla mia conferenza. Non è venuto. Mentiva?

Forse state pensando: sicuro, la probabilità di un singolo evento non è altro che fiducia soggettiva, ma non è razionale calibrare la fiducia con la frequenza relativa? Se la gente comune non si comportasse così, non sarebbe forse irrazionale? Ah, ma la frequenza relativa di che cosa? Per contare le frequenze bisogna decidere la classe di eventi da sommare, e un singolo evento appartiene a un numero infinito di classi. Richard von Mises, un pioniere della teoria della probabilità, fornisce un esempio.

In un campione di donne americane

fra i 35 e i 50 anni, 4 su 100 sono colpite da tumore al seno nel giro di un anno. Questo vuol dire che la signora Smith, una donna americana di 49 anni, ha il 4 per cento di probabilità di essere colpita da un tumore al seno entro un anno? Non c'è una risposta. Supponiamo che in un campione di donne tra i 45 e i 90 anni, altra classe cui appartiene la signora Smith, 11 su 100 contraggano un tumore al seno nell'arco di un anno. Le possibilità della signora Smith sono del 4 per cento o dell'11 per cento? Supponiamo che sua madre abbia avuto un tumore al seno e che, su 100 donne fra i 45 e i 90 anni le cui madri l'hanno avuto, 22 ne siano a loro volta colpite. Le sue possibilità sono il 4 per cento,



l'11 per cento o il 22 per cento? La signora Smith, per di più, fuma, vive in California, ha avuto due figli prima dei 25 anni e uno dopo i 40, è di origine greca... Con che gruppo dobbiamo confrontarla per individuare le «vere» probabilità? Potreste pensare che più la classe è specifica, meglio è, ma tanto più la classe è specifica, tanto minori sono le sue dimensioni e tantomeno affidabile risulta la frequenza. Se sulla faccia della terra ci fossero soltanto due persone molto simili alla signora Smith, e una sviluppasse un tumore al seno, qualcuno direbbe che le possibilità della signora Smith sono del 50 per cento? Al limite, la sola classe che sia veramente confrontabile con la signora Smith in

tutte le sue particolarità è quella costituita dalla stessa signora Smith. Ma in una classe di un solo elemento, la «frequenza relativa» non ha alcun senso<sup>59</sup>.

Tali questioni filosofiche sul significato della probabilità non sono affatto accademiche; esse influenzano ogni nostra decisione. Quando un fumatore considera che i suoi genitori novantenni si sono fumati un pacchetto al giorno per decenni, e ne deduce che lui non rientra nelle proiezioni statistiche nazionali, potrebbe benissimo avere ragione. Durante le elezioni presidenziali del 1996, l'età avanzata del candidato repubblicano diventò argomento di discussione. «The New

Republic» pubblicò la lettera seguente:

Ai redattori:

Nel vostro editoriale del 1° aprile, «Dole è troppo vecchio?», l'informazione attuariale era fuorviante. Per un uomo bianco medio di 72 anni il rischio di morire entro cinque anni sarà del 27 per cento, ma, oltre alla salute e al sesso, bisogna tenere conto di altri fattori. Gli uomini ancora attivi nel lavoro, come il senatore Bob Dole, hanno una longevità molto maggiore. Inoltre, le statistiche dimostrano che a una maggiore ricchezza corrisponde una vita più lunga. Prendendo in considerazione queste caratteristiche, il settantreenne medio (l'età che avrebbe Dole una volta eletto presidente) ha una probabilità del 12,7 per cento di morire entro quattro anni.

Sì, e che dire del settantatreenne medio maschio, bianco, ricco, lavoratore, che arriva dal Kansas, non fuma e si è dimostrato abbastanza forte da sopravvivere a una granata? Una differenza ancora più drammatica è emersa durante il processo per omicidio tenutosi nel 1995 contro O.J. Simpson. L'avvocato Alan Dershowitz, consulente per la difesa, disse in televisione che solo un decimo dell'1 per cento degli uomini che picchiano le mogli finiscono per ammazzarle. In una lettera a «Nature», uno statistico fece allora notare che più della metà degli uomini che picchiano le mogli, e le cui mogli vengono poi ammazzate da qualcuno, sono i loro assassini<sup>60</sup>.

Molti teorici della probabilità concludono che la probabilità di un singolo evento non può essere calcolata; l'intera faccenda è priva di senso. Le probabilità di un singolo evento sono «un assoluto nonsenso», ha affermato un matematico. Dovrebbero essere «materia da psicoanalisi, non da teoria della probabilità», ha commentato un altro storcendo il naso. Non è che la gente, riguardo a un singolo evento, possa credere quel che vuole. Affermare che io ho più probabilità di perdere che di vincere un combattimento contro Mike Tyson, o che non è probabile che stasera venga rapito dagli alieni, non è privo di senso. Ma non si tratta di enunciati matematici, i quali sì sono veri

o falsi al cento per cento, e le persone che li mettono in dubbio non commettono un'elementare fallacia. Le asserzioni su singoli eventi non possono essere decise da un calcolatore; vanno sviscerate soppesando le prove, valutando la persuasività degli argomenti, riformulando le asserzioni per renderne più facile la valutazione, e attraverso tutti quegli altri processi fallibili con cui gli esseri umani fanno ipotesi induttive su un futuro inconoscibile.

Persino la peggiore sciocchezza fra quelle che disonorano l'*Homo sapiens*, come sostenere che è più probabile che Linda sia una cassiera femminista piuttosto che una cassiera e basta, non è

insomma, secondo molti matematici, una fallacia. Poiché la probabilità di un singolo evento è priva di significato in matematica, si è costretti a dare un senso alla domanda come meglio si può. Gigerenzer suggerisce che, siccome le frequenze sono opinabili e le persone non assegnano intuitivamente dei numeri ai singoli eventi, è possibile che facciano appello a una terza definizione, non matematica, di probabilità: «Grado di convinzione garantito dall'informazione appena fornita». Questa definizione è presente in molti dizionari e viene usata nei tribunali, dove corrisponde a concetti come causa probabile, peso della prova e ragionevole dubbio. Se le domande sulle

probabilità di un singolo evento indirizzano le persone verso tale definizione, il che sarebbe naturale se esse hanno presunto, del tutto ragionevolmente, che lo sperimentatore ha incluso il profilo di Linda per qualche motivo, esse darebbero alla domanda un'interpretazione tipo: in che misura le informazioni fornite su Linda corroborano la conclusione che sia una cassiera? E una risposta ragionevole è: non la corroborano granché<sup>61</sup>.

Un ultimo ingrediente del concetto di probabilità è la fiducia in un mondo stabile. Un'inferenza probabilistica è una predizione basata oggi su frequenze raccolte ieri. Ma ieri era ieri, e oggi è oggi. Come sappiamo che nel frattempo



il mondo non è cambiato? I filosofi della probabilità si chiedono se aver fiducia nella probabilità stessa sia razionale in un mondo che cambia. Attuari e compagnie di assicurazione se ne preoccupano ancora di più: le assicurazioni fanno bancarotta quando un evento o un cambiamento nello stile di vita rendono obsolete le loro tabelle. Gli psicologi sociali portano l'esempio del tizio che evita di acquistare un modello di automobile statisticamente solidissima dopo aver saputo che quella del vicino il giorno prima l'ha lasciato in panne. Gigerenzer gli mette a confronto il caso di una persona che non permette al figlio di giocare in un fiume dove non erano mai accadute disgrazie

dopo aver saputo che quella mattina, proprio in quel fiume, il figlio di un vicino è stato attaccato da un coccodrillo. La differenza fra i due scenari (a parte il peso delle conseguenze) è che noi riteniamo stabile il mondo dell'automobile, e quindi le vecchie statistiche rimangono valide, mentre il mondo del fiume è cambiato, e dunque le vecchie statistiche sono discutibili. L'uomo della strada che dà più peso a un episodio recente che a una sfilza di statistiche non è detto si comporti in maniera irrazionale.

Certo, a volte la gente ragiona fallacemente, specie oggi che è bombardata da informazioni d'ogni genere. E tutti, è naturale, dovrebbero

imparare probabilità e statistica. Ma una specie che non avesse alcun istinto per la probabilità non potrebbe impararla, tantomeno inventarla. E quando alle persone vengono fornite informazioni in un formato corrispondente al modo in cui viene loro naturale pensare alla probabilità, esse possono essere notevolmente precise. Che la nostra specie sia cieca alla probabilità è insomma improbabile.

### *La mente metaforica*

Siamo quasi pronti, ora, a sciogliere il paradosso di Wallace sul cacciatore-raccoglitore dotato di una mente capace di calcolo infinitesimale.

La mente umana, constatiamo, non è dotata di una facoltà futile, dal punto di vista evoluzionistico, come quella che le permetterebbe di applicarsi alle scienze occidentali, alla matematica, al gioco degli scacchi o ad altri svaghi. Essa è dotata di facoltà che le consentono di dominare l'ambiente circostante e avere la meglio sugli altri suoi occupanti. Gli esseri umani formano concetti che individuano i nodi nel tessuto correlazionale del mondo. Essi dispongono di varie modalità di conoscenza, o teorie intuitive, adattate ai principali tipi di entità appartenenti all'esperienza umana: oggetti, cose animate, entità naturali, manufatti, menti, nonché i legami e le forze sociali che

analizzeremo nei prossimi due capitoli. Gli esseri umani fanno uso di strumenti inferenziali come gli elementi della logica, dell'aritmetica e della probabilità. Ciò che ora vogliamo sapere è da dove vengono queste facoltà e come possono essere applicate alle sfide intellettuali moderne.

Ecco un'idea ispirata a una scoperta nel campo della linguistica. Ray Jackendoff richiama l'attenzione su frasi tipo:

Il messaggero andò da [*went from*]

Parigi a [*to*] Istanbul.

L'eredità alla fine andò a [*went to*]

Fred.

Il semaforo passò dal [*went from*]

verde al [to] rosso.

La riunione andò dalle [*went from*]  
tre alle [to] quattro.

La prima frase è lineare: qualcuno si muove da un posto all'altro. Nelle altre, invece, le cose stanno ferme. Fred può essere diventato miliardario alla lettura del testamento anche senza un effettivo movimento di soldi, ma semplicemente con un passaggio di firma sul conto corrente. I semafori sono piantati nei marciapiedi e non si spostano, e le riunioni non sono oggetti che possono viaggiare. Stiamo usando lo spazio e il movimento come metafora per idee più astratte. Nella frase di Fred i beni rappresentano oggetti, i proprietari

rappresentano luoghi e *dare* è il movimento. Nel caso del semaforo una cosa che può cambiare è l'oggetto, i suoi diversi stati (rosso e verde) sono luoghi, e *cambiare* è il movimento. Quanto alla riunione, il tempo è una linea, il presente un punto che si muove, gli avvenimenti sono viaggi, l'inizio e la fine costituiscono i luoghi di partenza e di destinazione.

La metafora spaziale non ricorre solo quando si parla di cambiamenti, ma anche quando si parla di stati che non mutano. Il trovarsi, l'appartenere, l'essere, un orario fissato sono espressi come se fossero punti di riferimento situati in un luogo:

Il messaggero è *a* Istanbul.

Il denaro è *di* Fred.

Il semaforo è rosso.

La riunione è *alle* 3:00.

La metafora vale anche per quelle frasi che indicano qualcosa che viene fatto rimanere in un certo stato:

La banda *tenne* il messaggero a Istanbul.

Fred *tenne* il denaro.

Il vigile *ha tenuto* rosso il semaforo.

Emilio *ha tenuto* la riunione lunedì.

Perché facciamo queste analogie? Non semplicemente per cooptare le parole, ma per cooptare il loro meccanismo inferenziale. Alcune deduzioni che si



applicano a moto e spazio si applicano altrettanto bene a possesso, condizioni e tempo. Il che permette di prendere in prestito il meccanismo deduttivo valido per lo spazio e usarlo per ragionare su altri oggetti. Se sappiamo, per esempio, che  $X$  è andato da  $Y$ , ne possiamo dedurre che prima  $X$  non era da  $Y$ , e ora invece lo è. Per analogia, sapendo che un bene va a una persona, se ne può dedurre che essa prima non lo possedeva, e invece ora lo possiede. L'analogia è stretta, anche se non è mai totale. Durante il viaggio da Parigi a Istanbul il messaggero passa per una serie di posti diversi, mentre Fred nell'ereditare il denaro non ne diviene possessore gradualmente, via via che

viene letto il testamento: il passaggio è immediato. Quindi non bisogna permettere che il concetto di posizione si confonda con quelli di possesso, di condizione o di tempo, anche se a essi può prestare alcune delle proprie regole inferenziali. Questa condivisione è quanto fa sì che le analogie tra posizione e altri concetti servano a qualcosa, e non rappresentino solo somiglianze che ci colpiscono<sup>62</sup>.

La mente esprime concetti astratti con termini concreti. Nelle metafore non sono solo le parole che vengono prese in prestito, ma intere costruzioni grammaticali. La costruzione, tipica della lingua inglese, con il doppio oggetto, come in *Minnie sent Mary the*

*marbles* [Minnie ha inviato a Mary le biglie], riguarda le frasi relative al dare. Ma può essere cooptata per parlare di comunicazione:

*Minnie told Mary a story* [Minnie ha raccontato a Mary una storia].

*Alex asked Annie a question* [Alex ha fatto ad Annie una domanda].

*Carol wrote Connie a letter* [Carol ha scritto a Connie una lettera].

Le idee sono doni, la comunicazione è dare, colui che parla è colui che invia, il pubblico è colui che riceve, sapere è avere<sup>63</sup>.

La posizione nello spazio costituisce una delle due metafore fondamentali del

linguaggio, utilizzata per migliaia di significati. La seconda ha a che vedere con i concetti di forza, azione esercitata, causazione. Leonard Talmy fa notare che in ognuna delle seguenti coppie, le due frasi si riferiscono allo stesso evento, eppure tali eventi vengono da noi recepiti in modo diverso:

La palla rotolava sull'erba.

La palla continuava a rotolare  
sull'erba.

John non esce di casa.

John non può uscire di casa.

Larry non ha chiuso la porta.

Larry si è trattenuto dal chiudere la  
porta.

Shirley è gentile con lui.

Shirley è corretta con lui.

Margie deve andare al parco.

Margie riesce ad andare al parco.

La differenza è che la seconda di queste frasi ci induce a supporre un qualche agente che esercita una forza per superare una resistenza o per vincere qualche altra forza. Nella seconda frase della palla sull'erba la forza è letteralmente una forza fisica. Ma nel caso di John è un «desiderio»: un desiderio di uscire che è stato frustrato. In modo analogo, il secondo Larry sembra avere dentro di sé una forza psichica che gli ordina di chiudere la porta e un'altra che la sopraffà. Nel caso

di Shirley, queste psicodinamiche vengono comunicate con la semplice scelta dell'aggettivo *corretta*. Nella prima frase Margie è spinta ad andare al parco da una forza esterna nonostante una sua resistenza interna. Nella seconda è invece spinta da una forza interna che supera una resistenza esterna.

La metafora di forza e resistenza è ancora più esplicita in queste frasi:

Fran forzò la porta per aprirla.

Fran forzò Sally ad andare.

Fran si sforzò di andare.

Parole analoghe, derivanti da «forza», vengono usate in senso letterale e metaforico con un comune denominatore facilmente riconoscibile. Le frasi

relative al movimento e quelle relative al desiderio alludono entrambe a una dinamica da palla da biliardo nella quale un contendente ha una tendenza intrinseca al movimento o alla quiete, e viene contrastato da un antagonista più debole o più forte, il che fa sì che uno o entrambi si fermino o procedano. È la teoria dell'impeto di cui ho parlato più sopra, il nucleo della teoria fisica intuitiva delle persone<sup>64</sup>.

I concetti di spazio e forza permeano il linguaggio. Molti scienziati cognitivi (me compreso) sono giunti alla conclusione, dalle loro ricerche sul linguaggio, che a sottendere i significati letterali o figurati di decine di migliaia di parole e di costruzioni, e non solo

della lingua inglese, ma di ogni altra presa in esame, sia esiguo gruppo di concetti relativi a luoghi, percorsi, movimenti, azioni esercitate e causazioni<sup>65</sup>. Il pensiero sotteso alla frase «Minnie ha dato la casa a Mary» dovrebbe essere qualcosa del tipo: «Minnie è causa [che la casa vada nel senso del possesso da Minnie a Mary]». Tali concetti e relazioni sembrano essere il vocabolario e la sintassi del mentalese, il linguaggio del pensiero. Poiché il linguaggio del pensiero è combinatorio, questi concetti elementari possono essere combinati per formare idee sempre più complesse. La scoperta di porzioni del vocabolario e della sintassi del mentalese è una convalida



dello «straordinario pensiero» di Leibniz: «Che una sorta di alfabeto dei pensieri umani può essere elaborato e che tutto può essere scoperto e giudicato tramite la comparazione delle lettere di questo alfabeto e l'analisi delle parole con esse ottenute»<sup>66</sup>. E la scoperta che gli elementi del mentalese si basano su luoghi e «proiettili» comporta una serie di implicazioni relative sia all'origine del linguaggio del pensiero sia al modo in cui lo utilizziamo in epoca moderna.

Altri primati possono non pensare a storie, eredità, riunioni e semafori; pensano però a rocce, bastoni e tane. Il mutamento evoluzionistico opera spesso copiando parti del corpo e armeggiando

con la copia. Parti della bocca degli insetti, per esempio, sono zampe modificate. È un processo di questo tipo che può averci fornito il nostro linguaggio del pensiero. Supponiamo che dei circuiti ancestrali per ragionare su spazio e forza siano stati copiati, che nella copia le connessioni con occhi e muscoli siano state tagliate, e che i riferimenti al mondo fisico siano stati cancellati. I circuiti potrebbero servire da scaffalatura con comparti pieni di simboli relativi a questioni più astratte come stati, possedimenti, idee e desideri. Essi manterrebbero le loro capacità computazionali, continuando a far conto sul fatto che le entità si trovano in uno stato per volta, passano da uno

stato all'altro, e prevalgono su entità di valenza opposta. Quando il nuovo dominio astratto ha una struttura logica che rispecchia gli oggetti in movimento (il semaforo ha un colore per volta, ma passa dall'uno all'altro; le interazioni sociali contrastate vengono determinate dalla volontà del più forte), i vecchi circuiti possono compiere un utile lavoro inferenziale. Essi rivelano le loro origini di simulatori di spazio e forza attraverso le metafore che suggeriscono, sorta di organo cognitivo vestigiale<sup>67</sup>.

Esistono dei motivi per credere che il nostro linguaggio del pensiero si sia evoluto proprio così? Qualcuno. Gli scimpanzé, e probabilmente il loro e nostro comune antenato, sono curiosi

manipolatori di oggetti. Quando vengono addestrati a usare dei simboli o dei gesti, essi sono in grado di rappresentare con essi l'azione di andare in un certo posto o di mettere un oggetto in un determinato luogo. Lo psicologo David Premack ha dimostrato che gli scimpanzé sono in grado di isolare le cause. Se vengono loro date due immagini in successione temporale, come per esempio quelle di una mela e di due metà di una mela, oppure di un foglio di carta scarabocchiato e un foglio bianco, essi sanno individuare l'oggetto che ha prodotto il cambiamento, un coltello nel primo caso e una gomma nel secondo. Non solo, insomma, gli scimpanzé si destreggiano

nel mondo fisico, ma hanno pensieri a sé stanti riguardo a esso. Forse il circuito sotteso a tali pensieri è stato cooptato, nella nostra stirpe, per generi di causazione più astratti<sup>68</sup>.

Come sappiamo che la mente degli esseri umani viventi riconosce effettivamente i parallelismi tra, diciamo, pressione sociale e fisica, o tra spazio e tempo? Come facciamo a sapere che la gente non si limita a usare metafore morte che nemmeno capisce, come quando si parla di *breakfast* senza pensare che è qualcosa che *breaks* [spezza] un *fast* [digiuno]? Tanto per cominciare, le metafore basate su spazio e forza sono state più volte reinventate in decine e decine di famiglie

linguistiche in tutto il globo<sup>69</sup>. Una prova ancora più suggestiva viene dal mio campo di ricerca principale, l'acquisizione del linguaggio nel bambino. La psicologa Melissa Bowerman ha scoperto che i bambini in età prescolare coniano spontaneamente metafore proprie dove spazio e movimento simboleggiano possesso, condizione; tempo e causazione:

*You put me just bread and butter* [Tu metti a me solo pane e burro].

*Mother takes ball away from boy and puts it to girl* [La mamma porta via la palla dal bambino e la mette alla bambina].

*I am taking these cracks bigger* (sgusciando una nocciolina) [Prendo queste rotture più grandi].

*I putted part of the sleeve blue so I*

*crossed it out with red* (colorando) [Ho «mettato» parte della manica blu così l'ho cancellata con il rosso].

*Can I have any reading behind dinner?* [Posso avere una lettura dietro la cena?].

*Today we'll be packing because tomorrow there won't be enough space to pack* [Oggi faremo i bagagli perché domani non ci sarà abbastanza spazio per farli].

*Friday is covering Saturday and Sunday so I can't have Saturday and Sunday if I don't go through Friday* [Venerdì copre il sabato e la domenica, così non posso avere il sabato e la domenica se non passo attraverso il venerdì]. *My dolly is scrunched from someone... but not from me* [La mia bambola è strapazzata da qualcuno... ma non da me].

*They had to stop from a red light* [Hanno dovuto fermarsi da un semaforo rosso]\*.

I bambini non potevano aver ereditato le metafore da precedenti parlanti; l'equazione fra spazio e idee astratte è venuta loro naturale<sup>70</sup>.

Spazio e forza sono talmente fondamentali per il linguaggio che quasi non costituiscono delle metafore, perlomeno non nel senso degli strumenti letterari utilizzati in prosa e in poesia. Non c'è modo di parlare di possesso, condizione e tempo nella normale conversazione senza ricorrere a parole come «andare», «tenere» e «essere a». E da tali parole non scaturisce quel senso di incongruità che dà efficacia alla vera e propria metafora letteraria. Tutti sappiamo quando ci troviamo di fronte a una figura retorica. Come, fa notare



Jackendoff, è naturale dire: «Certo, il mondo non è veramente un palcoscenico, ma se lo fosse si potrebbe dire che l'infanzia è il primo atto». Suonerebbe invece strano dire: «Certo, le riunioni non sono veramente punti in movimento, ma se lo fossero si potrebbe dire che questa è andata dalle tre alle quattro»<sup>71</sup>.

I modelli di spazio e forza non operano come figure retoriche intese a veicolare nuove intuizioni; sembrano più vicini al medium del pensiero stesso. La mia impressione è che settori del nostro apparato mentale relativi a tempo, esseri animati, menti e relazioni sociali siano stati, nel corso della nostra evoluzione, copiati e modificati partendo dal modulo relativo alla fisica intuitiva che in parte

condividiamo con gli scimpanzé.

Con delle metafore si possono costruire altre metafore e, quando dilatiamo le nostre idee e parole per includere nuovi campi, continuiamo a prendere a prestito pensieri concreti. In qualche punto, tra le costruzioni base per spazio e tempo in inglese e la grandezza di Shakespeare, esiste un vasto inventario di metafore quotidiane che esprimono il grosso della nostra esperienza. George Lakoff e il linguista Mark Johnson hanno redatto un elenco delle «metafore con cui conviviamo», equazioni mentali che abbracciano decine di espressioni:

**LA DISCUSSIONE È GUERRA:**

Le tue affermazioni sono  
*indifendibili*.

Ha *attaccato* ogni punto *debole* della  
mia argomentazione.

Le sue critiche hanno *colto il*  
*bersaglio*.

Non ho mai *vinto* in una discussione  
con lui.

LA VIRTÙ È IN ALTO:

È un uomo di *alto* ingegno.

È una persona *retta*.

Quello è stato un colpo *basso*.

A questo non mi *abbasso*. È *al di*  
*sotto* del mio livello.

L'AMORE È UN PAZIENTE:

Questo è un rapporto *malato*.

Il loro matrimonio è *sano*.

Questo matrimonio è *morto*, e non può *risuscitare*.

È una relazione che dà segni di *stanchezza*.

LE IDEE SONO CIBO:

Quello che ha detto mi ha lasciato *l'amaro in bocca*.

Non sono altro che idee *fritte e rifritte*.

Non riesco a *mandar giù* quell'affermazione.

Questa ipotesi *alimenta* il pensiero.

Una volta che iniziate a notare simili forme di letteratura terra terra, ne trovate ovunque. Le idee non sono solo cibo, ma edifici, persone, piante,

prodotti, merci, denaro, utensili e mode. L'amore è forza, pazzia, magia e guerra. Il campo visivo è un contenitore, l'autostima un oggetto fragile, il tempo denaro, la vita un gioco del caso<sup>72</sup>.

L'onnipresenza della metafora ci porta più vicino alla soluzione del paradosso di Wallace. La risposta alla domanda «perché la mente umana è adattata a pensare ad arbitrarie entità astratte?» è che in realtà non lo è. A differenza dei computer e delle regole della logica matematica noi non pensiamo in  $F$ , o in  $x$  e  $y$ . Abbiamo ereditato un formulario in cui sono catturati gli aspetti chiave degli incontri tra oggetti e forze nonché i caratteri di

altre dimensioni di rilievo della condizione umana, come la lotta, il cibo e la salute. Cancellandone i contenuti e riempiendo gli spazi bianchi con nuovi simboli, possiamo adattare le formule ereditate ad ambiti più astrusi. È possibile che alcune di queste revisioni abbiano avuto luogo nel corso della nostra evoluzione, fornendoci, a partire da formule originariamente concepite per la fisica intuitiva, categorie mentali fondamentali come quelle di proprietà, tempo e volontà. Ulteriori revisioni avvengono mentre viviamo la nostra vita e ci cimentiamo con nuove sfere di conoscenza.

Persino il più oscuro ragionamento scientifico non è che un insieme di

metafore mentali elementari. Noi sottraiamo le nostre facoltà agli ambiti nei quali erano destinate a essere applicate, e ne usiamo i meccanismi per dare senso a nuovi ambiti che, su un piano astratto, assomigliano a quelli vecchi. Le metafore nelle quali pensiamo sono prelevate non solo da azioni elementari, come muoversi e cozzare, ma anche da interi modi di conoscere. Per fare biologia, prendiamo il nostro modo di capire i manufatti e lo applichiamo agli organismi. Per fare chimica, trattiamo l'essenza di un'entità naturale come un insieme di minuscoli oggetti elastici e appiccicosi. Per fare psicologia, trattiamo la mente come un'entità naturale.

Il ragionamento matematico attinge e nello stesso tempo dà qualcosa alle altre parti della mente. Grazie ai grafici, noi primati afferriamo la matematica con gli occhi e con l'occhio della mente. Le funzioni sono forme (lineari, piatte, ripide, che si incrociano, lisce) e le operazioni scarabocchi con immagini mentali (rotazioni, estrapolazioni, riempimenti, tracciati)<sup>73</sup>. A sua volta, il pensiero matematico offre nuovi modi di conoscere il mondo. Galileo dice che il libro della natura è scritto nel linguaggio della matematica, e senza il suo aiuto è impossibile comprenderne una sola parola.

L'affermazione di Galileo non si applica solo alle lavagne strapiene di



equazioni delle facoltà di fisica, ma anche a verità elementari che diamo per scontate. Le psicologhe Carol Smith e Susan Carey hanno scoperto che i bambini hanno strane convinzioni in materia. Essi sanno che un mucchietto di riso ha un certo peso, ma sostengono che un chicco di riso non pesa nulla. Quando si chiede loro di immaginare di tagliare a metà un pezzo di acciaio, poi tagliarlo di nuovo e di nuovo ancora e così via, affermano che alla fine si arriverà a un pezzetto così piccolo da non occupare più spazio e da non contenere più acciaio. Non è un ragionamento insensato. Ogni evento fisico ha una soglia al di sotto della quale nessuna persona o strumento può individuarlo.

La divisione ripetuta di un oggetto produce oggetti troppo piccoli per essere individuati; un insieme di oggetti ciascuno dei quali sia sotto la soglia può essere individuabile globalmente. Smith e Carey osservano che se noi troviamo le convinzioni dei bambini sciocche è perché possiamo interpretare la materia utilizzando il nostro concetto di numero. Solo nel regno della matematica dividendo più volte una quantità positiva si ha sempre una quantità positiva, e sommando più volte lo zero si ottiene sempre zero. La nostra comprensione del mondo fisico è più sofisticata di quella dei bambini perché abbiamo coniugato le nostre intuizioni sugli oggetti con le nostre intuizioni sul

numero<sup>74</sup>.

La visione, insomma, è stata cooptata a favore del pensiero matematico, il quale ci aiuta a vedere il mondo. La comprensione guidata dall'istruzione è un enorme marchingegno costituito da parti dentro parti. Ogni parte è costruita a partire da modelli mentali o modi di conoscere base che sono stati copiati, svuotati del loro contenuto originario, connessi ad altri modelli e confezionati a formare parti più grandi, che a loro volta possono essere confezionate a formare parti ancora più grandi, all'infinito. Poiché i pensieri umani sono combinatori (parti semplici si combinano) e ricorsivi (le parti possono incastrarsi all'interno di altre parti), con

un limitato inventario di utensili mentali è possibile esplorare impressionanti distese di sapere.

*Eureka!*

E che dire del genio? Come può la selezione naturale spiegare uno Shakespeare, un Mozart, un Einstein o un Abdul-Jabbar? Come avrebbero potuto guadagnarsi da vivere, nella savana del pleistocene, una Jane Austen, un Vincent van Gogh o un Thelonious Monk?

Siamo tutti creativi. Ogni volta che mettiamo sotto la gamba di un tavolo traballante il primo oggetto che ci capita sottomano, o escogitiamo un nuovo modo per convincere un bambino a

infilarsi il pigiama, facciamo uso delle nostre capacità di creare un nuovo risultato. I geni creativi, però, non si distinguono solo per le loro opere straordinarie, ma anche per il loro straordinario modo di funzionare: si presume che non pensino come voi o me. Irrompono sulla scena come prodigi, *enfants terribles*, contestatori. Ascoltano la loro musa e sfidano la saggezza convenzionale. Lavorano quando li prende l'ispirazione e hanno intuizioni fulminanti mentre noi altri arranchiamo faticosamente lungo sentieri battuti. Mettono un problema da parte lasciandolo in incubazione nell'inconscio; poi un giorno, senza preavviso, si accende una lampadina, ed

ecco presentarsi una soluzione bell'e fatta. Il genio rilascia dei capolavori, il retaggio della creatività non repressa. Woody Allen coglie questa immagine nel racconto *Se gli impressionisti fossero stati dentisti*, costituito da una serie di immaginarie lettere scritte da Vincent van Gogh. In un momento di angoscia e disperazione, Vincent scrive al fratello: «La signora Sol Schwimmer mi fa causa perché le ho fatto un ponte come me lo sentivo e non sulla misura della sua stupida bocca! Proprio così! Io non posso lavorare su ordinazione come un volgare commerciante! Ho deciso che il suo ponte doveva essere enorme e fluttuante, con denti selvaggi che spuntano in ogni direzione come lingue

di fuoco! Adesso è sconvolta perché non le entra in bocca!... Ho tentato di cacciarle la dentiera in bocca ma esce fuori come un lampadario veneziano. Eppure la trovo bella»<sup>75</sup>.

Quest'immagine del genio affonda le sue radici nel movimento romantico di duecento anni fa, ed è ormai saldamente radicata. I consulenti creativi prendono milioni di dollari dalle grandi aziende per corsi dimostrativi dilbertiani di *brainstorming*, *lateral thinking* e flusso dalla parte destra del cervello, che garantiscono di trasformare qualunque manager in un Edison. Teorie complesse sono state elaborate per capire l'inesplicabile capacità dell'inconscio, nel sogno, di risolvere problemi. Come

Alfred Russel Wallace, alcuni sono giunti alla conclusione che della genialità non si può dare nessuna spiegazione di ordine naturale. Si dice che i manoscritti di Mozart non presentassero neanche una correzione. Le composizioni dovevano provenire dalla mente di Dio, che aveva scelto Mozart per farci sentire la propria voce.

Purtroppo le persone creative sono al culmine della creatività quando scrivono l'autobiografia. Gli storici hanno setacciato diari, appunti, manoscritti e lettere alla ricerca di segni che rivelino il visionario per natura, periodicamente colpito dai dardi dell'inconscio. Purtroppo hanno riscontrato che il vero genio creativo è Salieri, più che



Amadeus<sup>76</sup>.

I geni sono degli sgobboni. In genere sudano sangue per almeno dieci anni prima di produrre qualcosa che duri. (Mozart componeva sinfonie a otto anni, ma non erano eccezionali; il primo capolavoro arrivò al dodicesimo anno della sua carriera). Durante l'apprendistato, si immergono totalmente nel loro campo. Assimilano decine di migliaia di problemi e soluzioni, per cui nessuna sfida è per loro del tutto nuova e possono attingere da un vasto repertorio di motivi e strategie. Tengono d'occhio la concorrenza e la direzione in cui spira il vento, e, nella scelta dei problemi da affrontare, sanno discriminare o sono fortunati. (Quelli sfortunati, anche se

dotati di talento, non verranno ricordati come geni). Si preoccupano della stima di cui godono e del loro posto nella Storia. (Il fisico Richard Feynman ha scritto due libri in cui racconta quanto fosse brillante, irriverente e ammirato, e uno l'ha intitolato *Che t'importa di ciò che dice la gente?*). I geni lavorano giorno e notte, e ci lasciano molte opere che di geniale non hanno granché. (Wallace ha trascorso gli ultimi anni della sua carriera cercando di comunicare con i morti). Gli intervalli in cui distolgono l'attenzione da un problema sono utili non tanto perché nel frattempo il problema fermenta nell'inconscio, quanto perché sono sfiniti e hanno bisogno di riposo (e forse

hanno così modo di dimenticare i vicoli ciechi). I geni non rimuovono i problemi, s'impegnano invece nel «porsi i problemi in modo creativo», e l'epifania non è un colpo da maestro, ma il pizzicotto di un tentativo precedente. Rivedono costantemente il lavoro, avvicinandosi passo a passo al loro ideale.

È anche possibile, certo, che la genetica dia ai geni quattro assi in una mano sola, ma queste persone non sono dei fenomeni dotati di una mente assolutamente diversa dalla nostra o da qualsiasi cosa possiamo immaginare sia evoluta in una specie che ha sempre vissuto grazie al proprio estro. Il genio crea buone idee perché tutti noi creiamo

buone idee: a questo è destinata la nostra mente adattata e combinatoria.

---

\* Lo scambio fra spazio-moto e causazione, negli ultimi due esempi, è basato sull'uso di *from* – preposizione che esprime in genere un complemento di moto da luogo o di tempo – invece che delle preposizioni normalmente impiegate nei complementi di causa, come *by* o *because of*. [NdT]

## VI. TESTE CALDE

Il 13 marzo 1996 Thomas Hamilton entrò in una scuola elementare di Dunblane, in Scozia, portando con sé due revolver e due pistole semiautomatiche. Dopo avere ferito gli insegnanti che avevano cercato di fermarlo, irruppe nella palestra, dove stavano giocando i bambini. Sparò a ventotto di loro, uccidendone sedici, poi uccise il loro maestro e, infine, puntò l'arma contro se stesso. «Il demonio ci ha fatto visita ieri, e non sappiamo perché», disse il direttore della scuola il

giorno dopo. «Non lo capiamo, e non credo che lo capiremo mai».

Sì, probabilmente non capiremo mai che cosa spinse Hamilton alla sua ultima ignobile impresa. Ma quella vendetta senza senso perpetrata da un solitario gonfio di amarezza ha un inquietante suono familiare. Hamilton, sospettato di pedofilia, era stato obbligato a dimettersi da capo scout e, per poter continuare a stare con i ragazzi, aveva formato propri gruppi di giovani. Uno teneva le sue riunioni nella palestra della scuola di Dunblane, ma Hamilton, in seguito alle proteste di alcuni genitori per il suo strano comportamento, era stato allontanato dalle autorità scolastiche. Il giovane era divenuto

oggetto di scherno e pettegolezzi e, non senza buone ragioni, nel quartiere avevano iniziato a chiamarlo «Mr Verme». Alcuni giorni prima che la sua furia esplodesse, aveva inviato delle lettere ai media e alla regina Elisabetta, difendendo la propria reputazione e chiedendo di essere reintegrato nel movimento scout.

La tragedia suscitò particolare impressione perché nessuno pensava che a Dunblane sarebbe mai potuto accadere qualcosa del genere. Dunblane è un paese idillico: la comunità è molto unita e il vero e proprio crimine era sconosciuto. Non si tratta dell'America, dove gli squilibrati sono di casa, il numero di armi in circolazione è uguale

a quello degli abitanti e gli accessi di furia omicida di lavoratori delle Poste scontenti sono così comuni (un episodio all'anno) che, quando uno perde le staffe, si dice che «va fuori di testa come un postino». Gli accessi di furia omicida, tuttavia, non sono un'esclusiva americana o del solo Occidente, e neppure delle società moderne. Il termine *amok*, passato in inglese a indicare la condizione di chi è in preda a crisi di incontrollata violenza, è in realtà un termine malese per designare il furore sanguinario che prende a volte uomini indocinesi soli che hanno perduto la persona amata, i loro soldi o la faccia. E la stessa sindrome è stata descritta in una cultura ancora più



lontana dall'Occidente: quella dei cacciatori-raccoglitori di Papua Nuova Guinea, che vivono come all'età della pietra.

L'uomo *amok* è con ogni evidenza fuori di sé, un automa inconsapevole di ciò che lo circonda e indifferente agli appelli e alle minacce. Ma la sua furia è preceduta da un lungo rimuginare sul proprio fallimento, ed è accuratamente programmata quale modo di uscire da una situazione insostenibile. Lo stato *amok* è, in modo agghiacciante, uno stato cognitivo. Non è innescato da uno stimolo o da un tumore, né da una casuale scarica chimica all'interno del cervello, bensì da un'idea. Un'idea così standard che la seguente descrizione

dello stato mentale *amok*, scritta nel 1968 da uno psichiatra che aveva intervistato a Papua Nuova Guinea sette *amok* ospedalizzati, si applica perfettamente ai pensieri di assassini di massa lontani continenti e decenni:

Non sono un uomo importante, un «grand'uomo». Possiedo soltanto il mio personale senso della dignità. Un intollerabile insulto ha ridotto la mia vita a un niente. Non ho nulla da perdere, quindi, se non la mia vita, che non è nulla, perciò scambio la mia vita con la tua, che è stata così favorita. Lo scambio va a mio vantaggio, perciò ucciderò non solo te, ma molti come te, riabilitando al contempo me stesso agli occhi del gruppo di cui faccio parte, anche se nel corso di tutto ciò potrei essere ucciso<sup>1</sup>.

Questa sindrome è un esempio estremo dell'enigmaticità delle emozioni umane. Emozioni che, per quanto esotiche al primo sguardo, si rivelano all'analisi universali e, irrazionali per eccellenza, dimostrano di essere strettamente intrecciate con il pensiero astratto e di avere una propria fredda logica.

### *Passione universale*

Una diffusa tattica per ostentare di essere uno che la sa lunga sta nell'informare l'ascoltatore che una qualche cultura manca di un'emozione che noi abbiamo o ne ha una di cui noi manchiamo. Si dice che gli eschimesi, Utku-Inuit, non possiedono una parola

per designare l'ira, e non provano ira. I tahitiani, sempre a quanto si dice, non sanno che cosa siano la colpa, la tristezza, la brama, la solitudine, e definiscono quella che noi chiameremmo depressione come stanchezza, malessere o sofferenza fisica. Alla notizia che un loro figlio era morto in battaglia, le madri spartane sorridevano. Nelle culture latine regna il machismo, mentre i giapponesi sono dominati dal timore di disonorare la famiglia. Nel corso di un'intervista sulle lingue, mi sono sentito chiedere: chi, se non gli ebrei, potrebbe avere una parola, *naches*, per designare l'essere raggiante di orgoglio per i successi di un figlio? E che nella lingua tedesca esista un termine come

*Schadenfreude*, che significa piacere per le disgrazie altrui, non rivela qualcosa di profondo sulla psiche teutonica?

Le culture, certo, differiscono per la frequenza con cui questa o quell'emozione viene espressa, fatta oggetto di discorso o seguita da un'azione. Questo, tuttavia, non dice nulla su quello che gli appartenenti ai vari popoli provano. Le testimonianze di cui disponiamo fanno pensare che le emozioni di tutti i membri normali della nostra specie tocchino le medesime corde<sup>2</sup>.

I più accessibili segni delle emozioni sono le espressioni facciali spontanee. Per scrivere *L'espressione delle*

*emozioni nell'uomo e negli animali*, Darwin fece circolare un questionario fra persone che avevano rapporti con popolazioni aborigene di cinque continenti, comprese popolazioni che avevano avuto scarsi contatti con europei. Invitando i suoi interlocutori a rispondere dettagliatamente e basandosi sull'osservazione, piuttosto che sui ricordi, Darwin chiedeva come i nativi esprimessero meraviglia, vergogna, indignazione, concentrazione, depressione, allegria, disprezzo, ostinazione, disgusto, terrore, rassegnazione, scontrosità, colpevolezza, astuzia, invidia e «sì» e «no». Per esempio:

5. Quando è depresso, ha gli angoli della

bocca abbassati e l'estremità interna delle sopracciglia sollevata da quel muscolo che i francesi chiamano «muscolo del dolore»? In questo stato il sopracciglio si presenta leggermente obliquo, con il margine interno un po' rigonfio; e la fronte è corrugata trasversalmente nella sua parte centrale, ma non per tutta la sua larghezza, come avviene quando le sopracciglia sono sollevate per la sorpresa.

Dalle risposte ricevute, Darwin giunse alla conclusione che «in tutto il mondo lo stesso stato d'animo viene espresso con notevole uniformità; e questo fatto è già di per sé interessante, perché è una prova di una stretta somiglianza fra tutte le razze umane per quanto riguarda la struttura corporea e l'attitudine

mentale»<sup>3</sup>.

Se Darwin poteva avere condizionato i suoi informatori con domande che suggerivano la risposta, la ricerca contemporanea ha confermato le sue conclusioni. Quando lo psicologo Paul Ekman iniziò a studiare le emozioni, negli anni Sessanta, si pensava che le espressioni facciali fossero segni arbitrari che i bambini imparavano in tenera età quando, a una smorfia casuale, venivano premiati o puniti. Se tali espressioni sembravano universali, si sosteneva, era perché i modelli occidentali erano divenuti universali; a John Wayne e Charlie Chaplin non sfuggiva nessuna cultura. Ekman raccolse una serie di fotografie di



persone che esprimevano sei emozioni, le mostrò a membri di numerose culture, compresi gli isolati cacciatori-raccoglitori Fore di Papua Nuova Guinea, e chiese loro di dare un nome a ogni emozione o di raccontare che cosa poteva essere successo a ognuna di quelle persone. Tutti riconobbero la felicità, la tristezza, l'ira, la paura, il disgusto e la sorpresa. Uno di loro, per esempio, disse che l'americano che nella foto sembrava impaurito doveva aver visto un cinghiale. Invertendo il processo, Ekman fotografò i suoi informatori mentre mettevano in scena situazioni tipo: «È arrivato il tuo amico e sei felice», «Tuo figlio è morto», «Sei arrabbiato e stai per batterti», «Vedi il

cadavere di un maiale morto da tempo». Le espressioni nelle fotografie sono inequivocabili.

Quando Ekman, alla fine degli anni Sessanta, presentò le sue scoperte a un convegno di antropologi, fu fatto oggetto di insulti. Un antropologo di primo piano che sedeva fra il pubblico saltò su e si mise a gridare che non bisognava permettergli di continuare a parlare: le sue tesi erano fasciste. In un'altra occasione un attivista afroamericano, sentendogli dire che le espressioni facciali dei neri non erano diverse da quelle dei bianchi, lo tacciò di razzismo. Ekman era sconcertato: aveva pensato che, se dal suo lavoro si poteva trarre una qualche morale politica, era una

morale di unità e fratellanza. Comunque, le conclusioni cui giunse hanno trovato ulteriori conferme e sono ormai in una forma o in un'altra perlopiù accettate (anche se si dibatte su quali espressioni rientrino in un catalogo universale, in che misura sia necessario il contesto per interpretarle, e come siano legate riflessivamente alle relative emozioni). Inoltre, ha trovato conferma un'altra osservazione di Darwin: nel volto dei bambini sordi e ciechi dalla nascita si esprime tutta o quasi la gamma delle emozioni<sup>4</sup>.

Perché, allora, tanti pensano che le emozioni varino da cultura a cultura? Le prove che ne hanno sono ben più indirette degli informatori di Darwin e

degli esperimenti di Ekman. Esse provengono da due fonti su cui non si può minimamente contare per leggere la mente altrui: la lingua e le opinioni.

La comune osservazione che una lingua possiede o non possiede una parola per una certa emozione non significa granché. Nell'*Istinto del linguaggio* ho sostenuto che l'influenza della lingua sul pensiero è stata sopravvalutata; e questo è tanto più vero per l'influenza della lingua sul sentire. Che un idioma sembri avere una parola per designare un'emozione dipende dalla bravura del traduttore e dai capricci della grammatica e della storia di quell'idioma. Una lingua accumula un ricco vocabolario, parole per le

emozioni comprese, quando ha avuto personalità influenti che hanno coniato parole, contatti con altre lingue, regole per formare nuove parole a partire da quelle vecchie, e un alto tasso di alfabetismo, che permette il diffondersi dei termini di nuovo conio. Se a una lingua questi stimoli sono mancati, chi la parla descrive come si sente ricorrendo a giri di parole, metafore, metonimie e sineddoci. Quando una tahitiana dice «mio marito è morto e provo nausea», il suo stato emotivo ha ben poco di misterioso; possiamo scommettere che non sta lamentando acidità di stomaco. Persino una lingua dotata di un ricco vocabolario, d'altronde, possiede solo in parte le parole per designare

l'esperienza emotiva. G.K. Chesterton ha scritto:

L'uomo sa che vi sono nell'anima sfumature più sbalorditive, più innumerevoli e più inesprimibili dei colori di una foresta in autunno... e tuttavia è convinto che queste cose, ognuna di esse, in tutti i loro toni e semitoni, in tutte le loro fusioni e unioni, possano essere fedelmente rappresentate tramite un sistema arbitrario di grugniti e squittii. Crede che un comune civilizzato agente di cambio possa realmente produrre dal proprio interno rumori che denotino tutti i misteri della memoria e tutti i tormenti del desiderio.

Quando una persona di lingua inglese sente per la prima volta la parola *Schadenfreude*, la sua reazione non è:

«Un momento... Piacere per le disgrazie altrui? Cosa può voler dire? È un concetto che non afferro, la mia lingua e cultura non mi hanno dato una categoria del genere». La sua reazione è invece: «Vuoi dire che c'è una parola per questo? Straordinario!». Così, non c'è dubbio, reagirono gli scrittori che, un secolo fa, introdussero *Schadenfreude* nell'inglese scritto. Nuove parole che designano emozioni fanno presa in fretta, senza bisogno di tortuose definizioni, che vengano da altre lingue, come *ennui*, *Angst*, *naches*, *amok*, da subculture come quelle dei musicisti e dei consumatori di droghe o dallo slang. Non ho mai sentito una parola straniera designante un'emozione il cui significato

non fosse subito riconoscibile.

Le emozioni delle persone sono così simili che per crearne una davvero aliena ci vuole un filosofo. In un saggio intitolato *Mad pain and Martian pain* (*Il dolore del folle e il dolore del marziano*), David Lewis definisce il dolore del folle in questi termini:

Potrebbe esserci uno strano uomo che a volte prova dolore, proprio come noi, ma il cui dolore è ben diverso dal nostro nelle sue cause e nei suoi effetti. Il nostro dolore, in genere, è causato da tagli, ustioni, schiacciamenti e simili; il suo da una moderata ginnastica su uno stomaco vuoto. Il nostro dolore in genere ci travolge; quello che prova lui volge la sua mente alla matematica, facilitandogli la concentrazione su di essa, ma



distogliendolo da qualunque altra cosa. Il dolore intenso non mostra la minima tendenza a farlo gemere o agitare, ma lo porta ad accavallare le gambe e infischiarne. Egli non è minimamente motivato a evitare il dolore o a liberarsene<sup>5</sup>.

Hanno mai scoperto, gli antropologi, un popolo che provi questo tipo di dolore o qualcosa di altrettanto bizzarro? A guardare soltanto a stimolo e risposta, potrebbe sembrare di sì. L'antropologo Richard Shweder fa notare: «Non ci vuol niente, a qualunque antropologo, per produrre lunghi elenchi di precedenti (ingerire orina di mucca, mangiare pollo cinque giorni dopo la morte di tuo padre, baciare i genitali di

un neonato, ricevere congratulazioni per la propria gravidanza, fustigare un bambino, toccare il piede o la spalla di qualcuno, essere chiamato per nome dalla propria moglie, e così all'infinito) sui quali i giudizi emotivi di un osservatore occidentale non corrisponderebbero alla risposta valutativa di un nativo»<sup>6</sup>. Vero, ma a guardare un po' più a fondo e a chiedere come la gente categorizza questi stimoli, le emozioni che ne vengono fuori fanno sentire a casa propria. Per noi l'orina di mucca è qualcosa di contaminante, mentre le secrezioni mammarie delle mucche sono qualcosa di nutriente; in un'altra cultura le categorie possono essere invertite, ma tutti proviamo

disgusto per ciò che contamina. Per noi essere chiamati per nome dalla moglie non è mancanza di rispetto, ma essere chiamati per nome da un estraneo può esserlo, come può esserlo anche essere chiamati dalla propria moglie «ebreo» o «buddista». In ogni caso, la mancanza di rispetto genera ira.

Ma che dire delle affermazioni di informatori nativi per cui essi sono privi di una delle nostre emozioni? Le nostre emozioni sono come il dolore del folle di Lewis, ai loro occhi? Probabilmente no. La pretesa degli Utku-Inuit di non provare ira è smentita dal loro comportamento: essi riconoscono l'ira negli stranieri, battono i cani per inculcare loro la disciplina, torchiano i

figli fino a farli soffrire, e a volte «si scaldano». Margaret Mead ha propagato l'incredibile tesi che i samoani non conoscono passioni: niente accessi di collera fra genitori e figli o fra un marito tradito e il seduttore, niente vendette, nessun amore o lutto duraturo, niente preoccupazioni materne, nessuna tensione nella vita sessuale, nessun turbamento adolescenziale. Derek Freeman e altri antropologi hanno scoperto che nella società samoana erano in realtà diffusissimi il risentimento e la delinquenza fra gli adolescenti, il culto della verginità, lo stupro, le rappresaglie da parte della famiglia della donna violentata, la frigidità, le dure punizioni inferte ai

bambini, la gelosia sessuale e intensi sentimenti religiosi.<sup>7</sup>

Queste divergenze non devono sorprenderci. L'antropologo Renato Rosaldo ha osservato: «Una descrizione antropologica tradizionale è come un galateo. Quello che ci trovi non è tanto la sapienza culturale profonda, quanto i cliché culturali, la sapienza di Polonio, le convenzioni nel senso comune del termine piuttosto che in quello informativo. Essa può dirti le regole ufficiali, ma non come viene vissuta la vita»<sup>8</sup>. Le emozioni, in particolare, essendo affermazioni degli interessi di una persona, sono spesso regolate da una normativa ufficiale. Per me possono essere la confessione dei miei sentimenti

più intimi, ma per te sono un lagnarsi, e puoi benissimo dirmi di darci un taglio. Per chi è al potere, poi, le emozioni altrui sono ancora più fastidiose, perché sono fonti di seccature: donne che vogliono degli uomini come mariti e figli quando potrebbero essere carne da cannone; uomini che lottano fra loro quando potrebbero lottare contro il nemico; figli che s'innamorano dell'anima gemella invece di accettare un fidanzamento che suggellerebbe un'importante alleanza. Molte società affrontano seccature del genere cercando di regolare le emozioni e diffondendo la falsa notizia della loro inesistenza.

Ekman ha mostrato che le culture differiscono soprattutto per come le

emozioni sono espresse in pubblico. Ha filmato di nascosto le espressioni di studenti americani e giapponesi mentre guardavano un raccapricciante documentario su un rito di pubertà primitivo. (Gli studiosi delle emozioni dispongono di ricche raccolte di materiali «forti»). Se a intervistarli, nella sala, c'era un ricercatore in camice bianco, gli studenti giapponesi sorridevano educatamente alle scene di fronte alle quali gli americani inorridivano. Ma, da soli, giapponesi e americani mostravano nel volto lo stesso raccapriccio.

*Macchine emotive*

La nascita del romanticismo filosofico, letterario e artistico risale a circa due secoli fa, e da allora emozioni e intelletto sono stati assegnati a domini diversi. Le emozioni hanno origine nella natura e vivono nel corpo. Sono impulsi e intuizioni intensi, irrazionali, che obbediscono agli imperativi della biologia. L'intelletto affonda le radici nella civiltà e vive nella mente. È un freddo deliberatore che obbedisce agli interessi dell'Io e della società tenendo le emozioni sotto controllo. Per i romantici le emozioni sono fonte di sapienza, innocenza, autenticità e creatività, e non devono essere represses né dall'individuo né dalla società. In esse riconoscono spesso un lato oscuro,



il prezzo che dobbiamo pagare per raggiungere la grandezza artistica. Quando l'antieroe di *Un'arancia a orologeria* di Anthony Burgess (e di *Arancia meccanica* di Kubrick) viene sottoposto a un programma di condizionamento volto a eliminare i suoi violenti impulsi, perde la sensibilità per Beethoven. La cultura popolare americana contemporanea è dominata dal romanticismo; ne sono un esempio l'ethos dionisiaco della musica rock, l'imperativo della psicologia divulgativa di mettersi in rapporto con i propri sentimenti, e stereotipi hollywoodiani tipo i sempliciotti pieni di saggezza e gli yuppies frustrati che si mettono a fare pazzie.

La maggior parte degli scienziati accetta tacitamente le premesse del romanticismo, anche quando dissentono dalla sua morale. La dicotomia fra irrazionalità delle emozioni e funzione repressiva dell'intelletto continua a ripresentarsi in vesti scientifiche: Es e Super-Io, pulsioni biologiche e norme culturali, emisfero destro ed emisfero sinistro, sistema limbico e corteccia cerebrale, retaggio evoluzionistico dei nostri antenati animali e intelligenza collettiva che ci spinge alla civiltà.

In questo capitolo presento una teoria delle emozioni che di romantico non ha nulla. Essa fonde la teoria computazionale della mente, secondo la quale la linfa vitale della psiche è

l'informazione piuttosto che l'energia, con la moderna teoria dell'evoluzione, che chiede di fare ingegneria inversa sulla complessa struttura dei sistemi biologici. Mostrerò che le emozioni sono adattamenti, moduli software ben progettati che operano in armonia con l'intelletto e sono indispensabili al funzionamento della mente nel suo complesso. Il problema, quando si parla di emozioni, non è che esse sono forze non domate o vestigia del nostro passato animale; è che sono state progettate per diffondere copie dei geni che le hanno prodotte, piuttosto che per promuovere felicità, sapienza o valori morali. Spesso definiamo «emotivo» un atto quando nuoce al gruppo sociale,

pregiudica sul lungo periodo la felicità di chi l'ha compiuto, quando è incontrollabile e impermeabile alla persuasione o frutto di autoinganno. Dispiace dirlo, ma tali esiti non sono disfunzioni, bensì proprio quello che c'è da aspettarsi da emozioni ben fatte.

Le emozioni costituiscono un'altra delle parti della mente liquidate in modo affrettato come bagaglio non adattivo. Il neuroscienziato Paul MacLean ha preso la dottrina romantica delle emozioni e l'ha tradotta in una teoria famosa, ma sbagliata, detta del «cervello trino». Egli ha descritto il cervello umano come un palinsesto evolucionistico a tre strati. In fondo vi sorto i gangli della base, o

«cervello rettile», sede delle primitive ed egoistiche emozioni che portano al nutrimento, alla lotta, alla fuga e al comportamento sessuale. Innestato su di esso è il sistema limbico o «cervello mammifero primitivo», dedicato a emozioni più miti, più gentili e sociali come quelle sottese ai rapporti parentali. Avvolto attorno a esso è il «cervello mammifero moderno», la neocorteccia cresciuta a dismisura nell'evoluzione umana e che ospita l'intelletto. La convinzione che le emozioni siano retaggi animali è familiare anche grazie a quei documentari di etologia divulgativa in cui una gazzarra di teppisti allo stadio è seguita da scene di babbuini incolleriti,

mentre la voce fuori campo si domanda preoccupata se ci eleveremo mai al di sopra dei nostri istinti e riusciremo a evitare la condanna nucleare<sup>9</sup>.

Un problema della teoria del cervello trino è che le forze dell'evoluzione non si limitano ad accumulare strati su fondamenta immutate. La selezione naturale deve lavorare con ciò che c'è già, ma può modificare quanto trova. La maggioranza delle parti del cervello umano proviene da antichi mammiferi e, prima di essi, da antichi rettili, ma è stata assai modificata per adattarsi a questo o quell'aspetto del modo di vivere umano, per esempio alla posizione eretta. Se i nostri corpi recano vestigia del passato, vi sono poche parti

in essi che, imm modificabili, si sono adattate solo ai bisogni di specie più antiche. Anche l'appendice è messa attualmente in uso dal sistema immunitario. E neanche il circuito addetto alle emozioni è rimasto com'era.

Alcuni tratti, è vero, fanno a tal punto parte integrante dell'architettura di un organismo che la selezione non è in grado di metterci mano. Il software per le emozioni è forse impresso così in profondità nel cervello che gli organismi sono condannati alla medesima vita emotiva dei loro remoti antenati? Le testimonianze al riguardo dicono di no; le emozioni sono facili da riprogrammare. Il loro repertorio varia moltissimo da animale ad animale a

seconda della specie, del sesso e dell'età. All'interno dei mammiferi, c'è il leone e c'è l'agnello. Anche fra i cani (una singola specie), pochi millenni di allevamento selettivo ci hanno dato il pit bull e il sanbernardo. Il genere più vicino al nostro comprende gli scimpanzé comuni, fra i quali bande di maschi massacrano bande rivali e a volte le femmine si uccidono i piccoli a vicenda, e gli scimpanzé nani, la cui filosofia è «fate l'amore, non la guerra». Certe reazioni, è chiaro, come il panico a trovarsi in trappola, sono ampiamente condivise fra le specie, ma è probabile che siano state mantenute perché erano adattive per tutte. Può darsi che la selezione naturale non abbia avuto una



piena libertà di riprogrammare le emozioni, ma ne ha avuta parecchia.

E la corteccia cerebrale umana non sta a cavalluccio di un antico sistema limbico, né funge da terminale di un flusso di elaborazione che ha inizio lì. I sistemi lavorano in tandem, integrati da molte connessioni biunivoche. L'amigdala, un organo a forma di mandorla sepolto in ognuno dei lobi temporali, ospita i circuiti principali che colorano di emozioni la nostra esperienza. Esso non riceve solo semplici segnali (come di forti rumori) dalle stazioni inferiori del cervello, ma informazioni astratte e complesse dai centri cerebrali superiori. E, a sua volta, l'amigdala invia segnali praticamente a

ogni altra parte del cervello, incluso il circuito decisionale dei lobi frontali<sup>10</sup>.

L'anatomia rispecchia la psicologia. Provare emozioni non significa limitarsi a scappar via davanti a un orso. Le emozioni possono essere scatenate dall'elaborazione di informazioni più sofisticata di cui la mente è capace, per esempio dal leggere una lettera in cui l'innamorata ti comunica di essersi messa con un altro o dal tornare a casa e trovare un'ambulanza davanti al portone. Esse, inoltre, aiutano ad architettare complessi piani di fuga, vendetta, carriera, corteggiamento. Come ha scritto Samuel Johnson: «Può esserne certo, signore: quando un uomo sa che verrà impiccato entro due settimane,

concentra la mente in modo meraviglioso».

Il primo passo per fare ingegneria inversa sulle emozioni consiste nel cercare di immaginare come sarebbe una mente senza di esse. Si suppone che Mr Spock, il cervellone di Vulcano in *Star Trek*, non abbia emozioni (tranne che per occasionali intrusioni dal suo lato umano e un desiderio intenso che ogni sette anni lo riporta a Vulcano). Ma la mancanza di emozioni di Spock significa solo che mantiene il controllo, non perde la testa, dice freddamente spiacevoli verità e così via. Da qualche movente o obiettivo dev'essere mosso. Qualcosa deve trattenerlo dal passare le giornate a

calcolare il pi greco fino a un milione di miliardi di decimali o a mandare a memoria la guida del telefono di Manhattan. Qualcosa deve spingerlo a esplorare strani nuovi mondi, a cercare nuove civiltà, ad avere il coraggio di andare là dove nessun uomo è mai andato prima di lui. Probabilmente si tratta di curiosità intellettuale, l'impulso a porre e risolvere problemi, e di solidarietà con gli alleati: entrambe emozioni. E che cosa fa Spock di fronte a un predatore o a un Klingon invasore? Una verticale a testa in giù? O dimostra il teorema della mappa dei quattro colori? Presumibilmente una parte del suo cervello mobilita ben presto le sue facoltà per fargli capire come fuggire e

prendere misure per evitare di trovarsi nella stessa vulnerabile situazione in futuro. Cioè, Spock ha paura. Forse non è impulsivo o espansivo, ma deve avere impulsi che lo spingono a usare l'intelletto per il perseguimento di certi obiettivi piuttosto che di altri<sup>11</sup>.

Un normale programma per computer è una lista di istruzioni che la macchina esegue finché non arriva a uno STOP. Ma l'intelligenza di alieni, robot e animali richiede un metodo di controllo più elastico. Ricordiamo che l'intelligenza è il perseguimento di obiettivi al di là di ostacoli. Senza obiettivi, lo stesso concetto di intelligenza è senza significato. Per entrare nel mio appartamento, se è

chiuso dall'interno, posso forzare una finestra, chiamare il padrone di casa o cercare di raggiungere il chiavistello attraverso la feritoia per la posta. Ognuno di questi obiettivi viene raggiunto tramite una catena di sotto-obiettivi. Le mie dita non arrivano al chiavistello, per cui il sotto-obiettivo è trovare un paio di pinze. Ma le mie pinze sono dentro, per cui un sotto-sotto-obiettivo diventa quello di trovare un negozio dove comprare delle pinze nuove, e così via. La maggior parte dei sistemi di intelligenza artificiale è costruita attorno a mezzi e fini, come il sistema di produzione di cui abbiamo parlato nel secondo capitolo, con la sua serie di simboli-obiettivo esposti in una

bacheca e i demoni software che vi rispondono.

Ma da dove viene l'obiettivo supremo, quello che il resto del programma cerca di raggiungere? Nei sistemi di intelligenza artificiale viene dal programmatore. Il programmatore progetta il tutto per diagnosticare le malattie della soia o predire l'indice Dow Jones del giorno dopo. Negli organismi viene dalla selezione naturale. Il cervello fa di tutto per mettere il suo padrone in condizioni simili a quelle che hanno fatto sì che i suoi antenati si riproducessero. (L'obiettivo del cervello non è la riproduzione in sé, tant'è vero che gli animali non sanno niente di sesso, e gli esseri umani, che

qualcosa ne sanno, ne sovvertono con sommo piacere le regole, per esempio usando contraccettivi). Gli obiettivi iscritti nell'*Homo sapiens*, questa specie sociale, esperta nella soluzione di problemi, non consistono solo nel nutrimento, nella lotta, nella fuga e nella sessualità. In cima alla lista c'è il capire l'ambiente e assicurarsi la cooperazione altrui.

La chiave del perché noi abbiamo delle emozioni sta qui. Un animale non può perseguire tutti i suoi obiettivi contemporaneamente. Se è sia affamato che assetato, non può starsene a metà strada fra un cespuglio di bacche e un lago, come nella favola dell'asino indeciso che muore di fame tra due



mucchi di fieno. Né può addentare una bacca, andare al lago a bere un sorso, tornare indietro per mangiare un'altra bacca e così via. Deve impegnare il suo corpo su un obiettivo per volta, e gli obiettivi vanno messi in corrispondenza con i momenti migliori per raggiungerli. L'Ecclesiaste dice che «per ogni cosa c'è il suo momento, il suo tempo per ogni faccenda sotto il cielo»: un tempo per piangere e un tempo per ridere, un tempo per amare e un tempo per odiare. A quando vieni adocchiato da un leone, tuo figlio scoppia in lacrime, un rivale ti dà dell'idiota in pubblico, si addicono obiettivi diversi.

Le emozioni sono meccanismi che impostano gli obiettivi supremi del

cervello. Una volta innescata da un momento propizio, un'emozione innesca a sua volta la catena di sotto-obiettivi e sotto-sotto-obiettivi che chiamiamo pensiero e azione. Essendo fini e mezzi intrecciati in una struttura di controllo a scatole cinesi di sotto-obiettivi dentro sotto-obiettivi dentro sotto-obiettivi, fra pensiero ed emozione non c'è un confine netto, né il pensiero precede inevitabilmente l'emozione o viceversa (nonostante il dibattito secolare, nel campo della psicologia, su quale dei due venga prima). Per esempio, la paura è innescata da un segnale di male incombente come un predatore, il ciglio di una rupe o una minaccia verbale. Essa innesca l'obiettivo a breve termine di

fuggire, avere la meglio o deviare la minaccia, e assegna all'obiettivo un'alta priorità, che noi percepiamo come un senso di urgenza. Inoltre innesca gli obiettivi a lungo termine di evitare quella situazione in futuro e, tramite lo stato che noi percepiamo come sollievo, di ricordare come ce la siamo cavati quella volta. La maggior parte dei ricercatori nel campo dell'intelligenza artificiale ritiene che per programmare dei robot capaci di comportamento autonomo (al contrario di quelli legati alla catena di montaggio) si debba dotarli, semplicemente perché possano sapere in ogni momento che cosa fare il momento successivo, di qualcosa di simile alle emozioni. (Che i robot

possano essere senzienti di tali emozioni è un'altra faccenda, come abbiamo visto nel [capitolo II](#))<sup>12</sup>.

La paura, inoltre, preme un bottone che prepara il corpo all'azione, la cosiddetta reazione lotta-o-scappa. (L'espressione è fuorviante, perché la reazione ci prepara a ogni azione tempestiva, come l'afferrare un bambino che si sta arrampicando sulla ringhiera delle scale). Il cuore si mette a martellare per inviare sangue ai muscoli, sangue che viene reinstradato sottraendolo all'intestino e all'epidermide; il che ci fa sudare freddo e provare un senso di vuoto allo stomaco. Il respiro accelerato porta dentro ossigeno. L'adrenalina rilascia

combustibile dal fegato e aiuta il sangue a coagularsi, il che dà al volto di tutti gli uomini spaventati quella tipica espressione allucinata<sup>13</sup>.

Ogni emozione umana mobilita mente e corpo perché affrontino una delle sfide poste dal vivere e riprodursi nella nicchia cognitiva. Alcune sfide sono poste da cose materiali, e le emozioni che hanno a che fare con esse, come il disgusto, la paura e l'apprezzamento della bellezza naturale, hanno un funzionamento lineare. Altre sono poste dalle persone. Il problema, nell'affrontare le persone, è che le persone possono, di rimando, affrontare te. Le emozioni evolutesi in risposta a emozioni altrui, come l'ira, la

gratitudine, la vergogna e l'amore romantico, si giocano su una scacchiera complessa, generando la passione e l'intrigo che portano fuori strada le posizioni che si rifanno al romanticismo. Esaminiamo prima le emozioni relative a cose, poi quelle relative a persone.

### *La savana suburbana*

L'espressione «essere un pesce fuor d'acqua» ci ricorda che ogni animale è adattato a un habitat. Gli esseri umani non fanno eccezione. Noi tendiamo a pensare che gli animali non facciano altro che andare dove sono destinati ad andare, come missili guidati dal calore, ma essi devono percepire tali pulsioni

come emozioni non diverse dalle nostre. Alcuni luoghi sono invitanti, rasserenantissimi o belli; altri deprimono o incutono timore. Ciò che in biologia è chiamato «selezione di habitat» corrisponde, nel caso dell'*Homo sapiens*, a ciò che in geografia e architettura è detto «estetica ambientale»: in quali tipi di posto ci piace stare<sup>14</sup>.

Fino a epoca recentissima i nostri antenati erano nomadi: quando di un posto avevano esaurito vegetali e animali commestibili, lo lasciavano. La decisione su dove trasferirsi non era di poco conto. Cosmides e Tooby scrivono:

Immaginate di compiere un'escursione

zaino in spalla che dura tutta la vita. Dovendo trasportare l'acqua da una sorgente e la legna per il fuoco da un bosco, s'impara in fretta ad apprezzare i vantaggi di un luogo rispetto a un altro, per piazzare la tenda. Lo stare all'aperto ventiquattr'ore su ventiquattro, poi, non tarda a far apprezzare i luoghi riparati fuori della portata del vento, della neve o della pioggia. Per dei cacciatori-raccoglitori non ci sono alternative a questo genere di vita: non ci sono negozi dove comprare da mangiare, né telefoni, né servizi di emergenza, non ci sono distributori artificiali d'acqua o di combustibile, né gabbie, armi o apposite guardie forestali che proteggano dai predatori. In simili condizioni, la vita dipende dal funzionamento dei meccanismi che fanno sì che si preferiscano habitat che forniscono cibo, acqua, riparo,



informazione e sicurezza in misura sufficiente a sostenere la vita umana, e che fanno sì che si evitino quelli che non hanno queste caratteristiche<sup>15</sup>.

*L'Homo sapiens* è adattato a due habitat. Uno è la savana africana, in cui si è compiuta la massima parte della nostra evoluzione. Per degli onnivori come i nostri antenati la savana è un luogo più ospitale di altri ecosistemi. Nei deserti, che scarseggiano d'acqua, la biomassa è scarsa. Nelle foreste temperate è in gran parte monopolizzata dal legno. In quelle pluviali o, come si usava chiamarle, giungle, è in alto sulla volta formata dalle fronde degli alberi, il che costringe gli onnivori, in basso, a raccattare quanto cade al suolo. La

savana invece, prateria punteggiata di macchie d'alberi, è ricca di biomassa, in gran parte nella forma di carne di grossi animali: l'erba infatti, una volta mangiata, ricresce in fretta. Inoltre, la maggior parte della biomassa è a un'altezza comoda: uno-due metri dal suolo. Infine, la savana ha orizzonti aperti, il che permette di individuare predatori, fonti d'acqua e itinerari possibili da lontano, e i suoi alberi danno ombra e offrono una via di fuga dai carnivori.

Il nostro habitat di seconda scelta è il resto del mondo. I nostri antenati, dopo essersi evoluti nelle savane africane, vagabondarono per quasi ogni angolo del pianeta. Alcuni erano pionieri che,

all'espandersi della popolazione o al mutarsi del clima, lasciavano la savana e, in seguito, altre zone. Altri erano profughi in cerca di sicurezza. Le tribù di cacciatori-raccoglitori non si sopportano a vicenda. Spesso fanno incursioni nei territori vicini e uccidono gli estranei che sconfinano nel loro.

Se abbiamo potuto permetterci di vagabondare così, è grazie al nostro intelletto. Quando esplorano un nuovo territorio, gli esseri umani disegnano delle sue risorse una mappa mentale, ricca di dettagli per quanto concerne acqua, piante, animali, itinerari e rifugi. Inoltre, se possono, trasformano la loro nuova patria in una savana. Gli indiani d'America e gli aborigeni australiani

bruciavano enormi fasce di terreno boschivo per farle invadere dall'erba, creando un surrogato di savana che attirava gli animali da pascolo, facili da cacciare, e permetteva di scorgere gli intrusi prima che si avvicinasero troppo<sup>16</sup>.

Il biologo George Orians, esperto di ecologia comportamentale degli uccelli, ha recentemente rivolto la sua attenzione all'ecologia comportamentale degli esseri umani. Insieme a Judith Heerwagen, Stephen Kaplan, Rachel Kaplan e altri, ha avanzato la tesi che il meccanismo che ha spinto i nostri antenati in habitat adatti è il nostro senso della bellezza naturale. È innato in noi trovare le savane belle, ma ci piacciono

anche i territori facili da esplorare e ricordare, e dove abbiamo vissuto abbastanza a lungo da conoscerli a fondo.

In esperimenti sulle preferenze umane in fatto di habitat, si sono mostrate a bambini e adulti americani delle diapositive di paesaggi, chiedendo quanto sarebbe loro piaciuto vederli di persona o viverci. I bambini preferivano le savane, per quanto non ne avessero mai vista una, e le savane piacevano anche agli adulti, cui però piacevano altrettanto le foreste di caducifoglie e conifere, che richiamano alla mente gran parte del territorio abitabile degli Stati Uniti. A nessuno piacevano i deserti e le foreste pluviali. Un'interpretazione è

che i bambini rivelassero la preferenza, in fatto di habitat, innata nella nostra specie, e gli adulti vi aggiungessero quella per il territorio divenuto loro familiare.

Non è, naturalmente, che la gente provi una mitica attrazione per la propria antica patria. Si limita piuttosto ad apprezzare le caratteristiche paesistiche che le savane tendono ad avere. Orians e Heerwagen hanno fatto ricorso all'esperienza professionale di giardinieri, fotografi e pittori per sapere quali tipi di paesaggi la gente trovi belli: una raccolta di un secondo tipo di dati, sui gusti umani in fatto di habitat, da integrare con gli esperimenti sulle reazioni alle diapositive. I paesaggi

ritenuti più belli, hanno scoperto, erano ritratti perfetti di una savana ideale: spazi semiaperti (non del tutto esposti, cosa che renderebbe vulnerabili, né del tutto coperti di vegetazione, cosa che ostacolerebbe la visione e il movimento), rivestimenti erbosi omogenei, vedute fino all'orizzonte, grandi alberi, acqua, ondulazioni del terreno e molti sentieri di uscita. Il geografo Jay Appleton ha succintamente colto ciò che rende un paesaggio attraente: veduta panoramica e rifugio, o vedere senza essere visti. È una combinazione che ci consente di capire in piena sicurezza come stanno le cose.

Anche la terra in sé dev'essere leggibile. Chiunque abbia perso il

sentiero in una fitta foresta o si sia trovato fra dune di sabbia o distese di neve a perdita d'occhio, sa che terrore ispira un ambiente mancante di un quadro di riferimento. Un paesaggio non è altro che un grandissimo oggetto, e noi riconosciamo gli oggetti complessi localizzando le loro parti in un quadro di riferimento appartenente all'oggetto stesso (vedi il [capitolo IV](#)). I quadri di riferimento di una mappa mentale sono costituiti da grandi elementi distintivi, come alberi, rocce e stagni, e lunghi percorsi o confini, come fiumi e catene montuose. Una veduta priva di una simile segnaletica è inquietante<sup>17</sup>. Stephen e Rachel Kaplan hanno trovato un'altra chiave della bellezza naturale,



una chiave che hanno chiamato mistero. Sentieri che girano attorno a colline, ruscelli serpeggianti, radure nella vegetazione, ondulazioni del terreno e vedute parzialmente coperte ci attraggono perché suggeriscono che potrebbe esserci qualcosa di importante, lì, da scoprire, e potremmo farlo con ulteriori esplorazioni.

La gente, inoltre, ama guardare gli animali e le piante, specie i fiori. Se state leggendo questo libro a casa vostra o in un altro ambiente gradevole ma artificiale, è probabile che alzando gli occhi troviate motivi animali, vegetali o a fiori nelle decorazioni. Il fascino che gli animali rivestono per noi è ovvio. Noi li mangiamo e loro ci mangiano. Ma

il nostro amore per i fiori, che non mangiamo se non nelle insalate di qualche ristorante alla moda, richiede una spiegazione. Ci siamo imbattuti nella questione nei capitoli III e V. Noi siamo dei botanici intuitivi, e un fiore è una ricca fonte di dati. Le piante si fondono in un mare di verde e spesso sono identificabili solo dai fiori. I fiori sono messaggeri di crescita: segnano, per creature abbastanza intelligenti da ricordarlo, il punto in cui apparirà più avanti il frutto, la noce o il tubero.

Certi accadimenti naturali, come il calare del sole, il tuono, l'addensarsi delle nubi, il fuoco, sono profondamente evocativi. Essi, osservano Orians e Heerwagen, parlano di un imminente e

significativo cambiamento: il giungere delle tenebre, di un temporale, il divampare di un incendio. Le emozioni evocate sono imperative, costringono a fermarsi, rendersi conto di ciò che sta accadendo, prepararsi a ciò che accadrà.

L'estetica ambientale ha un ruolo importante nella nostra vita. Lo stato d'animo dipende da ciò che ci circonda: pensate che significa trovarsi nella sala d'attesa di una stazione degli autobus o, invece, in una casetta sulle rive di un lago. La spesa più grossa che fa la gente è quella per comprarsi una casa, e le tre regole per acquistarla – posto, posizione, pezzetto di terra – hanno a che fare, a parte la vicinanza ai servizi,

con l'erba, gli alberi, l'acqua e la vista. Il valore stesso di una casa dipende dai fattori rifugio (spazi accoglienti) e mistero (dal suo essere mossa, piena di angolini, finestre, su più piani). E la gente, nel più improbabile degli ecosistemi, fa di tutto per avere un pezzetto di savana da chiamare suo. Nel New England, qualunque pezzo di terra lasciato andare si trasforma ben presto in una caotica foresta di caducifoglie. Quando vivevo in un'area residenziale suburbana, ogni week-end i miei vicini e io tiravamo fuori tagliaerba, marchingegni per soffiare via le foglie, battere le erbacce, potatoi di vario tipo, cesoie da steli e da siepi, aggeggi per trasformare il legno in segatura, tutto

nello sforzo da Sisifo di tenere a bada la foresta. Dove vivo ora, a Santa Barbara, in California, la terra sarebbe di per sé un'arida boscaglia, ma decenni addietro i notabili della città innalzarono delle dighe lungo ruscelli lontani e scavarono gallerie nei monti per portare l'acqua a prati assetati. Recentemente, in un periodo di siccità, alcuni proprietari di villette sentivano a tal punto la mancanza del verde nel panorama circostante che hanno spruzzato i loro polverosi giardinetti di vernice di quel colore.

### *Cibo del pensiero*

Il disgusto è un'emozione umana

universale, segnalata da una specifica espressione facciale e codificata ovunque in tabù alimentari. Come tutte le emozioni, ha profondi effetti sulle vicende umane. Durante la Seconda Guerra Mondiale i piloti americani nel Pacifico soffrivano la fame piuttosto che mangiare rospi e insetti, cibo, come era stato loro insegnato, assolutamente sano. Le avversioni in fatto di alimenti sono tenaci marchi etnici, che sopravvivono ben dopo che altre tradizioni sono state abbandonate.

Giudicato in base ai criteri della scienza moderna, il disgusto è palesemente irrazionale. Chi prova nausea all'idea di mangiare qualcosa di disgustoso dirà che fa male. Ma troverà

uno scarafaggio sterilizzato rivoltante tanto quanto uno tirato fuori vivo dalla credenza, e se quello sterilizzato viene immerso anche solo per un istante in una qualunque bevanda, rifiuterà di berla. Così, non berremo un succo di frutta tenuto in un recipiente per urina mai usato, cosa che le cucine degli ospedali hanno imparato a sfruttare per mettere fine ai piccoli furti. E non mangeremo una minestra servita in un vaso da notte nuovo di zecca o rimestata con un pettine o un acchiappamosche appena tirati fuori dalla scatola. Neanche dietro congrua ricompensa la maggior parte della gente acconsentirà a mangiare dei cioccolatini a forma di escrementi di cane, o a tenere fra le labbra del vomito

di gomma proveniente da un negozio di stramberie. La propria saliva non è disgustosa finché resta in bocca, ma pochi mangerebbero una minestra in cui essi stessi hanno sputato<sup>18</sup>.

La maggior parte degli occidentali non sopporta l'idea di mangiare insetti, vermi, rospi, bachi, bruchi o larve, che pure sono estremamente nutrienti e che la maggioranza dei popoli, nel corso della Storia, ha mangiato. Nessuna delle nostre razionalizzazioni ha senso. Gli insetti sarebbero contaminati perché toccano escrementi o rifiuti? Eppure molti insetti conducono una vita assai igienica. Le termiti, per esempio, rosicchiano solo legno, ma non per questo gli occidentali le mangiano più



volentieri. Paragoniamole al pollo, gustoso per eccellenza, che mangia normalmente rifiuti ed escrementi. E a tutti piacciono i pomodori pieni e succosi ottenuti concimandoli con il letame. Gli insetti portano malattie? Come ogni carne animale.

Basta fare quello che fa il resto del mondo: cuocerli. Gli insetti hanno ali e zampe indigeribili? Basta toglierle, come si fa con il guscio dei gamberetti, o limitarsi a bachi e larve. Gli insetti hanno un cattivo sapore? Ecco cosa ne dice un entomologo inglese che, studiando le abitudini alimentari laotiane, si è fatto al riguardo un'esperienza di prima mano:

Nient'affatto disgustosi, anzi abbastanza

gradevoli al palato, in particolare le cimici d'acqua giganti. Erano perlopiù cibi insipidi con un vago sapore di vegetali, ma c'è anche da dire che chi assaggiasse il pane per la prima volta, per esempio, avrebbe tutte le ragioni di stupirsi che noi si mangi abitualmente un cibo in definitiva così insipido! Uno scarafaggetto tostato o un soffice ragno presenta una parte esterna molto ben croccante e un interno dalla consistenza d'un sufflè che non può ritenersi in alcun modo sgradevole al palato. Normalmente s'aggiunge sale, talvolta peperoncino rosso o odori vari; altre volte, invece, li si mangia col riso, con salse e curry. È quasi impossibile definirne il sapore con precisione, penserei però che la lattuga potrebbe servire alla caratterizzazione del gusto delle termiti, cicale e grilli; lattuga e patata a quello del gigantesco ragno

Nephila, mentre il formaggio Gorgonzola potrebbe andar bene per definire un altro gigante, anche se questa volta acquatico: il *Lethocerus indicus*. Non ebbi conseguenze sulla salute dopo aver mangiato tali insetti<sup>19</sup>.

Lo psicologo Paul Rozin ha magistralmente colto la psicologia del disgusto. Il disgusto è la paura di introdurre nel proprio corpo una sostanza nociva. Mangiare è il modo più diretto per introdurre nel corpo una sostanza e infatti il pensiero più orripilante che una sostanza disgustosa possa suscitare è quello di mangiarla. Anche odorarla o toccarla è sgradevole. Il disgusto dissuade dal mangiare certe cose o, se è troppo tardi, induce a

sputarle o vomitarle. L'espressione facciale è eloquente al riguardo: si arriccia il naso, si stringono le narici, si apre la bocca e si spinge in fuori la lingua come per espellere qualcosa di nocivo.

Ciò che disgusta viene da animali. Può trattarsi di animali interi, di loro parti (specie nel caso di carnivori e di animali che si nutrono di carogne) e di prodotti corporei, in particolare sostanze viscosse come muco e pus e, soprattutto, escrementi, universalmente considerati disgustosi. Rivoltanti sono gli animali in decomposizione e le loro parti. Le piante, al contrario, possono essere sgradevoli al palato, cosa diversa dall'essere disgustose. Quando qualcuno

si astiene dal mangiare dei vegetali, fave o cime di rapa per esempio, è perché hanno un gusto amaro o acre. A differenza dei prodotti animali disgustosi, essi non sono percepiti come indicibilmente ripugnanti e contaminanti. Il pensiero più complicato che qualcuno abbia mai concepito a proposito di vegetali sgraditi credo sia quello di Clarence Darrow: «Gli spinaci non mi piacciono, e ne sono contento, perché se mi piacessero li mangerei, e semplicemente li detesto». Sostanze inorganiche e non nutrienti come sabbia, tessuto e corteccia vengono evitate e basta, senza che implicino forti sensazioni.

Non solo ciò che disgusta viene

sempre da animali, ma ciò che viene da animali quasi sempre disgusta. Le parti di animali non disgustose sono l'eccezione. Di tutte le parti di tutti gli animali del creato, gli uomini mangiano una frazione infinitesimale, e tutto il resto è intoccabile. Molti americani mangiano solo i muscoli scheletrici di bovini, polli, maiali e qualche pesce. Le altre parti, come intestino, cervello, reni, occhi e zampe, superano per loro il limite, e lo stesso vale per ogni parte di ogni animale non nella lista: cani, piccioni, meduse, lumache, rospi, insetti e gli altri milioni di specie animali. Certi americani sono ancora più schizzinosi, e provano repulsione per la carne di pollo scura o non disossata.

Anche i più avventurosi, in fatto di cibi, sono disposti ad assaggiare solo una piccola percentuale del regno animale. E non si tratta soltanto di americani viziati, schifiltosi di fronte a interiora cui non sono abituati. Napoleon Chagnon salvò la sua scorta di burro di arachidi e hot dog dalle insistenti richieste dei suoi informatori yanomamö dicendo loro che si trattava di escrementi e peni di bovini. Gli Yanomamö, ghiotti di bruchi e larve, non avevano idea di che cosa fossero i bovini, ma persero subito l'appetito e lo lasciarono mangiare in pace<sup>20</sup>.

Ciò che è disgustoso contamina tutto quello che tocca, per quanto il contatto sia breve o gli effetti invisibili. L'idea

che sta dietro il rifiuto di una bevanda rimestata con un acchiappamosche o in cui si sia immerso uno scarafaggio sterilizzato è che vi sono rimasti dentro degli invisibili elementi contaminanti, quelli che a volte chiamiamo germi. Alcuni oggetti, come un pettine o un vaso da notte nuovi, sono contaminati solo perché la loro funzione è di toccare qualcosa di disgustoso, mentre altri, come un cioccolatino a forma di escremento di cane, sono contaminati per pura somiglianza. Rozin osserva che la psicologia del disgusto obbedisce alle due leggi della magia simpatetica, il vudù, che ricorrono in molte tradizioni e culture: la legge del contagio (una volta in contatto, sempre in contatto) e la



legge della somiglianza (simile produce simile).

Benché il disgusto sia universale, la lista degli animali non disgustosi varia da cultura a cultura, il che implica un processo di apprendimento. Come ogni genitore sa, sotto i due anni i bambini mettono in bocca di tutto, e agli psicoanalisti non è parso vero di potersi buttare a interpretare la loro mancanza di repulsione per le feci. Rozin e i suoi colleghi hanno studiato lo sviluppo del disgusto offrendo a dei bambini ai primi passi vari cibi che gli americani adulti trovano disgustosi. Con orrore dei genitori, che assistevano alla scena, il sessantadue per cento dei piccoli ha mangiato imitazioni di escrementi di

cane («modellate realisticamente con burro di arachidi e formaggio dall'odore intenso»), e il trentuno per cento delle cavallette.

Rozin avanza l'ipotesi che il disgusto si impari negli anni centrali della scuola elementare, quando i bambini, ad avvicinarsi a qualcosa di disgustoso, vengono rimproverati dai genitori o vedono l'espressione che i loro volti assumono. A me però sembra improbabile. In primo luogo, tutti i bambini più grandi di quelli ai primi passi si sono comportati praticamente allo stesso modo degli adulti. I bambini di quattro anni, per esempio, hanno rifiutato imitazioni di escrementi o succhi di frutta con dentro cavallette;

l'unica differenza rispetto agli adulti era che risultavano meno sensibili alla contaminazione per breve contatto. (Solo dagli otto anni in su hanno rifiutato del succo di frutta in cui erano state immerse per pochi secondi una cavalletta o un'imitazione di escrementi di cane). In secondo luogo, i bambini sopra i due anni sono notoriamente schizzinosi, e i genitori fanno una gran fatica non per indurli a evitare i cibi abituali, ma per indurli a mangiare cibi nuovi. (L'antropologa Elizabeth Cashdan ha documentato che la disponibilità dei bambini a provare cibi nuovi conosce un crollo dopo il compimento dei tre anni). In terzo luogo, se i bambini dovessero imparare che

cosa evitare, tutti gli animali sarebbero per loro accettabili tranne i pochi proibiti. Invece, come Rozin stesso fa notare, tutti gli animali sono disgustosi tranne i pochi permessi. A nessun bambino c'è bisogno di insegnare a provare repulsione per cose come budella di marmotta o carne di scimmia.

Cashdan ha avuto un'idea migliore. I primi due anni, è la sua ipotesi, costituiscono un periodo cruciale per l'apprendimento in materia alimentare. In questo periodo le madri controllano i cibi che i figli ingeriscono e i bambini mangiano tutto ciò che è loro permesso. Poi i loro gusti conoscono una spontanea contrazione, e tollerano solo i cibi consentiti in quegli anni cruciali. Tali

avversioni possono durare fino all'età adulta, anche se a volte gli adulti le superano per una varietà di motivi: per mangiare insieme agli altri, per darsi arie da duri o da persone raffinate, per andare alla ricerca di emozioni, o per evitare di soffrire la fame quando il cibo familiare scarseggia<sup>21</sup>.

A che cosa serve il disgusto? Rozin sottolinea che la specie umana si trova di fronte al «dilemma dell'onnivoro». A differenza, diciamo, dei koala, che mangiano soprattutto foglie di eucalipto, e si trovano nei guai quando esse scarseggiano, gli onnivori scelgono da un ricco menù di potenziali cibi. Il rovescio della medaglia è che molti di

essi sono veleni. Numerosi pesci, anfibi e invertebrati contengono potenti neurotossine. Carni in genere innocue possono ospitare parassiti come le tenie e, quando imputridiscono, possono essere mortali, perché i microrganismi che provocano la putrefazione rilasciano tossine per dissuadere i mangiatori di carogne e tenersi la carne per sé. Anche nei Paesi industrializzati la contaminazione degli alimenti è un grande pericolo. Fino a poco tempo fa antrace e trichinosi costituivano dei gravi rischi, e oggi le autorità sanitarie raccomandano misure draconiane per evitare, mangiando un'insalata di pollo, di contrarre una qualche forma di salmonellosi. Nel 1996 è scoppiata una

crisi internazionale quando si è scoperto che la malattia della «mucca pazza», riscontrata in una certa quantità di capi di bestiame inglesi, di cui faceva diventare il cervello spugnoso, poteva produrre gli stessi effetti su chi ne mangiava la carne.

Rozin ha avanzato l'ipotesi che il disgusto sia un adattamento che è servito a dissuadere i nostri antenati dal mangiare sostanze animali pericolose. Negli escrementi, nelle carogne e nelle parti molli e umide degli animali, i microrganismi nocivi si trovano a casa loro, e quindi bisogna tenerli fuori dal corpo. La dinamica dell'apprendimento in materia alimentare nell'infanzia è in perfetta sintonia con tutto ciò. Quali

parti di animali siano sane dipende dalle specie locali e dalle loro malattie endemiche, quindi particolari gusti non possono essere innati. I bambini usano i loro più anziani familiari come i re usavano una volta gli assaggiatori: se mangiano qualcosa e non muoiono, non è veleno. Per questo i bambini molto piccoli sono recettivi a qualunque cosa i genitori diano loro da mangiare, e quando diventano abbastanza grandi da mangiare da soli, evitano tutto il resto<sup>22</sup>.

Ma come spiegare gli effetti irrazionali della somiglianza, la repulsione per il vomito di gomma, per i cioccolatini a forma di escrementi di cane e per gli scarafaggi sterilizzati? La risposta è che si tratta di copie fatte



apposta per suscitare la stessa reazione che suscitano gli originali. Per questo i negozi di stramberie vendono vomito di gomma. L'effetto somiglianza non fa altro che testimoniare che la rassicurazione da parte di un'autorità o le proprie convinzioni non disinnescano una risposta emotiva. Non c'è nulla di più irrazionale, in questo, che in altre reazioni a simulacri moderni, come farsi prendere da un film, eccitarsi a sfogliare una rivista pornografica o provare brividi di terrore sulle montagne russe.

E l'idea che ciò che è disgustoso contamina tutto quello che tocca? È un puro e semplice adattamento a un dato di fatto fondamentale riguardante il mondo vivente: i germi si moltiplicano. I

microrganismi sono sostanzialmente diversi da veleni chimici come quelli prodotti dai vegetali. Che una sostanza chimica sia pericolosa o meno dipende dalla dose. Le piante velenose sono amare perché sia la pianta sia il mangiatore di piante hanno interesse a che quest'ultimo si fermi dopo il primo morso. Ma non ci sono dosi innocue di microrganismi, perché essi si riproducono esponenzialmente. Un singolo germe, invisibile e insapore, può moltiplicarsi fino a saturare in breve una sostanza di qualunque dimensione. E poiché i germi, com'è noto, si trasmettono per contatto, non sorprende che qualunque cosa tocchi una sostanza disgustosa diventi a sua volta, da quel

momento in poi, disgustosa, anche se il suo aspetto e gusto rimangono gli stessi. Il disgusto è microbiologia intuitiva<sup>23</sup>.

Perché è così facile provare avversione per gli insetti e altre piccole creature quali vermi e rospi, che i latinoamericani chiamano *animalitos*? L'antropologo Marvin Harris ha dimostrato che le culture li evitano quando hanno a disposizione animali più grandi, e li mangiano quando non ne hanno. La spiegazione non ha nulla a che vedere con l'igiene alimentare: gli insetti sono più sicuri della carne. Ha a che vedere invece con la teoria sui modi ottimali di procacciarsi il cibo, con l'analisi di come gli animali dovrebbero investire, e in genere investono, il loro

tempo per massimizzare il tasso di sostanze nutritive che consumano. Gli «animalitos» sono piccoli e sparsi, e per tirarne fuori mezzo chilo di proteine bisogna cacciare e lavorarci attorno molto. Un grande mammifero significa decine e decine di chili di carne disponibili tutti insieme in una volta sola. (Nel 1978 circolava la voce che McDonald's stesse per aggiungere al repertorio di carni dei Big Mac la carne di lombrico. Ma se l'azienda era avara come quella voce voleva suggerire, non poteva essere vero: la carne di verme costa molto di più del manzo). Nella maggior parte degli habitat, non solo mangiare animali grandi è più efficiente, ma i piccoli vanno proprio evitati: il

tempo che richiede raccogliarli è meglio spenderlo cacciando qualcosa di più remunerativo. Gli *animalitos* sono quindi assenti dalle diete delle culture che dispongono di pesci più grossi da mettere in padella, e siccome nella mente dei mangiatori tutto ciò che non è permesso è vietato, queste culture li trovano disgustosi<sup>24</sup>.

E i tabù alimentari? Perché, per esempio, agli indù è proibita la carne bovina? Perché gli ebrei hanno il divieto di mangiare maiale e crostacei e di mescolare carne e latte? Da migliaia di anni, i rabbini offrono delle leggi dietetiche ebraiche ingegnose giustificazioni. Eccone alcune tratte

dall'*Encyclopaedia Judaica*.

Da Aristeo, I secolo a.C.:

Le leggi dietetiche hanno un intento etico, poiché l'astensione dal consumo di sangue doma l'istinto dell'uomo per la violenza ispirandogli un orrore per lo spargimento di sangue... L'ingiunzione contro il consumo di uccelli da preda era intesa a indicare che l'uomo non deve farsi predatore di altri.

Da Isaac ben Moses Arama:

La ragione che sta dietro a tutte le proibizioni dietetiche non è che al corpo possa essere causato qualche danno, ma che questi cibi corrompono e inquinano l'anima e ottendono le capacità intellettuali, portando così a opinioni confuse e a un perseguimento di appetiti

perversi e bruti che portano l'uomo alla distruzione, vanificando così lo scopo della creazione.

## Da Maimonide:

Tutti i cibi che la Torah ci ha proibito di mangiare hanno qualche cattivo e dannoso effetto sul corpo... La ragione principale per cui la Legge proibisce la carne di maiale va trovata nel fatto che le abitudini e il genere di alimentazione del maiale sono estremamente sudici e ripugnanti... Il grasso degli intestini è proibito perché ingrassa e distrugge l'addome e crea sangue freddo e vischioso... È indubbio che la carne bollita nel latte è un cibo grossolano e fa sentire le persone strapiene.

## Da Abraham ibn Ezra:

Credo che sia una crudeltà cuocere un capretto nel latte di sua madre.

Da Nahmanide:

Ora, la ragione di specificare pinne e scaglie è che i pesci che hanno pinne e scaglie si avvicinano di più alla superficie dell'acqua e si trovano più generalmente in acque dolci... Quelli senza pinne e scaglie vivono di solito nei limacciosi strati bassi che sono umidissimi e privi di calore. Si alimentano in acquitrini pieni di muffe e mangiarli può essere nocivo per la salute.

Con il dovuto rispetto per la saggezza rabbinica, tali argomenti possono essere demoliti da qualunque dodicenne un po' sveglio, e, quale ex-insegnante di una scuola religiosa ebraica, posso testimoniare che questo avviene



regolarmente. Molti ebrei adulti continuano a credere che il maiale sia stato bandito come misura di salute pubblica, per prevenire la trichinosi. Ma, come sottolinea Harris, se fosse così la legge avrebbe potuto essere un semplice monito contro il maiale poco cotto: «Non mangerai carne di maiale sinché il rosa non sarà sparito in seguito a cottura».

Harris osserva che i tabù alimentari hanno spesso un senso ecologico ed economico. Ebrei e musulmani erano tribù del deserto, e i maiali sono animali della foresta. Essi competono con gli uomini per l'acqua e cibi nutrienti come noci, frutta e verdura. Gli animali kasher, invece, sono ruminanti quali

pecore, bovini e capre, che possono vivere delle scarse piante del deserto. In India i bovini sono troppo preziosi per venire macellati: servono a produrre latte e concime e a tirare l'aratro. La teoria di Harris non è meno acuta di quella dei rabbini, ed è molto più plausibile, anche se egli stesso ammette che non può spiegare tutto. Le antiche tribù che vagavano per le aride sabbie della Giudea non correvano certo il rischio di sperperare le loro risorse allevando gamberetti e ostriche, e non si capisce perché gli abitanti di un villaggio polacco o di un quartiere di Brooklyn debbano farsi ossessionare dalle abitudini alimentari dei ruminanti del deserto<sup>25</sup>.

I tabù alimentari sono in tutta evidenza un marchio etnico, ma, di per sé, questa osservazione non spiega nulla. Perché, tanto per cominciare, la gente si mette un distintivo etnico, tanto più uno costoso come il vietarsi una fonte di sostanze nutritive? Le scienze sociali non hanno dubbi. Per esse la risposta è che la gente sottomette i propri interessi al gruppo, ma, dal punto di vista evoluzionistico, ciò è improbabile (come vedremo più avanti nel corso del capitolo).

Io ho un'opinione più cinica. In ogni gruppo i membri più giovani, più poveri e con meno diritti possono essere tentati di disertare a favore di altri gruppi. I potenti, specie se parenti, hanno

interesse a non farli andar via. Ovunque le persone formano alleanze mangiando insieme, sia in banchetti e fastose cerimonie quali i *potlatch*, sia in pranzi d'affari e cene intime. Se non posso mangiare con te, non posso diventare tuo amico. Spesso i tabù alimentari proibiscono un cibo preferito da una tribù vicina; è così, per esempio, per molte leggi dietetiche ebraiche. Il che fa pensare che essi siano armi per tenere nel gruppo i potenziali disertori. In primo luogo, rendono quello che è un mero preludio alla cooperazione con estranei, lo spezzare il pane insieme, un inequivocabile atto di sfida. E, meglio ancora, sfruttano la psicologia del disgusto. Gli alimenti tabù sono assenti

nel periodo cruciale in cui si apprende a preferire dei cibi piuttosto che altri, e questo basta perché i bambini crescano trovandoli disgustosi («mi hanno invitato a cena, ma se mi mettessero davanti... che schifo!»). La tattica, poi, si perpetua da sé: i figli, crescendo, diventano dei genitori che non danno da mangiare cibi disgustosi ai loro figli. Gli effetti pratici dei tabù alimentari sono stati frequentemente notati. La tortura che costituisce assaggiare alimenti tabù è un tema ricorrente nei romanzi su esperienze migratorie. Se varcare quel confine è un piccolo passo in avanti nell'integrazione nel nuovo mondo, genera aperti conflitti con la famiglia e la comunità. (Nel *Lamento di*

*Portnoy* Alex racconta che sua madre pronuncia hamburger come se fosse Hitler). Ma poiché gli anziani non hanno alcuna voglia che la comunità veda i tabù sotto questa luce, li avvolgono in sofismi e arzigogoli talmudici.

### *L'odore della paura*

I cultori della lingua sanno che esiste una parola per ogni paura. Avete paura del vino? Si tratta di *oenophobia*. Tremate all'idea di viaggiare in treno? Soffrite di *siderodromophobia*. Se vostra suocera vi dà ansia, la diagnosi è *pentheraphobia*, e se vi spaventa che il burro di arachidi vi si attacchi al palato, è *arachibutyrophobia*. Poi c'è la

patologia di Franklin Delano Roosevelt: la paura della paura, o *phobophobia*<sup>26</sup>.

Ma come non disporre di una parola per un'emozione non significa che essa non esista, disporre di una parola per un'emozione non significa che essa esista. I fanatici delle parole amano le sfide. Passare una bella serata, per loro, significa trovare la parola più breve che contenga tutte le vocali in ordine alfabetico, o mettersi a scrivere un romanzo senza la lettera *e*. Un altro divertimento lessicale consiste nel trovare nomi per paure ipotetiche. Ecco da dove vengono quelle improbabili fobie. Nella vita reale le persone non tremano al referente di ogni eufonico termine calcato sul greco o sul latino.

Paure e fobie compongono una lista breve e universale.

Fanno sempre paura serpenti e ragni. Ricerche sulle fobie degli studenti universitari hanno rivelato che sono l'oggetto più comune di spavento e ribrezzo, ed è così da lungo tempo nella nostra storia evuzionistica. D.O. Hebb ha notato che gli scimpanzé nati in cattività strillano di terrore al vedere per la prima volta un serpente, e il primatologo Marc Hauser ha osservato che i suoi leontocebi (scimmie dell'America del Sud), allevati in laboratorio, si sgolavano in richiami d'allarme al vedere sul pavimento un pezzo di tubo di plastica. Quanto alla reazione dei popoli di cacciatori-



raccoglitori, essa è così sintetizzata da Irvén DeVore: «I cacciatori-raccoglitori non sopportano che un serpente viva». Anche nelle culture che venerano i serpenti, essi vengono trattati con estrema cautela. Persino Indiana Jones ne ha paura!

Altre paure comuni sono quelle suscitate dall'altezza, dai temporali, dai grandi carnivori, dal buio, dal sangue, dagli estranei, dal trovarsi imprigionati, dalle acque profonde, dal giudizio sociale e dal lasciare la famiglia d'origine per andare a vivere da soli. Il filo che le lega è evidente. Si tratta delle situazioni che mettevano in pericolo i nostri antenati nell'evoluzione. Ragni e serpenti sono spesso velenosi, specie in

Africa; così le altre fonti di paura rappresentano palesi rischi per la sicurezza e, nel caso del giudizio sociale, per lo status di un cacciatore-raccoglitore. La paura è l'emozione che ha spinto i nostri antenati a far fronte ai pericoli in cui avevano la probabilità di imbattersi.

La paura è probabilmente un insieme di emozioni. Le fobie per entità fisiche, per il giudizio sociale e per l'andare a vivere da soli sono sensibili a tipi diversi di farmaci, il che fa pensare che vengano computate da circuiti cerebrali diversi. Lo psichiatra Isaac Marks ha mostrato come le persone reagiscano diversamente a seconda della fonte di paura, adeguando ogni reazione al

rischio. Un animale fa scattare l'impulso di fuggire; un burrone, invece, paralizza. Le minacce sociali inducono alla timidezza e a gesti di conciliazione. Se alla vista del sangue viene letteralmente da svenire, è perché la pressione sanguigna scende di colpo: una reazione, è presumibile, tesa a minimizzare un'ulteriore perdita di sangue. La prova migliore che le paure sono adattamenti e non semplici capricci del sistema nervoso è che gli animali che si sono evoluti su isole prive di predatori perdono la paura e diventano facile preda di qualunque invasore (come il dodo dell'isola Mauritius, estinto dal Diciassettesimo secolo)<sup>27</sup>.

Le paure proteggono gli abitanti delle

moderne città da pericoli che non esistono più, e mancano di proteggerli da pericoli presenti nel mondo che li circonda. Noi dovremmo avere paura delle armi, di andare veloce in macchina, di guidare senza cintura, delle bombolette per gli accendini, degli asciugacapelli vicino alla vasca, non di serpenti e ragni. Le autorità addette alla sicurezza pubblica cercano di instillarci nel cuore la paura con tutti i mezzi, dalle statistiche a fotografie scioccanti, ma in genere senza risultato. I genitori, a furia di urla e punizioni, dissuadono i figli dal giocare con i fiammiferi o inseguire una palla per strada, ma quando a un gruppo di scolari di Chicago è stato chiesto di che cosa avessero più paura, hanno

parlato di leoni, tigri e serpenti, rischi improbabili nella metropoli<sup>28</sup>.

Certo, le paure cambiano con l'esperienza. Per decenni gli psicologi hanno pensato che gli animali imparassero nuove paure allo stesso modo in cui i cani di Pavlov imparavano a sbavare al suono di un campanello. In un famoso esperimento, John B. Watson, fondatore del behaviorismo, è giunto alle spalle di un bambino di undici mesi giocando con un topo bianco addestrato e, all'improvviso, ha fatto risuonare due sbarre d'acciaio battendole una contro l'altra. Dopo qualche altra esperienza di quel rumore assordante, il bambino aveva paura del topo e di altre cose bianche e pelose, tra

cui conigli, cani, giacche di pelle di foca e Babbo Natale. Anche il topo può imparare ad associare il pericolo a uno stimolo precedentemente neutro. Un topo sottoposto a una scossa elettrica in una stanza bianca ne fuggirà per rifugiarsi in una stanza nera ogni volta che vi verrà gettato, ben dopo che la spina è stata staccata.

Ma in realtà le creature non possono essere condizionate ad avere paura di qualunque cosa. I bambini sono inquietati dai topi, e i topi dalle stanze luminose, ancor prima di qualunque condizionamento, e facilmente li associano con il pericolo. Si metta, al posto del topo, un qualunque oggetto arbitrario, come un binocolo da teatro, e

il bambino non imparerà ad averne paura. Si sottoponga il topo a una scossa elettrica in una stanza nera invece che bianca, e quella creatura notturna imparerà più lentamente l'associazione e la disimparerà più in fretta. Secondo lo psicologo Martin Seligman, un animale può essere condizionato ad avere paura solo quando è evolutivamente preparato a una certa associazione.

Poche fobie umane, se pure ne esistono, riguardano oggetti neutri accoppiati in questa o quell'occasione con un trauma. Si ha terrore dei serpenti senza averne mai visto uno. Dopo un'esperienza spaventosa o dolorosa, si è più prudenti riguardo a ciò che l'ha

causata, ma non se ne ha paura; non esistono fobie per le prese di corrente, i martelli, le automobili o i rifugi antiaerei. Con buona pace dei cliché televisivi, la maggior parte dei superstiti di un evento traumatico non si mette a strillare ogni volta che qualcosa glielo ricorda. I veterani del Vietnam si sentono offesi dallo stereotipo per cui si getterebbero a terra tutte le volte che qualcuno fa cadere un bicchiere<sup>29</sup>.

Una via migliore per giungere a capire come le paure vengano apprese consiste nel riflettere a fondo sulle richieste poste dall'evoluzione. Il mondo è un luogo pericoloso, ma i nostri antenati non potevano passare la vita rannicchiati dentro una grotta; occorreva



procurarsi il cibo e cercarsi un partner. Essi dovevano calibrare le loro paure di generici pericoli con gli effettivi pericoli presenti nel loro specifico ambiente (in fin dei conti, non tutti i ragni sono velenosi) e con la loro capacità di neutralizzarli: il loro know-how, la loro tecnologia difensiva, la sicurezza proveniente dallo stare in gruppo.

Marks e lo psichiatra Randolph Nesse sostengono che le fobie sono paure innate che non sono mai state disimparate. Le paure si sviluppano spontaneamente nei bambini. Nel primo anno di vita, essi temono gli estranei e la separazione, ed è giusto che sia così, perché infanticidio e predazione sono

gravi minacce per i piccoli cacciatori-raccoglitori. (Il film *Un grido nella notte* mostra la facilità con cui un predatore può rapire un bambino lasciato solo. È un'ottima risposta a tutti i genitori che si chiedono perché un bambino piccolo lasciato a dormire da solo al buio si metta a strillare come se lo stessero sgozzando). Fra i tre e i cinque anni i bambini divengono timorosi di tutte le fonti di fobia standard – ragni, buio, acque profonde e così via – e poi giungono a dominarle una per una. La maggior parte delle fobie adulte sono paure infantili mai passate. Per questo sono gli abitanti delle città ad avere più paura dei serpenti.

Come avviene nel caso dell'apprendimento dei cibi sicuri, le migliori guide ai pericoli di uno specifico ambiente sono coloro che vi sono sopravvissuti. I bambini hanno paura di ciò di cui vedono che hanno paura i genitori, e spesso disimparano le loro paure quando vedono altri bambini farvi fronte. Gli adulti non sono meno impressionabili. In tempo di guerra coraggio e panico sono entrambi contagiosi, e in alcune terapie un assistente gioca con un boa o si fa salire lungo un braccio un ragno davanti agli occhi del fobico. Anche le scimmie si osservano a vicenda per calibrare la loro paura. I resi allevati in laboratorio non hanno paura dei serpenti quando li

vedono per la prima volta, ma, a vedere un documentario in cui un'altra scimmia ne è spaventata, ne hanno paura anche loro. La scimmia del documentario tuttavia non instilla in loro questa paura, piuttosto la risveglia: se nel documentario la scimmia fa un balzo indietro di fronte a un fiore o a un coniglietto, il reso non sviluppa alcun timore<sup>30</sup>.

La capacità di vincere selettivamente la paura è un'importante componente dell'istinto. Persone in grave pericolo, come i piloti in combattimento o i londinesi sotto i bombardamenti, possono dar prova di grande compostezza. Nessuno sa perché alcuni riescano a conservare la calma quando

tutti attorno a loro la perdono, ma i fattori tranquillizzanti principali sono la prevedibilità, degli alleati a tiro di voce, e un senso di competenza e controllo, che lo scrittore Tom Wolfe ha chiamato *La stoffa giusta*. Nel libro omonimo, sui collaudatori di aerei che divennero gli astronauti delle capsule spaziali Mercury, Wolfe ha definito «la stoffa giusta» come «la capacità [di un pilota di salire in alto dentro una macchina di ferro sparata a tutta velocità e mettere in gioco la sua pelle e avere il fegato, i riflessi, l'esperienza, la freddezza per riportarla a casa all'ultimo momento buono». Questo senso di controllo viene dal «dilatare l'esterno dell'involucro»: verificare, a

piccoli passi, quanto in alto, quanto veloce, quanto lontano si può andare senza provocare un disastro. Dilatare l'involucro è una motivazione potente. Dal passare attraverso eventi relativamente sicuri che assomigliano a pericoli ancestrali, e come tali vengono percepiti, vengono l'emozione detta «euforia» e tutta una serie di svaghi. Fra essi vi sono la maggior parte degli sport non competitivi (immersioni subacquee, alpinismo, speleologia...), e il genere di libri e film detti «thriller». Winston Churchill ebbe a dire che «nulla nella vita è così euforizzante come farsi sparare senza esito»<sup>31</sup>.

*Ingrata felicità*

Il perseguimento della felicità è un diritto inalienabile, afferma la Dichiarazione d'Indipendenza degli Stati Uniti nel suo elenco di verità autoevidenti. La maggiore felicità del maggior numero, scrisse Jeremy Bentham, è il fondamento della morale. Dire che tutti vogliono essere felici suona banale, quasi tautologico, ma solleva un profondo interrogativo sul nostro modo d'essere. Che cos'è questa cosa cui la gente tende con tutte le sue forze?

A prima vista potrebbe sembrare la ciliegina sulla torta del benessere biologico (più esattamente, degli stati che avrebbero portato al benessere nell'ambiente in cui ci siamo evoluti).

Siamo più felici quando siamo in buona salute, mangiamo bene, conduciamo una vita confortevole, sicura, agiata, sappiamo un sacco di cose, siamo accoppiati, amati. Paragonati ai loro opposti, questi obiettivi dei nostri sforzi contribuiscono alla riproduzione. La funzione della felicità consisterebbe nel mobilitare la mente alla ricerca delle chiavi del benessere darwiniano. Quando siamo infelici, ci diamo da fare per ciò che ci rende felici; quando siamo felici, manteniamo lo status quo.

Il problema è: per quanto benessere vale la pena di darsi da fare? Gli uomini dell'era glaciale avrebbero buttato via il loro tempo se si fossero angustiati per la mancanza di stufe, penicillina e fucili da



caccia, o se si fossero dati da fare per averli invece che per avere grotte e lance migliori. Anche fra i cacciatori-raccoglitori moderni, in tempi e luoghi diversi sono raggiungibili livelli di vita diversissimi. Perché l'ottimo non sia nemico del bene, occorre che il perseguimento della felicità sia tarato su ciò che è ottenibile con sforzi ragionevoli nell'ambiente in cui ci si trova a vivere.

Come sappiamo che cosa è ragionevolmente ottenibile? Una buona fonte di informazioni è ciò che hanno ottenuto gli altri. Se possono averlo loro, forse possiamo averlo anche noi. Nel corso dei secoli, gli osservatori della natura umana hanno fatto notare

questo aspetto tragico della questione: le persone sono felici quando stanno meglio del loro prossimo, infelici quando stanno peggio.

«Ma, oh! Com'è amaro vedere la felicità attraverso gli occhi di un altro!».

WILLIAM SHAKESPEARE, *Come vi piace*,  
atto V, scena II

«FELICITÀ, s. Gradevole sensazione che nasce dal contemplare l'infelicità».

AMBROSE BIERCE

«Avere successo non basta. Bisogna che falliscano gli altri».

GORE VIDAL

«*Ven frait zich a hoiker? Ven er zet a gresseren hoiker far zich*». («Quand'è che un gobbo è contento? Quando vede uno

con una gobba più grande’).

Detto yiddish

Le ricerche sulla psicologia della felicità hanno dato ragione ai rancorosi. Kahneman e Tversky portano un esempio tratto dalla vita di tutti i giorni. Aprite la busta paga ed esultate scoprendo che vi hanno dato un aumento del cinque per cento, finché non scoprite che ai vostri colleghi ne hanno dato uno del dieci per cento. Secondo la leggenda, la diva Maria Callas pretendeva per contratto che ogni teatro d’opera in cui cantava la pagasse un dollaro di più del cantante meglio pagato della compagnia.

Oggi godiamo di una salute migliore, mangiamo meglio, viviamo una vita più

sicura e più lunga che in qualunque altro periodo storico. Eppure non passiamo il tempo a fare salti di gioia, ed è presumibile che i nostri antenati non fossero cronicamente malinconici. Non è reazionario far notare che molti dei poveri delle nazioni occidentali, oggi, vivono in condizioni che i nobili di ieri non si sarebbero neanche sognate. Persone di classi e Paesi diversi sono spesso soddisfatte di quello che hanno finché non si paragonano ai più ricchi. La violenza, in una società, è più frequentemente legata all'ineguaglianza che alla povertà. Lo scontento del terzo mondo, e più tardi del secondo, nella seconda metà del Ventesimo secolo, è stato attribuito alle finestre apertesesi per

loro, tramite i mass media, sul primo<sup>32</sup>.

L'altra grande chiave per capire che cosa è ottenibile è il livello di benessere cui si è giunti. Ciò che già si ha è, per definizione, ottenibile, ed è molto probabile che si possa avere almeno un pochino di più. La teoria dell'evoluzione predice che ciò che è alla portata dell'uomo dev'essere più in là di ciò che già possiede, ma non molto più in là. Il secondo aspetto tragico della felicità è questo: le persone si adattano alle circostanze, buone o cattive, come gli occhi si adattano al sole o al buio. Da questo punto neutro in poi, il miglioramento è felicità, la perdita infelicità. Di nuovo, i primi a dirlo sono stati i saggi. La voce narrante

della poesia di E.A. Robinson (e più tardi della canzone di Simon e Garfunkel) invidia Richard Cory, padrone della fabbrica, che «scintillava quando camminava».

Così andammo avanti a lavorare, e ad aspettare la luce,  
E a fare a meno della carne, e a maledire il pane;  
E Richard Cory, una calma notte d'estate,  
Andò a casa e si sparò una pallottola in testa.

La vanità di ogni sforzo ha portato molte anime cupe a negare che la felicità sia possibile. Per Oscar Levant, personalità dell'industria dello spettacolo, «la

felicità non è qualcosa che si prova, è qualcosa che si ricorda». Freud disse che obiettivo della psicoterapia era «trasformare l'infelicità isterica in normale infelicità». Un collega, consultandomi per e-mail su uno studente universitario pieno di problemi, mi ha scritto: «A volte vorrei essere giovane, poi ricordo che non era un granché neanche allora».

Ma qui i rancorosi hanno solo in parte ragione. La gente arriva a sentirsi allo stesso modo attraverso una gamma impressionante di fortune e disgrazie. La condizione standard cui si adatta, tuttavia, non è mediamente l'infelicità, bensì la soddisfazione. (La condizione standard esatta differisce da persona a

persona ed è in larga misura ereditaria). Gli psicologi David Myers e Ed Diener hanno rilevato che circa l'ottanta per cento delle persone, nel mondo industrializzato, dichiara di essere almeno «abbastanza soddisfatta della vita», e circa il trenta per cento «molto felice». (Per quanto ne sappiamo, si tratta di affermazioni sincere). Le percentuali sono le stesse in tutte le età, in entrambi i sessi, per bianchi e neri, e lungo quattro decenni di crescita economica. Come osservano Myers e Diener: «Rispetto al 1957, gli americani hanno il doppio delle automobili per persona, e in più forni a microonde, televisori a colore, videoregistratori, condizionatori d'aria, segreterie



telefoniche e scarpe da ginnastica di marca nuove per 12 miliardi di dollari l'anno. Allora, sono più felici che nel 1957? No»<sup>33</sup>.

In un Paese industrializzato i soldi comprano solo un po' di felicità: la correlazione fra ricchezza e soddisfazione è positiva, ma bassa. Chi vince alla lotteria, una volta passato l'accesso di felicità, torna allo stato emotivo di prima. E lo stesso avviene, in senso opposto, a coloro che hanno subito terribili perdite, come i paraplegici e i superstiti dell'Olocausto.

Non necessariamente tali constatazioni contraddicono l'affermazione della cantante Sophie Tucker: «Sono stata povera e sono stata

ricca. Essere ricchi è meglio». In India e Bangladesh la ricchezza predice la felicità molto meglio di quanto avvenga in Occidente. Tra ventiquattro nazioni dell'Europa occidentale e dell'America, quanto più il prodotto nazionale lordo pro capite è alto, tanto più i cittadini sono felici (anche se di ciò vi sono molte spiegazioni). Myers e Diener sottolineano che la ricchezza è come la salute: non averla rende infelici, ma averla non garantisce la felicità.

La tragedia della felicità ha un terzo atto. Le emozioni negative (paura, dolore, ansia e via dicendo) sono il doppio di quelle positive, e le perdite vengono sentite più acutamente dei guadagni equivalenti. Il campione di

tennis Jimmy Connors ha sintetizzato la condizione umana dicendo: «Odio perdere più di quanto ami vincere». L'asimmetria è stata confermata in laboratorio dimostrando che la gente è pronta a correre un rischio maggiore per evitare una sicura perdita che per aumentare un sicuro guadagno, e che a immaginare una perdita (per esempio in voti scolastici o nei rapporti con l'altro sesso), lo stato d'animo precipita di più di quanto non vada alle stelle a immaginare un guadagno equivalente. Lo psicologo Timothy Ketelaar osserva che la felicità segue le orme degli effetti delle risorse sul benessere biologico. Man mano che la situazione migliora, i ricavi in termini di accresciuto

benessere diminuiscono: più cibo è meglio, ma solo fino a un certo punto. Man mano che la situazione peggiora, invece, il decrescere del benessere può finire per escluderti dal gioco: non abbastanza cibo, e sei morto. Per stare molto peggio ci sono molti modi (un'infezione, la fame, venire mangiati, una caduta, e così via, all'infinito), mentre per stare molto meglio no. Il che rende le possibili perdite più meritevoli di attenzione dei guadagni; vi sono più cose che ci rendono infelici di quante ci rendano felici<sup>34</sup>.

Secondo uno dei primi psicologi evolucionisti, Donald Campbell, che ha studiato la psicologia del piacere, gli esseri umani sono presi in una «macina

edonistica», in cui i guadagni in benessere non ci lasciano, sul lungo periodo, più felici<sup>35</sup>. In effetti lo studio della felicità suona spesso come una predica a favore dei valori tradizionali. I numeri indicano che non sono i ricchi, i privilegiati, i prestanti o i belli a essere felici; sono quelli che hanno moglie o marito, amici, una religione e un lavoro che ha senso e che li impegna. È possibile che le rilevazioni siano sopravvalutate, perché si applicano a medie, non a individui, e perché distinguere fra cause ed effetti è difficile: sposarsi può rendere felici, ma essere felici può contribuire a far sì che ci si sposi e si rimanga sposati. Ma Campbell ha echeggiato millenni di

saggezza maschile e femminile quando ha sintetizzato la sua ricerca dicendo: «Il perseguimento diretto della felicità è la ricetta di una vita infelice».

### *Il canto delle sirene*

Quando diciamo che qualcuno segue le emozioni piuttosto che la ragione, spesso intendiamo dire che sacrifica interessi a lungo termine per una gratificazione a breve termine. Uscire dai gangheri, cedere a un seduttore, mangiarsi lo stipendio, fare dietrofront sulla porta del dentista ne sono degli esempi. Che cosa ci fa essere così miopi?

La capacità di procrastinare una

ricompensa è detta autocontrollo o differimento di gratificazione. Spesso gli scienziati sociali ne parlano come di un segno di intelligenza, della capacità di prevedere il futuro e di pianificare di conseguenza. Ma scontare il futuro, come direbbe un economista, è parte della logica della scelta di chiunque viva più di un istante. Puntare sulla ricompensa veloce piuttosto che su una remunerazione lontana è spesso la strategia razionale.

Che cosa è meglio, un dollaro oggi o un dollaro fra un anno? (Facciamo conto che non vi sia inflazione). Un dollaro oggi, potreste dire, perché si può investirlo e, fra un anno, trovarsi con più di un dollaro. Purtroppo, la spiegazione

è circolare: la ragione per cui esiste l'interesse è in primo luogo quella di pagare la gente perché dia il dollaro che altrimenti avrebbe ora invece che fra un anno. Ma gli economisti fanno notare che, anche se la spiegazione è male impostata, la risposta è giusta: oggi è davvero meglio. Innanzitutto, se da qui a un anno si presenta un bisogno urgente o un'opportunità, un dollaro oggi è disponibile. Secondo, se rinunciate al dollaro oggi, nulla vi garantisce che lo riavrete fra un anno. Terzo, nel giro di un anno potreste morire e non ne godreste mai. È razionale, quindi, scontare il futuro: consumare una risorsa oggi, a meno che investirla non porti una remunerazione abbastanza alta. Il tasso



d'interesse che dovrete chiedere dipende da quanto sono importanti per voi i soldi oggi, da quante probabilità avete di riaverli e da quanto vi aspettate di vivere.

La lotta per riprodursi è una sorta di economia, e tutti gli organismi, persino le piante, devono «decidere» se usare le risorse subito o metterle da parte per il futuro. Alcune di tali decisioni le prende il corpo. Se invecchiando diventiamo deboli è perché i nostri geni scontano il futuro e costruiscono corpi giovani forti a spese di quelli vecchi deboli. Lo scambio, nel corso delle generazioni, è remunerativo: un incidente potrebbe infatti far morire il corpo prima che invecchi, e in questo caso ogni sacrificio

di vigore in vista della longevità andrebbe sprecato. Ma la maggior parte delle decisioni sul futuro è presa dalla mente. In ogni momento noi scegliamo, in modo conscio o inconscio, fra qualcosa di buono ora e qualcosa di meglio più tardi.

A volte la decisione razionale è «ora», specie quando, per usare delle frasi fatte, la vita è breve o non c'è domani. Il condannato a morte della barzelletta che, a sentirsi offrire l'ultima sigaretta, risponde «no, grazie, sto cercando di smettere», ci fa ridere perché noi sappiamo che è senza senso per lui differire la gratificazione. Un'altra vecchia barzelletta chiarisce perché non è sempre necessario essere

prudenti. Murray ed Esther, coppia ebrea di mezz'età, stanno facendo un viaggio in America del Sud. Un giorno Murray fotografa senza volerlo un'installazione militare segreta, e i soldati sbattono i due in prigione. Lì vengono torturati per tre settimane nel tentativo di strappar loro i nomi degli uomini con cui sono in contatto nel movimento di liberazione. Alla fine sono trascinati davanti a una corte militare, accusati di spionaggio e condannati a morte per fucilazione. La mattina dopo sono al muro, e il sergente del plotone di esecuzione chiede loro se hanno un ultimo desiderio. Esther domanda di poter telefonare a sua figlia a Chicago. Il sergente risponde che non

è possibile e si volge a Murray. «È una follia», grida Murray, «noi non siamo delle spie!», e sputa in faccia al sergente. «Murray!» salta su Esther. «Per favore, non metterti nei guai!»<sup>36</sup>.

Perlopiù siamo abbastanza sicuri di non morire nel giro di pochi minuti. Ma un giorno tutti moriremo, e tutti rischiamo di rinunciare alla possibilità di godere qualcosa, se lo procrastiniamo troppo a lungo. Nella vita nomade dei nostri antenati, in cui non era possibile accumulare beni né far conto su istituzioni sociali di lunga durata come l'assicurazione sui depositi, il consumo doveva essere ancora più remunerativo. Ma anche se non lo era, qualche impulso ad appagarsi subito doveva essere stato

inscritto nelle nostre emozioni. Con tutta probabilità noi abbiamo evoluto un meccanismo per valutare la nostra longevità e le opportunità e i rischi presentati da differenti scelte (mangiare adesso o dopo, accamparsi o proseguire), e sintonizzarvi le emozioni.

Lo studioso di scienze politiche James Q. Wilson e lo psicologo Richard Herrnstein hanno fatto notare che molti criminali agiscono come se scontassero radicalmente il futuro. Un crimine è un gioco d'azzardo in cui la remunerazione è immediata e l'eventuale costo è posticipato. I due studiosi attribuiscono tale comportamento dei criminali a scarsa intelligenza, ma gli psicologi Martin Daly e Margo Wilson ne danno

una diversa spiegazione. Nei quartieri degradati delle città americane la speranza di vita per i maschi giovani è bassa, ed essi lo sanno. (In *Hoop Dreams*, documentario su aspiranti giocatori di pallacanestro di un ghetto di Chicago, c'è una scena di grande effetto in cui la madre di uno dei ragazzi si rallegra che egli sia ancora vivo il giorno del suo diciottesimo compleanno). Inoltre, l'ordine sociale e i diritti di proprietà a lungo termine che garantirebbero il ritorno degli investimenti sono inaffidabili. Queste sono proprio le condizioni in cui la scelta di scontare radicalmente il futuro, cioè assumersi rischi, consumare invece che investire, è adattiva<sup>37</sup>.

Più difficile da interpretare è lo scontare il futuro quando è una scelta miope: la tendenza che abbiamo tutti a preferire una grande ricompensa *dopo* a una piccola *prima*, per poi, man mano che il tempo passa e le due ricompense si avvicinano, invertire la preferenza. Un esempio di tutti i giorni sta nel decidere, sedendosi a tavola, di saltare il dolce (piccola ricompensa prima) per dimagrire (grande ricompensa dopo), ma cedere alla tentazione quando il cameriere viene a prendere le ordinazioni. Una miopia del genere è facile da produrre in laboratorio: si diano a delle persone (o, per quello che conta, a dei piccioni) due pulsanti, uno che offre una piccola ricompensa ora,

l'altro una maggiore più tardi, ed essi passeranno dalla scelta della maggiore alla scelta della minore man mano che quest'ultima si fa imminente<sup>38</sup>. La debolezza della volontà è un problema irrisolto in economia come in psicologia. L'economista Thomas Schelling pone, riguardo al «consumatore razionale», un interrogativo che si potrebbe porre anche riguardo alla mente adattata:

Come dovremmo concettualizzare quel consumatore razionale che tutti noi conosciamo (e che alcuni di noi sono), quello che, disgustato di se stesso, fa a pezzi il suo pacchetto di sigarette giurando che questa volta la smetterà per sempre di rischiare di lasciare orfani i suoi figli



facendosi venire un cancro ai polmoni e, tre ore dopo, è per strada alla ricerca di un tabaccaio ancora aperto; quello che fa un pranzo ipercalorico sapendo che se ne pentirà, poi se ne pente, non capisce come abbia potuto lasciarsi andare, decide di rimediare con una cena ipocalorica, fa una cena ipercalorica sapendo che se ne pentirà, e poi se ne pente; quello che se ne sta incollato davanti alla tv sapendo che domani si sveglierà di nuovo presto, sudando freddo, impreparato a quella riunione del mattino da cui dipende tanta parte della sua carriera; quello che rovina la gita a Disneyland andando su tutte le furie quando i suoi figli fanno quello che sapeva che avrebbero fatto quando aveva deciso che non sarebbe andato su tutte le furie quando l'avessero fatto<sup>39</sup>?

Schelling osserva le strane modalità che

usiamo per portare alla disfatta i nostri comportamenti autodisfattisti: collochiamo la sveglia in fondo alla stanza per non spegnerla e tornare a dormire, autorizziamo i nostri datori di lavoro a metterci via parte dello stipendio per la pensione, sistemiamo patatine e salatini fuori portata, mettiamo l'orologio avanti di cinque minuti. Ulisse ordinò ai suoi compagni di tappargli le orecchie con la cera e di legarlo all'albero della nave per impedirgli di sentire l'allettante canto delle sirene e di volgere la prua verso di loro e gli scogli.

Se questo miope scontare il futuro resta inesplicato, Schelling coglie qualcosa d'importante della psicologia

che lo caratterizza avanzando l'ipotesi che il paradosso dell'autocontrollo affondi le sue radici nella modularità della mente. Egli osserva che «a volte le persone si comportano come se avessero due sé, uno che vuole polmoni sani e vita lunga e un altro che adora il tabacco, o uno che vuole un corpo snello e un altro i dolci, o uno che aspira a migliorarsi leggendo quello che scrive Adam Smith sull'autocontrollo... e un altro che preferisce vedere un vecchio film alla televisione. I due sono in continua lotta per averla vinta»<sup>40</sup>. Quando lo spirito è forte ma la carne è debole, come di fronte alla tentazione di rompere la dieta con un dolce, possiamo sentire lottare dentro di noi due specie

di motivazioni ben diverse, una che reagisce alla vista e al profumo, l'altra ai consigli del medico. Ma quando le ricompense sono della medesima specie, come un dollaro oggi contro due domani? Forse una ricompensa imminente attiva un circuito per gestire sicurezze e una lontana un circuito per scommettere su un futuro incerto. E uno è di grado superiore all'altro, come se la persona nella sua interezza fosse progettata per credere che è meglio un uovo oggi che una gallina domani. Nel contesto moderno, con la sua affidabile conoscenza del futuro, ciò porta spesso a scelte irrazionali. Ma è possibile che i nostri antenati facessero bene a distinguere fra quanto è indubbiamente

godibile ora e quanto si presume o si dice che sarà più godibile domani. Anche al giorno d'oggi il differimento della gratificazione è a volte punito a causa della fragilità delle conoscenze umane. L'assicurazione presso cui avete aperto un fondo pensione fa bancarotta, il governo non mantiene le promesse, e i medici vengono a raccontarvi che tutto quello che vi avevano detto che vi faceva male vi fa bene e viceversa.

### *Io e tu*

Le nostre più accese emozioni non sono suscitate da paesaggi, ragni, scarafaggi o dolci, ma dagli altri. Alcune, come l'ira, ci fanno desiderare

di fare loro del male; altre, come l'amore, la simpatia e la gratitudine, ci fanno desiderare di fare loro del bene. Per comprenderle, dobbiamo capire prima di tutto perché gli organismi sono stati progettati per farsi del bene o del male a vicenda.

Avendo visto dei documentari naturalistici, potreste pensare che i lupi facciano fuori i maschi vecchi e deboli per mantenere il branco in buona salute; che i lemming, una specie di roditori, si suicidino perché il gruppo non muoia di fame, o che i cervi maschi adulti si prendano a cornate per il diritto al cibo, affinché a perpetuare la specie siano gli individui più adatti. I presupposti sottesi a tali convinzioni – che gli animali

agiscano per il bene dell'ecosistema, del gruppo o della specie – sembrano derivare dalla teoria di Darwin. Se in passato c'erano dieci gruppi di lemming, nove costituiti da lemming egoisti che mangiavano facendo morire di fame tutti, e uno in cui alcuni morivano perché altri potessero vivere, il decimo è sopravvissuto, e i lemming di oggi dovrebbero essere disposti al sacrificio estremo. Tale convinzione è ampiamente diffusa. Ogni psicologo che si è occupato della funzione delle emozioni sociali ha parlato del beneficio che esse portano al gruppo.

Quando si dice che gli animali agiscono per il bene del gruppo non ci si rende conto, sembra, che

un'affermazione del genere è lontanissima dal darwinismo e quasi certamente sbagliata. Darwin ha scritto: «La selezione naturale non produrrà mai in un essere alcuna struttura che sia per lui più nociva che benefica, perché la selezione naturale agisce solo tramite e per il bene di ognuno». La selezione naturale potrebbe selezionare gruppi composti di membri altruisti solo se ogni gruppo potesse imporre un patto che garantisca che i membri di tutti i gruppi continuino a essere altruisti. Ma, senza una tale imposizione, nulla impedirebbe a un lemming mutante o immigrato di pensare: «Al diavolo! Lascero che tutti gli altri si buttino di sotto, dopo di che mi godrò il cibo



rimasto». Il lemming egoista si godrebbe i frutti dell'altruismo altrui senza pagare alcun prezzo e, grazie a questo vantaggio, i suoi discendenti arriverebbero ben presto a dominare il gruppo, anche se il gruppo nel suo insieme starebbe peggio. È questo il destino di ogni inclinazione al sacrificio. La selezione naturale è l'effetto cumulativo dei successi relativi di replicatori diversi. Il che significa che la sua selezione favorisce i replicatori che si replicano meglio, cioè quelli egoisti<sup>41</sup>.

L'ineludibile dato di fatto che gli adattamenti vanno a beneficio del replicatore è stato esposto per la prima volta dal biologo George Williams e in

seguito sviluppato da Richard Dawkins in *Il gene egoista*. Quasi tutti i biologi evuzionisti ormai lo accettano, anche se non mancano controversie su altre questioni. La selezione fra i gruppi è possibile sulla carta, ma la maggior parte dei biologi dubita che le speciali circostanze che vi conducono si siano mai prodotte nel mondo reale. La selezione fra i rami dell'albero della vita è possibile, ma non ha nulla a che fare con l'interrogativo se gli organismi siano progettati per l'altruismo. Gli animali semplicemente non si preoccupano di ciò che accade al loro gruppo, alla loro specie o all'ecosistema. I lupi cacciano i maschi più vecchi e deboli perché sono i più

facili da cacciare. I lemming affamati vanno alla ricerca di terreni migliori per procacciarsi il cibo, e a volte precipitano o annegano per caso, non per suicidarsi. I cervi maschi adulti fanno la lotta perché ognuno di essi vuole riprodursi, e uno cede quando la sconfitta è inevitabile, oppure perché adotta una strategia che funziona nella media contro altri che adottano la stessa strategia. I maschi che lottano rappresentano uno spreco per il gruppo, anzi, i maschi in generale rappresentano uno spreco per il gruppo quando ne costituiscono la metà: qualche animale da monta basterebbe a dare vita alla generazione successiva senza mangiare metà del cibo<sup>42</sup>.

I biologi parlano spesso di atti simili come di un comportamento mosso da un interesse personale, ma a causare il comportamento è l'attività del cervello, specie dei circuiti addetti alle emozioni e altre sensazioni. Gli animali si comportano da egoisti a causa del modo in cui i loro circuiti emotivi sono cablati. Il mio stomaco pieno, il mio caldo, i miei orgasmi mi fanno sentire meglio di quanto mi facciano sentire i tuoi, e io voglio i miei, e cercherò i miei, più dei tuoi. Un animale, è ovvio, non può sentire direttamente che cosa c'è nello stomaco di un altro, ma può sentirlo indirettamente, osservando il comportamento di un altro. È degno d'interesse quindi, dal punto di vista

psicologico, che gli animali non sentano in genere il benessere osservabile di altri animali come un proprio piacere. E ancora più interessante è che a volte, invece, così lo sentano.

Ho detto che la selezione naturale seleziona replicatori egoisti. Se gli organismi fossero replicatori, tutti gli organismi dovrebbero essere egoisti. Ma gli organismi non si replicano. I vostri genitori, dandovi alla luce, non si sono replicati: voi non siete identici a nessuno di loro due. La matrice da cui siete venuti fuori, la vostra serie di geni, non è la stessa da cui sono venuti fuori loro. I geni di ognuno di loro si sono mescolati come un mazzo di carte e, a caso, dei loro campioni hanno prodotto

sperma e ovuli, dopo di che, nella fecondazione, quelli dell'uno si sono combinati con quelli dell'altro per creare una nuova combinazione di geni e un nuovo organismo diversi dai loro. A replicarsi veramente sono stati solo i geni e frammenti di geni le cui copie sono arrivate a voi, alcune delle quali voi passerete a vostra volta ai vostri figli, e così via. Anzi, vostra madre non si sarebbe replicata neanche se si fosse clonata; a replicarsi sarebbero stati solo i suoi geni. È per questo che qualunque mutamento che può avere subito nella sua vita, come la perdita di un dito, l'acquisizione di un tatuaggio, un faro nel naso, non si è trasmesso a voi. L'unico mutamento che avreste potuto

ereditare è una mutazione di uno dei geni nell'ovulo destinato a divenire voi. Sono i geni, non i corpi, a replicarsi, il che significa che sono i geni, non i corpi, a dover essere egoisti.

Il DNA naturalmente non ha sentimenti; «egoista» significa «che agisce in modo da rendere la propria replicazione più probabile». Il modo di un gene di farlo, in un animale dotato di cervello, consiste nel cablare il cervello affinché piaceri e dolori dell'animale lo inducano a comportamenti che hanno come esito più copie del gene. Il che spesso significa far sì che un animale goda degli stati che lo fanno sopravvivere e riprodursi. Uno stomaco pieno dà soddisfazione perché mantiene

l'animale in vita, in movimento e capace di riprodursi, col risultato di moltiplicare le copie dei geni che costruiscono i cervelli che fanno sentire nello stomaco pieno qualcosa che dà soddisfazione.

Costruendo un cervello che rende piacevole mangiare, un gene contribuisce a diffondere le copie di se stesso che giacciono nelle gonadi dell'animale. A passare nell'ovulo o nello sperma, ovviamente, non è lo specifico DNA che contribuisce a costruire un cervello, ma soltanto le copie del gene all'interno delle gonadi. E qui c'è da dire qualcosa di importante. I geni nelle gonadi di un animale non sono le uniche copie esistenti dei geni



costruttori del cervello, ma sono le più convenienti da aiutare a replicarsi per il gene costruttore del cervello. Qualunque copia capace di replicazione, ovunque nel mondo, è un obiettivo legittimo, se può essere identificata e se si possono prendere delle iniziative per aiutarla a replicarsi. Un gene che lavorasse a replicare copie di se stesso dentro le gonadi di qualche altro animale potrebbe farlo altrettanto bene di un gene che lavorasse a replicare copie di se stesso dentro le gonadi del proprio animale. Per quanto sta al gene, una copia è una copia; quale animale la ospiti è irrilevante. Se le gonadi di quel dato animale hanno qualcosa di speciale, per il gene costruttore del

cervello, è unicamente la certezza di trovare in esse copie di se stesso (certezza che proviene dal fatto che nel corpo di un animale le cellule sono cloni genetici). Ecco perché i geni costruttori del cervello fanno tanto godere gli animali del loro proprio benessere. Se un gene potesse costruire un cervello in grado di capire quando delle copie di quel gene sono presenti nelle gonadi di un altro animale, farebbe godere il cervello del benessere dell'altro animale, e lo farebbe funzionare in modo da accrescere il benessere dell'altro animale.

Quando una copia di un gene di uno specifico animale è presente anche in un altro? Quando gli animali sono

consanguinei. Nella maggior parte degli animali c'è una possibilità su due che un qualunque gene di un genitore abbia una copia nei figli, poiché i figli prendono metà dei geni da un genitore e metà dall'altro. C'è una possibilità su due, inoltre, che una copia sia presente in un fratello o una sorella germani, perché essi ereditano i loro geni dalla medesima coppia di genitori. C'è una possibilità su otto, poi, che una copia sia presente in un primo cugino, e così via. Un gene che ha costruito un cervello che ha fatto sì che il suo proprietario facesse del bene ai propri consanguinei ha indirettamente contribuito a replicare se stesso. Il biologo William Hamilton ha osservato che se il beneficio per il

consanguineo, moltiplicato per la probabilità che un gene sia in comune, eccede il costo per l'animale, quel gene si diffonde nel gruppo. Hamilton ha sviluppato e formalizzato un'idea concepita anche da molti altri biologi, come, tramite una famosa battuta di spirito, da J.B.S. Haldane che, quando gli è stato chiesto se avrebbe dato la vita per suo fratello, ha risposto: «No, ma per due fratelli o otto cugini sì».

Quando un animale agisce a beneficio di un altro animale con un costo per se stesso, i biologi parlano di altruismo. Quando l'altruismo si evolve perché l'altruista è imparentato con il beneficiario e quindi il gene generatore di altruismo beneficia se stesso, parlano

d i *kin selection*, o selezione di parentela<sup>43</sup>. Ma, a guardare alla psicologia dell'animale che si comporta così, noi possiamo dare al fenomeno un altro nome: amore.

L'essenza dell'amore sta nel provare piacere per il benessere di un altro e dolore per la sua sofferenza. Tali sentimenti motivano atti che vanno a beneficio dell'amato, come accudirlo, nutrirlo, proteggerlo. Possiamo capire, ora, perché molti animali, esseri umani compresi, amino i figli, i genitori, i nonni, i nipoti, i fratelli, gli zii, i cugini: persone che fanno del bene a consanguinei equivalgono a geni che fanno del bene a se stessi. I sacrifici compiuti per amore sono commisurati al

grado di parentela: si fanno più sacrifici per i figli che per i nipoti. Poi sono commisurati all'aspettativa di vita riproduttiva del beneficiario: si sacrificano di più i genitori per i figli, che hanno una vita più lunga davanti a loro, che i figli per i genitori. Infine, sono commisurati ai sentimenti d'amore del beneficiario. Se amiamo la nostra nonna non è perché ci aspettiamo che si riproduca, ma perché la nostra nonna ama noi, e ama il resto della nostra famiglia. Vale a dire che facciamo del bene a persone che provano piacere a farci del bene e a fare del bene ai nostri consanguinei. Anche per questo uomini e donne s'innamorano. La madre di mio figlio ha in lui tanto interesse genetico

quanto ne ho io, quindi quello che è bene per lei è bene per me.

Molti pensano che la teoria del gene egoista sostenga che «gli animali cercano di disseminare i propri geni». È un equivocare i fatti ed equivocare la teoria. Gli animali, inclusa la maggior parte della gente, non sanno nulla di genetica e ancora meno se ne curano. Se amiamo i nostri figli non è perché (coscientemente o inconscientemente) vogliamo propagare i nostri geni, ma perché non possiamo farne a meno. E quest'amore ci induce a cercare di tenerli al caldo, di dare loro da mangiare, di offrire loro sicurezza. A essere egoistici non sono le nostre reali motivazioni, ma le motivazioni

metaforiche dei geni che ci hanno costruiti. I geni «cercano» di disseminare se stessi cablando i cervelli degli animali in modo che questi ultimi amino i loro consanguinei e cerchino di tenerli al caldo, dar loro da mangiare e offrire loro sicurezza.

La confusione nasce dal pensare ai nostri geni come al nostro autentico sé, e alle motivazioni dei nostri geni come alle nostre più profonde e più autentiche motivazioni inconsce. È facile, a questo punto, trarne la cinica ed erronea morale che ogni amore è un'ipocrisia. Ma così si confondono le nostre reali motivazioni con le motivazioni metaforiche dei geni. I geni non sono dei burattinai, hanno svolto la funzione di



ricetta per costruire il cervello e il corpo e poi non si sono fatti più vedere. Essi vivono in un universo parallelo, sparsi fra i corpi, con i loro propri ordini del giorno.

Nella maggior parte delle discussioni sulla biologia dell'altruismo non si parla in realtà di biologia dell'altruismo. Non è difficile capire perché i documentari naturalistici, con la loro lodevole etica della conservazione, diffondano lo slogan che gli animali agiscono nell'interesse del gruppo. Un invito fra le righe è: non odiate il lupo che ha appena mangiato Bambi; l'ha fatto per un bene superiore. Un altro è: a proteggere l'ambiente ci pensa la natura;

noi esseri umani faremmo meglio a iniziare a comportarci bene. La teoria antagonista del gene egoista è stata aspramente attaccata per paura che avalli la filosofia di Gordon Gekko in Wall Street: bene è arraffare il più possibile, è questo che funziona. Poi ci sono quelli che credono ai geni egoisti ma ci esortano a guardare in faccia l'amara verità: in fondo in fondo, Madre Teresa è un'autentica egoista.

A mio parere la scienza moralistica è un male per la morale e un male per la scienza. Certo, coprire di cemento il parco nazionale di Yosemite è poco saggio, Gordon Gekko è cattivo e Madre Teresa è buona indipendentemente da quanto dicono gli ultimi numeri delle

riviste di biologia. Ma suppongo che sia umano provare un certo brivido a scoprire che cosa ci ha resi ciò che siamo. Vorrei offrire perciò un modo più ottimistico di pensare al gene egoista.

Il corpo è l'ultima barriera all'empatia. Il vostro mal di denti non mi fa male come fa male a voi. I geni, però, non sono imprigionati in corpi: lo stesso gene vive nei corpi di molti membri della famiglia nello stesso tempo. Le copie sparse di un gene si chiamano l'un l'altra dotando il corpo di emozioni. Amore, compassione ed empatia sono fibre invisibili che collegano geni di corpi diversi. Sono il punto più vicino cui mai arriveremo nel

sentire il mal di denti di un altro. Quando una madre vorrebbe poter prendere il posto di suo figlio sotto i ferri, in ospedale, non sono la specie, il gruppo o il suo corpo a volere che senta quell'emozione così altruistica; sono i suoi geni egoisti.

Gli animali non sono amabili solo con i loro consanguinei. Il biologo Robert Trivers ha sviluppato un'idea di George Williams su come potrebbe evolversi un altro tipo di altruismo (dove per altruismo, ancora una volta, s'intende un comportamento che va a beneficio di un altro organismo con un costo per chi lo mette in atto). Dawkins lo spiega con un esempio ipotetico. Immaginiamo che gli

uccelli di una certa specie siano attaccati da zecche portatrici di malattie e debbano passare un sacco di tempo a toglierselo di dosso con il becco. Possono arrivare dappertutto, tranne che in cima alla testa. Per ogni uccello sarebbe un beneficio che qualche altro uccello gli grattasse la testa. Se tutti gli uccelli di un gruppo reagissero alla vista di una testa inclinata verso di loro grattandola, il gruppo prospererebbe. Ma che cosa accadrebbe se un mutante presentasse la sua testa da grattare senza mai grattare quella di un altro? Questi scroconi sarebbero liberi dai parassiti e potrebbero usare il tempo risparmiato non grattando gli altri per andare alla ricerca di cibo. Con un simile vantaggio

finirebbero per dominare il gruppo, anche se ciò renderebbe il gruppo più suscettibile di estinguersi. «Si può immaginare un patetico finale in cui tutti gli uccelli in scena si presentano l'un l'altro teste che nessuno gratterà» conclude lo psicologo Roger Brown. Ma poniamo il caso che salti fuori un diverso mutante, pieno di rancore. Questo mutante gratta estranei, gratta uccelli che in passato hanno grattato lui, ma si rifiuta di grattare quelli che si sono rifiutati di grattarlo. Basta che qualcuno di loro prenda un po' piede, ed è facile che i rancorosi prosperino, perché si grattano l'un l'altro e non pagano il costo di grattare gli scrocconi. E, una volta impostisi, né i grattatori

indiscriminati né gli scroccoli possono scacciarli, anche se in qualche caso gli scroccoli, da minoranza, possono tendere loro delle imboscate.

L'esempio è ipotetico, e serve a illustrare come potrebbe evolversi un altruismo fra non consanguinei, che Trivers chiama altruismo reciproco. È facile confondere l'esperimento di pensiero con un'osservazione reale. «Quando», racconta Brown, «ho usato l'esempio nell'insegnamento, a volte mi è tornato indietro agli esami come se riguardasse uccelli reali, spesso “i piccioni di Skinner”, talora il gabbiano comune, una volta il pettirosso». L'altruismo reciproco è effettivamente praticato da alcune specie, non da molte

però, perché si evolve solo in speciali condizioni. Un animale dev'essere in grado di garantire un grande beneficio a un altro a un costo limitato per sé, e i ruoli devono ruotare in continuazione. Gli animali devono dedicare parte del loro cervello a riconoscersi a vicenda come individui (vedi il [capitolo II](#)) e, se la restituzione del favore si fa aspettare a lungo, a ricordare chi li ha aiutati e chi si è rifiutato di farlo, e a decidere come concedere e negare di conseguenza i propri favori<sup>44</sup>.

Gli esseri umani sono, si sa, una specie intelligente, e la frequenza con la quale fanno del bene a individui che non sono loro consanguinei è nel campo zoologico inusuale (vedi il [capitolo III](#)).



Il nostro modo di vivere e la nostra mente sono particolarmente adattati alle richieste dell'altruismo reciproco. Abbiamo cibo, utensili, aiuto e informazione da commerciare. Grazie al linguaggio, l'informazione è un bene commerciale ideale: il suo costo per chi lo offre, pochi secondi di fiato, è minimo a confronto del beneficio che ne trae chi lo riceve. Inoltre, gli esseri umani hanno l'ossessione degli individui. Si ricordino i gemelli Blick del secondo capitolo: uno di loro morde un agente di polizia, ma nessuno può essere punito perché ognuno dei due beneficia del ragionevole dubbio che a compiere il misfatto possa essere stato non lui, ma l'altro. Infine, la mente

umana è dotata di demoni addetti alla fissazione di obiettivi che regolano la distribuzione dei favori; come nel caso dell'altruismo verso i consanguinei, l'altruismo reciproco è il nome in codice behavioristico di una serie di pensieri ed emozioni. Trivers e il biologo Richard Alexander hanno mostrato come le richieste dell'altruismo reciproco siano con ogni probabilità la fonte di molte emozioni umane. Collettivamente, esse costituiscono gran parte del senso morale.

L'equipaggiamento minimo è un rilevatore di imbrogliatori e una strategia pan per focaccia che impedisca a uno sfacciato imbrogliatore di ricevere

ulteriore aiuto. È uno sfacciato imbroglione chi rifiuta del tutto di ricambiare o chi dà in cambio così poco che l'altruista riceve indietro meno del costo del favore iniziale. Ricordiamo, dal [capitolo V](#), come Cosmides abbia mostrato che la gente ragiona eccezionalmente bene riguardo agli imbroglioni. La vera e propria macchinazione, però, ha inizio con l'osservazione di Trivers che c'è una maniera più sottile di imbrogliare. Un imbroglione sottile dà in cambio abbastanza da far sì che all'altruista sia valsa la pena aiutarlo, ma meno di quanto sarebbe in grado di dare, o meno di quanto l'altruista darebbe se le parti si invertissero. Questo mette l'altruista

in una posizione imbarazzante. In un certo senso egli viene derubato. Ma se insiste sull'equità, l'imbroglione sottile potrebbe rompere del tutto i rapporti. E siccome è meglio poco che niente, l'altruista è in trappola. Una carta in mano, però, gli rimane. Se nel gruppo vi sono altri partner commerciali non imbroglioni, o imbroglioni sottili ma meno tirchi, può combinare l'affare con loro.

Il gioco s'è fatto più complicato. Quando l'altruista non si accorge di essere imbrogliato o, se se ne accorge, non smette di fare l'altruista, la selezione favorisce l'imbroglione. Il che porta a migliori rilevatori di imbroglioni, il che porta a imbrogli più

sottili, il che porta a rilevatori di imbrogli più sottili, il che porta a tattiche per farla franca con imbrogli sottili senza essere scoperti da rilevatori di imbrogli sottili e così via. Ogni rilevatore deve innescare un demone addetto all'emozione che fissi l'opportuno obiettivo: continuare a ricambiare, interrompere il rapporto e via dicendo<sup>45</sup>.

È così che Trivers ha fatto ingegneria inversa sulle emozioni moralistiche quali strategie nel gioco della reciprocità. (Le sue ipotesi su cause e conseguenze di ogni emozione trovano validi supporti nella letteratura prodotta nell'ambito della psicologia sociale sperimentale e in studi su altre culture<sup>46</sup>,

ma non sarebbe neanche necessario: vi verrà indubbiamente in mente un'infinità di esempi tratti dalla vita reale).

La *simpatia* è l'emozione che avvia e mantiene in piedi un sodalizio altruistico. È, grosso modo, la disponibilità a fare a qualcuno un favore, ed è diretta a coloro che sembrano disponibili a farci a loro volta un favore. Ci piacciono le persone che sono amabili con noi, e siamo amabili con le persone che ci piacciono.

L'*ira* protegge la persona la cui amabilità l'ha resa vulnerabile all'imbroglio. Quando lo sfruttamento è scoperto, la persona classifica l'atto offensivo come ingiusto e prova indignazione e il desiderio di reagire

con un'aggressione moralistica: punire l'imbroglione rompendo il rapporto e a volte nuocendogli. Molti psicologi hanno osservato che l'ira ha sottintesi morali; quasi sempre è caratterizzata da senso della giustizia. Chi la prova sente di avere ricevuto un torto e di dover riparare a un'ingiustizia.

La *gratitudine* commisura il desiderio di ricambiare ai costi e benefici dell'atto originario. Siamo grati a una persona quando il favore che ci fa ci aiuta molto e le costa molto.

La *solidarietà*, il desiderio di aiutare chi si trova nel bisogno, può essere un'emozione per guadagnarsi gratitudine. Se siamo tanto più grati quanto più abbiamo bisogno di un certo

favore, chi si trova nel bisogno costituisce un'occasione perché un atto altruistico abbia il massimo rendimento.

Il *senso di colpa* può tormentare l'imbrogliatore che corre il rischio di essere scoperto. H.L. Mencken ha definito la coscienza «la voce interiore che ci ammonisce che qualcuno potrebbe stare a guardare». Se la vittima reagisce negando per il futuro ogni aiuto, l'imbrogliatore l'avrà pagata cara. Egli ha interesse a evitare la rottura rimediando al malfatto ed evitando il suo ripetersi. Ci si sente colpevoli di trasgressioni avvenute in privato perché esse potrebbero diventare pubbliche; e confessare un peccato prima che venga scoperto dà prova di sincerità e offre



alla vittima una buona ragione per non rompere il rapporto. La *vergogna*, la reazione a una trasgressione dopo che è stata scoperta, porta, indubbiamente per lo stesso motivo, a una pubblica esibizione di contrizione.

«Cerco di essere cinica, ma perseverare è difficile» ha detto Lily Tomlin. Trivers osserva che, una volta che queste emozioni si sono evolute, si è prodotto un incentivo a simularle per trarre vantaggio dalle reazioni altrui a quelle autentiche. Fingendo generosità e amicizia si può ottenere in cambio vero altruismo. Fingendo un'ira morale quando in realtà non c'è stato alcun imbroglio si può indurre a un risarcimento. Fingendo di sentirsi in

colpa si può convincere colui cui si è fatto un torto di essersi ravveduti, anche se si è pronti a ricominciare a imbrogliare. Fingendo di trovarsi in terribili guai si può suscitare una genuina solidarietà. Fingendo una solidarietà che dà l'impressione di un aiuto si può ispirare una vera gratitudine. Fingendo gratitudine si può dare all'altruista l'illusione che il favore sarà ricambiato. Trivers osserva che non occorre affatto che simili ipocrisie siano coscienti; anzi, come vedremo, sono più efficaci quando non lo sono.

La battaglia successiva di questa guerra evolutivista consiste quindi, è chiaro, nello sviluppare la capacità di

discriminare fra emozioni autentiche e simulate. È l'evoluzione della fiducia e della sfiducia. Quando vediamo qualcuno fare mostra di generosità, senso di colpa, solidarietà e gratitudine invece che mostrare i segni dell'emozione vera, perdiamo il desiderio di cooperare. Se un imbroglione, per esempio, fa ammenda per calcolo invece che per un credibile senso di colpa, potrebbe tornare a imbrogliare quando le circostanze gli consentissero di farla franca. La ricerca dei segni di ciò che merita fiducia fanno di noi dei lettori della mente, attenti a ogni lapsus o incoerenza che tradiscano un'emozione simulata. E siccome l'ipocrisia è più facile da smascherare

quando si mettono a confronto osservazioni diverse, la ricerca di ciò che merita fiducia ci rende avidi di pettegolezzi. A sua volta, la nostra reputazione diviene il bene più prezioso che abbiamo, e siamo spinti a proteggerla (e accrescerla) con grandi esibizioni di generosità, solidarietà e integrità, oltreché ad adombrarci quando viene messa in dubbio.

Riuscite a perseverare? La capacità di stare in guardia contro le emozioni simulate può essere a sua volta usata come un'arma contro le emozioni autentiche. Si può proteggere il proprio imbroglio imputando a qualcun altro false motivazioni, dicendo che in realtà non ha subito un torto, non è amichevole,

grato, non si sente in colpa e così via, mentre è vero il contrario. Non stupisce che Trivers sia stato il primo ad avanzare l'ipotesi che l'espansione del cervello umano sia stata dovuta a una corsa agli armamenti cognitiva, alimentata dalle emozioni richieste per regolare l'altruismo reciproco.

Come la selezione di parentela, l'altruismo reciproco è stato condannato con l'accusa di dipingere a tinte fosche, e addirittura trovandovi delle giustificazioni, le motivazioni umane. La solidarietà non è altro che un modo a buon mercato di procacciarsi gratitudine? L'amabilità è solo una tattica per fare affari? Niente affatto.

Andiamo avanti e pensiamo pure il peggio delle emozioni simulate. Ma la ragione per cui quelle autentiche vengono provate non è l'aspettativa che portino qualcosa di buono a chi le prova, bensì che hanno effettivamente portato qualcosa di buono agli antenati di chi le prova. E non è soltanto che non si devono far ricadere le iniquità dei padri sui figli; è possibile, tanto per cominciare, che i padri non siano mai stati iniqui. È possibile che i primi mutanti che provarono solidarietà e gratitudine prosperassero non per calcolo, ma perché quei sentimenti facevano sì che valesse la pena per i vicini cooperare con loro. È possibile che le emozioni in sé fossero, a ogni

generazione, buone e sincere; anzi, una volta evolutisi i rilevatori di emozioni simulate, sarebbero state più efficaci essendo buone e sincere. Certo, i geni sono metaforicamente egoisti nel dotare la gente di emozioni benefiche, ma a chi importa la moralità dell'acido desossiribonucleico?

Molti sono ancora riluttanti a pensare che le emozioni morali siano state designate dalla selezione naturale a secondare gli interessi a lungo termine degli individui e in ultima istanza dei loro geni. Non sarebbe meglio per tutti se fossimo stati fatti per godere di ciò che è meglio per il gruppo? Le industrie non inquinerebbero, i sindacati dei servizi pubblici non proclamerebbero

scioperi, i cittadini riciclerebbero le bottiglie e andrebbero in autobus, e gli adolescenti la smetterebbero di turbare la tranquillità dei pomeriggi domenicali con i loro motorini.

Ancora una volta, penso sia poco saggio fare confusione fra come la mente funziona e come sarebbe bello che funzionasse. Ma qualche conforto può forse venire da un modo diverso di vedere le cose. Forse dovremmo essere contenti che le emozioni non siano state indirizzate al bene del gruppo. Spesso il modo migliore di portare beneficio al proprio gruppo consiste nel mettere al bando, sottomettere o annientare il gruppo vicino<sup>47</sup>. Le formiche di un formicaio sono strettamente imparentate



fra loro, e ognuna è un modello di altruismo. Per questo le formiche sono tra i pochi animali che fanno la guerra e prendano schiavi. Quando dei capi umani hanno manipolato la gente o l'hanno costretta a soffocare i suoi interessi in quelli del gruppo, ne sono risultate le peggiori atrocità della Storia. In *Amore e guerra*, di Woody Allen, il pacifista è richiamato al dovere di difendere lo zar e la Madre Russia facendo appello alla dubbia motivazione che sotto i francesi sarebbe costretto a mangiare croissant e cibi raffinati conditi con salse pesanti. Il desiderio della gente di una vita confortevole per sé, la propria famiglia e i propri amici può avere frenato le ambizioni di più di

un imperatore.

## *La macchina della fine del mondo*

È il 1962 e siete il presidente degli Stati Uniti. Avete appena saputo che l'Unione Sovietica ha lanciato una bomba atomica su New York. Sapete che non attaccheranno di nuovo. Davanti a voi avete la linea diretta con il Pentagono, il proverbiale bottone, con il quale potete ripagare i russi con la stessa moneta, bombardando Mosca.

State per premere il bottone. La politica della nazione è di rispondere a un attacco nucleare con un attacco nucleare. E serve a scoraggiare gli aggressori: se non vi comportate di

conseguenza, il deterrente sarà stato un bluff.

D'altro canto, pensate, il danno è fatto. Uccidere milioni di russi non riporterà in vita milioni di americani. La bomba aumenterà il tasso di radioattività nell'atmosfera, danneggiando i vostri stessi cittadini. E passerete alla storia come uno dei peggiori assassini di massa di tutti i tempi. Una rappresaglia ora sarebbe una vera e propria ripicca.

È proprio questo genere di pensieri, però, che ha dato ai sovietici il coraggio di attaccare. Essi sapevano che, una volta sganciata la bomba, non avreste avuto niente da guadagnare e molto da perdere da una rappresaglia. Hanno pensato di venire a vedere il bluff.

Quindi fareste meglio a contrattaccare: dimostrereste loro che non si trattava di un bluff.

Ma, e ci risiamo, a che prò dimostrare ora che non stavate bluffando allora? Il presente non ha influenza sul passato. Resta il fatto che, a premere il bottone, spegnerete senza ragione milioni di vite.

Un momento, però: i sovietici sapevano che voi avreste pensato che sarebbe stato insensato dimostrare che non stavate bluffando dopo che loro avessero deciso di venire a vedere il bluff. È per questo che hanno deciso di venire a vedere il bluff. A portare alla catastrofe è il semplice fatto di pensare così; quindi non dovete pensare così.

Ma non pensare così ora è troppo

tardi...

A questo punto maledite la vostra libertà. Il guaio è che potete scegliere se ordinare una rappresaglia, e siccome una rappresaglia non è nei vostri interessi, potete decidere di non ordinarla, proprio come hanno previsto i sovietici. Se solo non aveste la possibilità di scegliere! Se solo i vostri missili fossero collegati a un affidabile rilevatore di bombe atomiche e partissero automaticamente. I sovietici non avrebbero osato attaccare: avrebbero saputo che la rappresaglia era assicurata.

Questa catena ragionativa è stata portata alle sue logiche conclusioni nel romanzo e film *Il dottor Stranamore*. Un

ufficiale americano psicopatico ha ordinato a un bombardiere nucleare di attaccare l'Unione Sovietica. Il bombardiere non può più essere richiamato. Il presidente e i suoi consiglieri s'incontrano nella «stanza della guerra» con l'ambasciatore sovietico per convincerlo, e convincere per telefono il leader sovietico, che l'imminente attacco è un incidente e non devono ordinare una rappresaglia. Scoprono che è troppo tardi. I sovietici hanno installato la Macchina della fine del mondo: una rete di bombe nucleari sotterranee che esplodono automaticamente se il Paese viene attaccato o se qualcuno cerca di disinnescarle. Il fall out radioattivo

distruggerà ogni forma di vita umana e animale sulla Terra. Essi hanno installato la macchina perché costava meno di missili di precisione e bombardieri, e perché temevano che gli Stati Uniti potessero costruirne una e volevano prevenire un gap Fine del mondo. Il presidente Muffley (interpretato da Peter Sellers) si consulta con il maggiore stratega nucleare del Paese, il brillante dottor Stranamore (interpretato da Peter Sellers):

«Ma», disse Muffley, «è veramente possibile che esploda automaticamente e che nello stesso tempo sia impossibile disinnescarla?».

...Il dottor Stranamore disse con

prontezza:

«Precisamente. Signor presidente, non soltanto è possibile, ma è anche essenziale. È il concetto ispiratore di questa macchina. Creare un deterrente significa produrre nella mente del nemico la paura di attaccare. E così, a causa del processo automatico e irrevocabile che esclude ogni interferenza umana, la Macchina della fine del mondo è terrificante, semplice da comprendere e completamente credibile e convincente».

«Ma questo è fantastico, dottor Stranamore» disse il presidente Muffley. «Come è possibile che esploda automaticamente?».

«Signore», disse Stranamore, «è straordinariamente semplice. Quando lei si limita a volere seppellire le bombe, non c'è limite alla grandezza... Dopo che sono state sepolte, vengono collegate a un



gigantesco complesso di calcolatori. Una serie di circostanze, specifica e nettamente definita, verificandosi la quale le bombe devono esplodere, viene programmata nei banchimemoria...».

Stranamore si voltò per guardare in faccia De Sadeski [l'ambasciatore sovietico].

«C'è solo una cosa che non capisco, signor ambasciatore. Il vero valore della Macchina della fine del mondo è inutile se la tenete segreta. Perché non l'avete annunciato al mondo?».

De Sadeski distolse lo sguardo. Disse, con voce tranquilla ma chiarissima: «Doveva essere annunciato al congresso del partito, lunedì. Come sapete, il premier ama le sorprese»<sup>48</sup>.

Il dottor Stranamore, con la sedia a rotelle cui è inchiodato, l'accento

tedesco, i guanti di cuoio e lo sconcertante tic del saluto nazista, è uno dei personaggi più inquietanti del cinema di tutti i tempi, inteso a simboleggiare un genere di intellettuale che, fino a epoca recente, era in primo piano nell'immaginazione del pubblico: lo stratega nucleare, pagato per pensare l'impensabile<sup>49</sup>. Uomini del genere, tra cui Henry Kissinger (su cui Sellers basò il suo ritratto), Herman Kahn, John von Neumann e Edward Teller, passavano per dei selvaggi amorali allegramente dediti a riempire lavagne di equazioni su miliardi di morti e mutui annientamenti. A spaventare più di ogni altra cosa, in loro, erano forse le conclusioni paradossali cui giungevano: per esempio

che la sicurezza, nell'era nucleare, nasce dall'espone le proprie città e proteggere i propri missili.

Ma gli inquietanti paradossi della strategia nucleare si applicano a ogni conflitto tra fazioni i cui interessi sono parzialmente in competizione e parzialmente in comune. Il buon senso dice che la vittoria va alla fazione più intelligente, i cui interessi in gioco sono maggiori, che ha la maggiore freddezza, le maggiori possibilità di scelta, la maggior forza e buone linee di comunicazione. Il buon senso sbaglia. Ognuno di questi pregi può trasformarsi in un difetto nei conflitti basati sulla strategia (in opposizione a quelli basati su fortuna, abilità o forza), in cui il

comportamento viene calcolato prevedendo come risponderà l'avversario. Thomas Schelling ha mostrato come i paradossi siano onnipresenti nella vita sociale. Vedremo che essi permettono di penetrare a fondo le emozioni, specie le tenaci passioni che convinsero i romantici che emozione e ragione sono degli opposti. Ma, prima, mettiamo da parte le emozioni e limitiamoci a esaminare la logica dei conflitti di strategia.

Prendiamo il mercanteggiare. Quando due persone trattano sul prezzo di un appartamento o di un'automobile, l'affare si conclude nel momento in cui uno dei due fa la concessione finale. Perché la fa? Perché è sicuro che non la

farà l'altro. La ragione per cui quest'altro non la farà è che pensa che la farà il primo. E pensa che la farà il primo perché pensa che egli pensi che lui pensi che la farà. E così via. C'è sempre una gamma di prezzi che sia compratore sia venditore sono disposti ad accettare. Anche se un determinato prezzo all'interno di questa gamma non è il miglior prezzo per uno dei due, è preferibile al mandare a monte l'affare. Se l'alternativa è di non giungere a nessun accordo, ognuno dei due corre quindi il rischio, quando l'altro si rende conto che all'interlocutore non rimane scelta, di trovarsi costretto ad accondiscendere al peggior prezzo accettabile. Ma se entrambi possono

farsi un'idea di quella gamma, qualunque prezzo all'interno di essa è un punto dal quale almeno uno dei due sarebbe disposto a fare marcia indietro, e l'altro lo sa.

Il trucco per uscirne bene, osserva Schelling, è «un volontario ma irreversibile sacrificio della libertà di scelta». Come convincere uno che non pagherete più di 16.000 dollari una macchina che per voi ne vale 20.000? Potreste scommettere pubblicamente 5000 dollari con un terzo che non la pagherete più di 16.000 dollari. Se questo prezzo assicura al venditore un profitto, non ha altra scelta che accettare. Cercare di convincerlo sarebbe sciocco; giungere a un

compromesso è contro i vostri interessi. Legandovi le mani, aumentate la vostra forza contrattuale. L'esempio è di fantasia, ma quelli reali abbondano. Il venditore assume un commesso non autorizzato a vendere al di sotto di un certo prezzo anche se egli afferma di essere disposto a farlo. Se la banca valuta che il prezzo di un appartamento è troppo alto, rifiuta l'ipoteca all'aspirante acquirente, il quale si fa forza di questa condizione, riguardo alla quale è impotente, per strappare al venditore un prezzo migliore.

Uno svantaggio, nei conflitti di strategia, può essere non solo il potere, ma anche la comunicazione. Se stai discutendo con un amico, da un telefono

pubblico, su dove incontrarvi per cena, puoi dirgli semplicemente che sarai da Ming's alle sei e mezzo e riagganciare. Se vuole cenare con te, dovrà venire.

Le tattiche paradossali hanno un ruolo anche nella logica delle promesse. Una promessa può garantire un favore solo quando chi la riceve ha buone ragioni per credere che verrà mantenuta. Chi la fa si trova quindi in una posizione migliore se chi la riceve sa che egli è legato dalla sua promessa. La legge concede alle imprese il diritto di citare in giudizio e di essere citate in giudizio. Il diritto di essere citate in giudizio? Che tipo di «diritto» può mai essere? È un diritto che conferisce il potere di fare una promessa: di stipulare contratti,



prendere a prestito denaro e mettersi in affari con qualcuno che potrebbe, alla fine, venirne danneggiato. Allo stesso modo, la legge che autorizza le banche a riscattare un'ipoteca fa sì che valga la pena per le banche concederla, e quindi, paradossalmente, beneficia il debitore. In alcune società, osserva Schelling, gli eunuchi ottengono i lavori migliori grazie a ciò che non possono fare. Come può un ostaggio convincere il rapitore a non ammazzarlo per impedirgli di identificarlo in tribunale? Una possibilità è quella di accecarsi con le proprie mani. Una migliore è di confessare un segreto infamante che il rapitore possa utilizzare come arma di ricatto. Se non ha segreti infamanti da

confessare, può fabbricarne uno facendosi fotografare dal rapitore nell'atto di compiere qualcosa di assolutamente degradante.

Le minacce, e le difese contro le minacce, sono l'arena in cui il dottor Stranamore si trova a casa sua. Ci sono minacce ovvie, che chi fa ha interesse a mantenere, come quando, per esempio, si minaccia un ladro penetrato in casa di chiamare la polizia. Il divertimento inizia quando mantenere la minaccia costa caro a chi l'ha fatta, per cui il suo valore è solo deterrente. Anche qui, a costare cara è la libertà: la minaccia è credibile solo quando chi la fa non ha altra scelta che darle seguito e chi la riceve lo sa. Altrimenti, il minacciato

può minacciare il minacciatore rifiutando di tener conto della minaccia. Ne è un palese esempio la Macchina della fine del mondo, anche se in questo caso la segretezza ne ha fatto fallire lo scopo. Un dirottatore che minaccia di far saltare un aereo se qualcuno cerca di disarmarlo avrà più possibilità di vedere Cuba se porta addosso delle bombe suscettibili di esplodere al minimo urto. Un buon modo per vincere quella gara da «gioventù bruciata» in cui due macchine si dirigono l'una contro l'altra a grande velocità e il primo guidatore a sterzare perde la faccia, è di staccare davanti a tutti il volante della propria auto e buttarlo via.

Con le minacce, come con le

promesse, la comunicazione può essere uno svantaggio. Il rapitore, dopo la richiesta del riscatto, rompe le comunicazioni, così non può venire persuaso a liberare l'ostaggio per un riscatto minore o per la garanzia di una fuga sicura. Uno svantaggio è anche la razionalità. Schelling osserva che «se un uomo bussava alla porta sul retro e vi dice che, se non gli date dieci dollari, si darà una pugnalata, ha più probabilità di ottenere i dieci dollari se ha gli occhi iniettati di sangue». Terroristi, rapitori, dirottatori e dittatori di piccoli Paesi hanno interesse ad apparire mentalmente squilibrati. E anche la mancanza di interesse personale è un vantaggio. Fermare un terrorista suicida è quasi

impossibile.

Per difendersi contro le minacce bisogna rendere impossibile a chi minaccia fare un'offerta che non si può rifiutare. Anche qui, libertà, informazione e razionalità sono degli handicap. «L'autista non è a conoscenza della combinazione della cassaforte» si legge sui furgoni portavalori. Un uomo che teme che sua figlia possa venire rapita può dar via la propria fortuna, lasciare la città e nascondersi, esercitare pressioni perché venga varata una legge che definisca reato pagare un riscatto, o amputarsi la mano con cui firma gli assegni. Un esercito invasore può far saltare i ponti dietro di sé e rendersi la ritirata impossibile. Un rettore di

università può dire ai dimostranti di non avere alcuna influenza sulla polizia, ed effettivamente non volerne avere. L'uomo del racket non può vendere la sua protezione se il cliente fa in modo di non essere a casa quando arriva.

Poiché una minaccia costosa funziona in entrambi i sensi, può portare a una paralisi in serie. I dimostranti cercano di fermare la costruzione di una centrale nucleare stendendosi sui binari della ferrovia che vi conduce. Il conducente del treno, da persona ragionevole, non ha altra scelta che fermarlo. La compagnia ferroviaria contrattacca dicendogli di ridurre al massimo la velocità e poi saltar giù dal convoglio e camminargli accanto. I dimostranti

devono scappare. La volta successiva si ammanettano ai binari; il conducente non ha il coraggio di saltar giù dal treno. I dimostranti, però, devono essere certi che li veda in tempo utile per frenare. Per il treno successivo la compagnia fa venire un conducente miope<sup>50</sup>.

In questi esempi, attinti in gran parte da Schelling, la forza paradossale è frutto di un vincolo fisico come le manette o istituzionale come la polizia. Ma la stessa funzione possono svolgerla intense passioni. Se chi vuole comprare l'automobile annuncia pubblicamente che non la pagherà più di 16.000 dollari, e tutti sanno che non tollererebbe la vergogna di rimangiarsi la parola, tale

sentimento di vergogna sarà efficace quanto la scommessa fatta in pubblico e gli farà ottenere la macchina a quel prezzo. Se Madre Teresa si offrisse di vendervi la sua auto, non chiedereste una garanzia: pensereste che è per costituzione incapace di imbrogliare. La testa calda che può metaforicamente esplodere da un momento all'altro gode dello stesso vantaggio tattico del dirottatore che può esplodere davvero da un momento all'altro. Nel *Falcone maltese* Sam Spade (Humphrey Bogart) sfida gli scagnozzi di Kasper Gutman (Sidney Greenstreet) ad ammazzarlo, ben sapendo che essi hanno bisogno di lui per recuperare il falcone. Gutman risponde: «Questo è un atteggiamento,



signore, che richiede il più ponderato giudizio da entrambe le parti; come lei sa, infatti, nel fuoco dell'azione gli uomini facilmente dimenticano dove stiano i loro interessi, e si lasciano trascinare dalle emozioni». Nel *Padrino* Vito Corleone ammonisce i capi delle altre famiglie mafiose dicendo: «Sono un uomo superstizioso. E se a mio figlio dovesse accadere qualche sfortunato incidente, se venisse colpito da un fulmine, me la prenderei con qualcuno qui dentro».

*Il dottor Stranamore e Il padrino* vengono a convergere. La passione è una macchina della fine del mondo? Chi è divorato dall'orgoglio, dall'amore o dall'ira perde il controllo. Può essere

irrazionale. Può agire contro i propri interessi. Può essere sordo agli appelli. (L'uomo *amok* richiama alla mente una macchina della fine del mondo che scatta). Sarà follia, ma non manca di metodo. Simili sacrifici della volontà e della ragione sono efficaci tattiche negli infiniti mercanteggiamenti, promesse e minacce che costituiscono i nostri rapporti sociali<sup>51</sup>.

La teoria rovescia il modello romantico. Le passioni non sono vestigia di un passato animale, né molle della creatività, né nemiche dell'intelletto. L'intelletto è progettato per cedere il comando alle passioni affinché esse possano farsi garanti delle sue offerte, promesse e minacce contro il sospetto

che queste ultime siano specchietti per le allodole, doppi giochi e bluff. L'apparente paratia stagna fra passione e ragione non è parte ineluttabile dell'architettura del cervello; è stata programmata deliberatamente, perché solo se dominano, le passioni possono essere garanzie credibili.

La teoria della macchina della fine del mondo è stata proposta, indipendentemente l'uno dall'altro, da Schelling, Trivers, Daly e Wilson, e dagli economisti Jack Hirshleifer e Robert Frank. L'ira per senso di giustizia, e il desiderio di riparazione o vendetta che l'accompagna, è un credibile deterrente se è incontrollabile e indifferente ai costi che comporta per

chi la prova. Simili coazioni, per quanto utili sul lungo periodo, possono portare a una lotta più che sproporzionata rispetto alla posta in gioco. Nel 1982 l'Argentina annette la colonia britannica delle Falkland, isole desolate di quasi nessuna importanza economica o strategica. Decenni prima avrebbe potuto avere un senso, per la Gran Bretagna, difenderle: sarebbe stato un deterrente contro chiunque nutrisse delle mire sul resto del suo impero. Ma, a quel punto, non c'era più nessun impero. Frank fa notare che, con quello che spese per riconquistarle, la Gran Bretagna avrebbe potuto dare a ogni abitante delle Falkland un castello in Scozia e una pensione a vita. La maggior

parte degli inglesi, tuttavia, fu fiera di avere tenuto testa agli argentini. Lo stesso senso della giustizia ci fa intentare costose cause per piccole somme o chiedere il rimborso di un prodotto difettoso anche se la trafila burocratica ci costa di più in ore di lavoro perse di quanto quel prodotto valga.

Un'emozione particolarmente spaventosa è la sete di vendetta. In tutto il mondo vi sono parenti di vittime di assassini che sognano notte e giorno il momento, dolce e amaro nello stesso tempo, in cui potranno vendicare una morte con una morte e trovare infine la pace. Se quest'emozione ci colpisce come primitiva e spaventosa, è perché

abbiamo delegato lo Stato a regolare i conti per noi. Ma in molte società un'irresistibile sete di vendetta è l'unica protezione contro imboscate fatali. Nella determinazione con cui, per vendicarsi, si è disposti a pagarne i costi, possono esserci differenze fra persona e persona. Poiché tale determinazione è un'efficace deterrente solo se è pubblicizzata, essa si accompagna all'emozione tradizionalmente definita senso dell'onore: il desiderio di vendicare davanti a tutti anche prevaricazioni e offese di poco conto. Il sensibilissimo tasto dell'onore e della vendetta può intonarsi al grado di minaccia presente nell'ambiente. Onore e vendetta sono elevati a eccelse virtù in società al di là

del raggio d'azione della legge, come remote comunità di agricoltori e pastori, i pionieri del selvaggio West, le bande di strada, famiglie del crimine organizzato e interi Stati-nazione nei rapporti fra loro (nel qual caso l'emozione è detta «patriottismo»). Ma anche all'interno di una moderna società statale, dove non adempie a nessuno scopo, l'emozione della vendetta non può essere facilmente messa a tacere. La maggior parte delle teorie giuridiche, anche elaborate da filosofi mossi dai più nobili sentimenti, riconoscono che la vendetta è uno dei legittimi obiettivi della punizione del criminale, oltre a quelli di fungere da deterrente contro potenziali criminali, rendere il reo

incapace di nuocere, dissuaderlo dal ricadere nel crimine e riabilitarlo. Vittime infuriate di crimini, a lungo tenute a distanza dal sistema giuridico americano, hanno recentemente esercitato pressioni per avere voce in capitolo nei patteggiamenti e nelle sentenze<sup>52</sup>.

Come ci spiega Stranamore, il senso di una macchina della fine del mondo va del tutto perduto se la si tiene segreta. Tale principio può gettar luce su uno dei più antichi enigmi delle emozioni: perché le pubblicizziamo sul nostro volto.

Darwin non ha mai sostenuto che le espressioni facciali siano adattamenti dovuti alla selezione naturale. La sua



teoria al riguardo, in effetti, è da cima a fondo lamarckiana. Gli animali hanno bisogno di muovere il muso per ragioni pratiche: tirano fuori i denti per mordere, spalancano gli occhi per avere una veduta panoramica, tirano indietro le orecchie per proteggerle nella lotta. Tali misure si sarebbero poi trasformate in abitudini messe in atto anche soltanto in previsione di un evento, e si sarebbero trasmesse alla prole. Può sembrare strano che Darwin non sia darwiniano in uno dei suoi libri più famosi, ma non dimentichiamo che egli combatteva su due fronti. Doveva spiegare gli adattamenti per dare soddisfazione ai suoi colleghi biologi e, per combattere i creazionisti, i quali

sostenevano che la struttura funzionale era un segno dell'operato di Dio, metteva in rilievo la presenza negli esseri umani di elementi inutili o vestigia animali. Se è stato Dio a crearci dal nulla, chiedeva, perché ci ha dotato di elementi inutili per noi, ma simili a elementi utili agli animali<sup>53</sup>?

Molti psicologi ancora non capiscono perché dare pubblicità al proprio stato emotivo possa essere un beneficio. Il proverbiale odore della paura non rende baldanzosi i nemici? Uno psicologo ha cercato di riportare in vita una vecchia idea, quella secondo cui i muscoli facciali sono dei lacci emostatici che permettono l'afflusso di una maggiore quantità di sangue alle parti del cervello

che devono affrontare questa o quella sfida. Ma, oltre a essere idraulicamente improbabile, tale teoria non spiega perché siamo più espressivi alla presenza degli altri.

Se dunque le emozioni intense fanno da garanti delle minacce e delle promesse, la loro ragione d'essere è la pubblicità. Qui, tuttavia, sorge un problema. Ricordiamo che le emozioni autentiche creano una nicchia per le emozioni simulate. Perché lasciarsi andare all'ira quando si può simularla, renderla un deterrente per i nemici, e non pagare il prezzo, se si fallisce, di una pericolosa vendetta? Lasciamo agli altri il ruolo di macchine della fine del mondo, e potremo mietere i frutti del

terrore che essi seminano. Naturalmente, quando le espressioni facciali contraffatte iniziano a scacciare quelle vere, le persone studiano i reciproci bluff, e le espressioni facciali, vere e false, diventano prive di valore.

Esse sono utili solo se difficili da contraffare. E in effetti sono difficili da contraffare. Il largo sorriso con cui l'assistente di volo ci accoglie sull'aereo non ci fa credere che è felice di vederci, e questo perché un sorriso di circostanza è formato da una configurazione di muscoli diversa da quella che forma un autentico sorriso di piacere. Un sorriso di circostanza è messo in atto da circuiti della corteccia cerebrale sotto il controllo della

volontà; un sorriso di piacere da circuiti del sistema limbico e altri sistemi cerebrali, ed è involontario. Anche ira, paura e tristezza reclutano muscoli che non possono essere controllati volontariamente, e le espressioni autentiche che vi corrispondono sono difficili da contraffare, per quanto si possa avvicinarvisi. Gli attori si guadagnano da vivere simulando espressioni facciali, ma spesso non riescono a evitare un che di manierato. Alcuni grandi attori, come Laurence Olivier, sono atleti dalla coordinazione perfetta che hanno con fatica imparato a controllare ogni muscolo. Altri imparano il metodo che ha preso il nome dal grande attore e regista russo

Konstantin Stanislavskij: fanno in modo di provare un'emozione ricordando o immaginando un'esperienza intensa, e l'espressione che le corrisponde balza di riflesso sul volto<sup>54</sup>.

La spiegazione è tuttavia incompleta, e solleva un altro interrogativo: perché non abbiamo mai evoluto la capacità di controllare le nostre espressioni? Non si può rispondere semplicemente che mettere in circolazione espressioni contraffatte nuocerebbe a tutti. È vero, ma in un mondo di emotivi onesti il falsario prospererebbe, quindi i falsari scaccerebbero sempre gli onesti. Io non conosco la risposta, ma alcuni luoghi dove cercarla sono ovvi. Lo stesso problema se lo pongono gli zoologi:

com'è possibile che, in un mondo di aspiranti falsari, l'evoluzione abbia favorito segnali onesti quali versi, gesti e annunci di buona salute? Una risposta è che i segnali onesti possono evolversi se sono troppo costosi da contraffare. Solo un pavone in buona salute, per esempio, può permettersi una magnifica coda, per cui i pavoni in buona salute portano quel peso e quell'ingombro proprio come vistosa pubblicità solo a loro consentita. E quando i pavoni più prestanti si pubblicizzano, i meno prestanti non hanno altra scelta che fare lo stesso: se nascondessero del tutto il loro stato di salute le femmine presumerebbero il peggio, magari che sono in punto di morte<sup>55</sup>.

C'è qualcosa nelle espressioni emotive che renderebbe intrinsecamente costoso porle sotto il controllo della volontà? Ecco un'ipotesi. Nel progettare il resto dell'essere umano, la selezione naturale ha avuto buone ragioni ingegneristiche per isolare i sistemi volontari e cognitivi da quelli che controllano le funzioni di pulizia e fisico-vegetative come la regolazione del battito cardiaco, della respirazione, della circolazione del sangue, di sudorazione, lacrimazione e salivazione. Nulla di ciò che coscientemente crediamo ha a che vedere con la velocità con cui il nostro cuore deve battere, per cui non c'è ragione che essa sia sotto il nostro controllo. Anzi,



potrebbe essere pericolosissimo: ci si potrebbe distrarre e dimenticare di pompare, o si potrebbero mettere alla prova le proprie balzane idee su quale sia la frequenza migliore.

Ora, ammettiamo che la selezione abbia ammanettato ogni emozione a un circuito di controllo fisiologico, e che l'attività di questo circuito si renda visibile a un osservatore come un arrossire, impallidire, sudare, tremare, fremere, boccheggiare, lacrimare e nei riflessi facciali di cui parla Darwin. L'osservatore avrebbe buone ragioni per credere che l'emozione è autentica, visto che, a meno di non avere sotto il controllo della propria volontà il cuore e altri organi, falsificarla è impossibile.

Come i sovietici avrebbero voluto far vedere a tutti i fili della Macchina della fine del mondo per dimostrare che si sarebbe messa in moto in modo automatico e irreversibile, e che il loro parlarne non era un bluff, così noi potremmo avere interesse a far vedere a tutti che una certa emozione tiene il nostro corpo in ostaggio e che le parole d'ira che urliamo non sono un bluff. Si spiegherebbe, in questo caso, perché le emozioni sono così intimamente legate al corpo, fenomeno che ha lasciato sconcertati William James e un secolo di psicologia dopo di lui.

Mettere quelle manette può essere stato facile per la selezione naturale, perché le principali emozioni umane

sembrano essersi sviluppate a partire da precedenti evolucionistici (l'ira dalla lotta, la paura dalla fuga e così via), ognuno dei quali innescava una serie di reazioni fisiologiche involontarie. (E questo potrebbe essere il granello di verità che c'è nelle teorie romantica e del cervello trino: è possibile che le emozioni moderne sfruttino l'involontarietà di vecchi riflessi, anche se non l'hanno ereditata per forza d'inerzia). Una volta messe le manette agli emotivi onesti, tutti gli altri non avrebbero avuto altra scelta che metterle anche loro, come i pavoni poco prestanti costretti a tirar fuori la coda. Una faccia cronicamente impassibile farebbe pensare il peggio: che le emozioni che

una persona dichiara a parole e azioni sono un'impostura.

Questa teoria non è dimostrata, ma il fenomeno nessuno può negarlo. Le persone prestano attenzione alle emozioni simulate e accordano la massima fiducia ai segnali fisiologici involontari. Il che spiega qualcosa che, nell'era delle telecomunicazioni, può sembrare strano. Telefono, posta elettronica, fax, apparecchi per videoconferenze avrebbero dovuto rendere le riunioni d'affari faccia a faccia obsolete. Ma esse continuano a costituire una grossa spesa per le imprese e mantengono in piedi interi settori quali alberghi, compagnie aeree e agenzie di noleggio di automobili.

Perché insistiamo a fare affari faccia a faccia? Perché non ci fidiamo di nessuno finché non vediamo che cosa lo fa sudare<sup>56</sup>.

### *Pazzi d'amore*

Perché l'amore romantico ci strega, ci confonde, ci sconvolge? Potrebbe essere un'altra tattica paradossale come quella di ammanettarsi ai binari della ferrovia? Non è escluso. Offrirsi di passare la propria vita e crescere dei figli con qualcuno è la promessa più importante che si possa fare, e una promessa è più credibile quando chi la fa non può tirarsi indietro. Ecco come l'economista Robert Frank ha fatto ingegneria inversa

dell'amore folle<sup>57</sup>.

Gli scienziati sociali poco inclini al sentimentalismo e i single veterani concordano nel definire i rapporti con l'altro sesso un mercato. Come potenziali partner matrimoniali, non tutti hanno lo stesso valore. Quasi chiunque riconoscerà che l'uomo o la donna «giusti» devono essere di bell'aspetto, intelligenti, gentili, equilibrati, divertenti e ricchi. Per trovare la persona più desiderabile che ci accetti, si fa un giro per il mercato, e per questo la maggior parte dei matrimoni mette insieme una sposa e uno sposo di desiderabilità più o meno pari. Il mercato dei partner, tuttavia, è solo parte della psicologia delle storie

d'amore; spiega la statistica della scelta del partner, non la scelta finale<sup>58</sup>.

Da qualche parte, in questo mondo di sei miliardi di esseri umani, c'è la più bella, la più ricca, la più intelligente, la più divertente, la più gentile delle persone che vi accetterebbero. Ma è un ago in un pagliaio, e potreste morire single stando ad aspettare che salti fuori. E rimanere single ha dei costi: la solitudine, il non avere figli e il gioco dei corteggiamenti, con tutti i suoi goffi appuntamenti al bar e cene (e a volte prime colazioni). A un certo punto è conveniente mettere su casa con la persona migliore che si è trovata.

Un calcolo del genere, tuttavia, mette il partner a rischio. Le leggi della

probabilità dicono che un giorno incontrerete una persona più desiderabile, e se continuate a cercare il meglio che potete ottenere, quel giorno il vostro partner lo abbandonerete. Ma nel rapporto questa persona ha investito denaro, tempo, ha cresciuto figli, ha rinunciato a occasioni. Se fosse l'uomo o la donna più desiderabile del mondo non avrebbe di che preoccuparsi: non vi verrebbe mai voglia di andarsene. Se non lo è, invece, sarebbe stata più che imprudente ad avviare una relazione con voi.

Frank paragona il mercato del matrimonio al mercato degli affitti. I padroni di casa desiderano il migliore di tutti gli inquilini, ma si accontentano



del migliore che trovano, e gli aspiranti inquilini vogliono il migliore di tutti gli appartamenti, ma si accontentano del migliore che trovano. Ognuno nell'appartamento investe (il padrone di casa, magari, facendolo tinteggiare nel colore preferito dall'inquilino; e quest'ultimo arricchendolo di decorazioni che non potrà portarsi via), e quindi ognuno subirebbe un danno se, all'improvviso, l'altro revocasse l'accordo. Se l'inquilino potesse andarsene per un appartamento migliore, il padrone di casa subirebbe i costi di avere un appartamento sfitto e di cercare un nuovo inquilino; per coprire tali rischi, dovrebbe esigere un affitto alto, e non sarebbe granché disposto a

tinteggiare l'appartamento. Se il padrone di casa, a sua volta, potesse sfrattare l'inquilino per uno migliore, l'inquilino dovrebbe cercarsi una nuova casa e, esposto a un tale rischio, non sarebbe disposto a pagare un affitto alto e non si preoccuperebbe di tenere l'appartamento in ordine. Se ad affittare il migliore degli appartamenti fosse il migliore degli inquilini, tali rischi sarebbero puramente teorici: a nessuno dei due verrebbe voglia di revocare l'accordo. Ma, poiché entrambi giungono a un compromesso, si proteggono firmando un contratto che sarebbe costoso per entrambi rompere. Accettando di limitare la propria libertà di sfrattare l'inquilino, il padrone di

casa può chiedere un affitto più alto. Accettando di limitare la propria libertà di andarsene, l'inquilino può chiedere un affitto più basso. La mancanza di scelta opera a favore di entrambi.

Le leggi che regolano il matrimonio funzionano un po' come contratti d'affitto, ma, prima che esistessero, i nostri antenati dovettero pur trovare dei modi per impegnarsi. Come si può essere sicuri che un potenziale partner non se ne andrà non appena sarà razionale farlo, all'arrivo, per esempio, del meglio del meglio nella casa accanto? Una risposta è: tanto per cominciare, non accettate un partner che vi vuole per motivi razionali; cercatene uno che s'impegna a stare con voi

perché voi siete voi. Che cosa lo impegna? Lo impegna un'emozione. Un'emozione che non ha deciso di avere e quindi non può decidere di non avere. Un'emozione che non è stata innescata dal vostro oggettivo valore sul mercato dei partner, e quindi non può trasferirsi a qualcuno di valore superiore. Un'emozione che dà la garanzia di non essere una simulazione perché ha dei costi fisiologici quali la tachicardia, l'insonnia e l'anoressia. Un'emozione come l'amore romantico.

«Le persone che in amore sono assennate ne sono incapaci» scrisse Douglas Yates. Anche di fronte al pretendente perfetto, non si può decidere di innamorarsi, per quanto ciò possa

dispiacere al pretendente, a chi ha combinato l'incontro e allo stesso corteggiato o corteggiata. Basta uno sguardo invece, o un sorriso, o un certo modo di fare, a rubare il cuore. Ricordiamo dal [capitolo II](#) che la moglie di un gemello non è attratta dall'altro: noi ci innamoriamo dell'individuo, non delle qualità dell'individuo. Il lato positivo della faccenda è che quando Cupido scocca la sua freccia, chi ne viene colpito è tanto più credibile agli occhi dell'oggetto del suo desiderio. Sussurrare a quest'ultimo che il suo aspetto, la sua capacità di far soldi e il suo QI soddisfano i vostri standard minimi spezzerebbe, è probabile, l'atmosfera romantica, anche se fosse

statisticamente vero. Il modo per giungere al cuore di una persona è dichiarare l'opposto, che si è innamorati perché non si può evitarlo. Nonostante quello che vorrebbe l'Associazione genitori contro la musica degenerata, i musicisti rock, con i loro sorrisi beffardi, gli orecchini alle orecchie e al naso e dappertutto, le chitarre gettate per aria, non cantano in genere la droga, il sesso o Satana. Cantano l'amore. Cantano dell'uomo che corteggia una donna richiamando l'attenzione sull'irrazionalità, sull'incontrollabilità e sui costi fisiologici del suo desiderio: ti voglio che di più non potrei, mi fai impazzire; non mangio più, non dormo più; il cuore mi batte nel petto come

mille tamburi; sei l'unica; non so perché ti amo tanto; mi fai vedere le stelle; non posso smettere di amarti; per nessuna ho mai provato quel che provo per te; mi piace come cammini, mi piace come parli eccetera eccetera.

Naturalmente, si può benissimo immaginare una donna che, di fronte a dichiarazioni del genere, non cade subito ai piedi dell'uomo (o viceversa, è chiaro). Esse infatti fanno scattare un allarme: per fare acquisti sul mercato del corteggiamento ci vuole accortezza. Groucho Marx diceva che non avrebbe mai voluto far parte di un club che lo contasse fra i suoi membri. In genere non si vuole un pretendente che comincia troppo presto a volervi come più non

potrebbe, perché vuol dire che è alle corde (e allora conviene aspettarne uno migliore), e che s'infiama troppo facilmente (quindi potrebbe infiammarsi troppo facilmente per qualcun altro). La contraddizione del corteggiamento – esibire il proprio desiderio e, nello stesso tempo, fare i preziosi – viene dalle due componenti dell'amore romantico: quella per cui si stabilisce uno standard minimo per i candidati sul mercato dei partner, e quella per cui ci si dà arbitrariamente anima e corpo a uno di essi.

### *La società dei sentimenti*

La vita mentale sembra spesso una



sorta di parlamento interiore. Pensieri e sentimenti competono fra loro come partiti che perseguono ognuno una sua strategia per conquistare l'egemonia sul tutto, cioè su di noi. È possibile che i nostri partiti mentali ricorrano nei loro reciproci rapporti a tattiche paradossali come manette, macchine della fine del mondo e contratti inderogabili con terzi? L'analogia è imperfetta: la selezione naturale, infatti, fa sì che le persone entrino in competizione fra loro, non che entrino in competizione fra loro gli organi, e nemmeno i partiti mentali; gli interessi del tutto, dell'intera persona, sono preminenti. La persona nella sua interezza, però, ha tanti obiettivi, come il cibo, il sesso e la sicurezza, il che

richiede una divisione del lavoro fra partiti mentali che hanno priorità e competenze diverse. Essi sono vincolati da un patto che beneficia, sul lungo periodo della vita, l'intera persona, ma sul breve periodo possono battersi d'astuzia l'un l'altro ricorrendo a subdole tattiche.

L'autocontrollo è indubabilmente una battaglia tattica fra parti della mente. Schelling osserva che le tattiche che usiamo per controllarci sono interscambiabili con quelle cui facciamo ricorso per controllare gli altri. Come impedire che vostro figlio si gratti dormendo, se ha l'orticaria? Mettendogli dei guanti. Come impedire che voi stessi vi grattiate dormendo, se

avete l'orticaria? Mettendovi dei guanti. Se Ulisse non avesse costretto i suoi compagni a tapparsi le orecchie, se le sarebbero tappate loro. Il sé che vuole un corpo snello batte d'astuzia il sé che vuole il dolce approfittando del momento in cui è al potere per rifiutare la torta<sup>59</sup>.

Sembra, insomma, che usiamo tattiche paradossali contro noi stessi. Il partito in un certo momento al potere compie, a nome dell'intero corpo, un volontario ma irreversibile sacrificio della libertà di scelta, e sul lungo periodo l'ha vinta. È un raggio di speranza in questo deprimente discorso a base di geni egoisti e macchine della fine del mondo. La vita sociale non è sempre equivalente

a una guerra termonucleare globale: la parte di noi che vede più in là, nel momento in cui è al potere, può volontariamente sacrificare la libertà di scelta del corpo anche per altri momenti. Noi firmiamo contratti, ci sottomettiamo a leggi e leghiamo la nostra reputazione a dichiarazioni pubbliche di fedeltà ad amici e partner. Non si tratta di tattiche per sconfiggere qualcun altro, ma per sconfiggere le parti più oscure di noi stessi.

Un'altra ipotesi sulla battaglia che si combatte all'interno della testa è questa. Nessuno sa a che cosa serva soffrire, se mai serve a qualcosa. Perdere chi si ama, è chiaro, non fa piacere, ma perché dev'essere devastante? Perché quella

sofferenza che butta a terra, fa smettere di mangiare, di dormire, di opporre resistenza alle malattie, di avere ancora voglia di vivere? Jane Goodal racconta di un giovane scimpanzé, Flint, che, dopo la morte della sua amata madre, cadde in depressione e si lasciò morire come se avesse il cuore spezzato.

Alcuni hanno suggerito che la sofferenza è un interludio obbligato per poter rivalutare la situazione. La vita non sarà più la stessa, quindi bisogna darsi il tempo di programmare come affrontare un mondo che si è capovolto. Forse la sofferenza, inoltre, dà il tempo di vedere come a permettere la morte possa essere stato un proprio errore, e come si potrebbe essere più attenti in

futuro. Può esserci qualcosa di vero. Le persone in lutto sentono il dolore ridestarsi ogni volta che scoprono un'altra abitudine da disimparare, come mettere due piatti in tavola o comprare il pane per due. E dare la colpa a se stessi è un sintomo diffuso. Ma il dolore non rende più facile, bensì più difficile programmare, ed è troppo intenso e duraturo per essere utile come lezione di strategia.

«Ci vuole una mente corrotta dalla cultura per arrivare, nell'operazione di far sembrare strano ciò che è naturale, al punto di chiedersi il “perché” di ogni atto umano istintivo» scrisse William James. Benché legittima per uno scienziato, la domanda «perché

soffriamo?» è assurda per il senso comune. Se quando muore qualcuno non soffrissimo, potremmo dire di averlo davvero amato da vivo? Logicamente sì, ma psicologicamente sembra di no: il dolore è l'altra faccia dell'amore. E la risposta alla nostra domanda forse sta qui. Forse il dolore è una macchina della fine del mondo interna, inutile quando entra in azione, utile solo come deterrente. Quale genitore non ha passato notti insonni di fronte al terribile pensiero di perdere un figlio? O non cade in preda a spaventose fantasie se suo figlio tarda a tornare o si è perduto? Pensieri del genere sono potenti moniti a proteggere e prenderci cura di chi amiamo in mezzo alle miriadi di altre

richieste poste al nostro tempo e ai nostri pensieri. Come tutti i deterrenti, il dolore è efficace solo se certo e terribile<sup>60</sup>.

### *Autoinganni*

«La migliore politica è sempre dire la verità, a meno, è naturale, di non essere un bugiardo di bravura straordinaria» disse una volta lo scrittore Jerome K. Jerome. Essere bravi bugiardi è difficile, anche riguardo alle proprie intenzioni che nessun altro può conoscere. Le intenzioni sono frutto di emozioni, e le emozioni hanno evoluto dei modi di esibirsi sul volto e nel corpo. Come si è visto, a meno di non



essere un maestro nel metodo Stanislavskij, è difficile contraffarle; anzi, se si sono evolute probabilmente è perché era difficile contraffarle. Peggio ancora: mentire mette in ansia, e l'ansia ha i propri sintomi rivelatori. Su essi si basano le cosiddette macchine della verità, e gli esseri umani si sono evoluti anche quali macchine della verità. Poi c'è la seccatura che una cosa ne comporta logicamente un'altra, e siccome parte di quanto si afferma sarà vero, si corre sempre il rischio di tradire le proprie bugie. Come dice un proverbio yiddish, un bugiardo deve avere buona memoria.

Trivers, portando la propria teoria delle emozioni alla sua logica

conclusione, osserva che in un mondo di macchine della verità viventi la migliore strategia è credere alle proprie bugie. Le tue intenzioni nascoste, se non credi che siano le tue intenzioni, non trapeleranno. Secondo questa teoria dell'autoinganno, a volte la mente conscia nasconde la verità a se stessa per meglio nasconderla agli altri. Ma la verità è utile, quindi va registrata nella mente da qualche parte, isolata dalle parti che interagiscono con gli altri. È evidente, qui, la somiglianza con la teoria freudiana dell'inconscio e dei meccanismi di difesa dell'Io (quali rimozione, proiezione, negazione e razionalizzazione), anche se la spiegazione è del tutto diversa<sup>61</sup>. In

1984, George Orwell ha scritto: «Il segreto del dominio sta nell'unire la fede nella propria infallibilità con la capacità di imparare dagli errori passati».

Il neuroscienziato Michael Gazzaniga ha mostrato che il cervello elabora allegramente false spiegazioni delle sue motivazioni. Alcuni pazienti affetti da epilessia sono stati sottoposti all'intervento chirurgico detto di *split-brain*, consistente nel recidere le connessioni tra gli emisferi cerebrali. Il circuito del linguaggio è nell'emisfero sinistro, e la metà sinistra del campo visivo è registrata nell'emisfero destro isolato, cosicché la parte della persona *split-brain* capace di parlare è

inconsapevole della metà sinistra del suo mondo. L'emisfero destro è sempre attivo, però, e può eseguire semplici comandi presentati al campo visivo di sinistra, come «cammina» o «ridi». Quando al paziente (in realtà all'emisfero sinistro del paziente) si chiede perché si sia messo a camminare (cosa che ha fatto, sappiamo, in risposta al comando presentato all'emisfero destro), lui risponde candidamente: «Per prendere una Coca». E quando gli si chiede perché ride, dice: «Venite qui a farci dei test ogni mese. Che modo di guadagnarsi da vivere!»<sup>62</sup>.

Le storie che raccontiamo a noi stessi, e non è un caso, ci presentano nella luce migliore, come confermano centinaia di

esperimenti di psicologia sociale. L'umorista Garrison Keillor descrive l'immaginaria comunità di Lake Wobegon raccontando che lì «le donne sono forti, gli uomini belli, e tutti i bambini sopra la media». In realtà, la maggior parte delle persone pretende di essere sopra la media in qualunque capacità positiva di cui si parli: attitudine al comando, raffinatezza, abilità atletiche, capacità manageriale, persino bravura al volante. E razionalizza simili vanterie cercando un aspetto di quella capacità in cui è effettivamente possibile che sia brava. Chi va piano in macchina dice di essere sopra la media nella prudenza, chi va veloce nei riflessi<sup>63</sup>.

Più in generale, noi ci illudiamo sulla nostra benevolenza e sulla nostra efficacia, combinazione che gli psicologi sociali chiamano *benefectance*. Quando i soggetti si impegnano in giochi che lo sperimentatore ha truccato, attribuiscono i successi alla propria bravura e i fallimenti alla sorte. Quando, in una simulazione, sono erroneamente indotti a pensare di aver provocato delle scosse elettriche a un altro, screditano la vittima, implicando che meritava la punizione. Tutti hanno sentito parlare di «riduzione della dissonanza cognitiva», per la quale ci s'inventa una nuova opinione per risolvere una contraddizione nella propria mente. Una

persona, per esempio, ricorderà di essersi divertita a svolgere un compito noioso, se ha acconsentito per un compenso minimo a raccomandarlo ad altri. (Se invece è stata indotta a raccomandarlo per un compenso generoso, ricorda correttamente che era noioso). Nell'originaria concezione dello psicologo Leon Festinger, la dissonanza cognitiva è un sentimento instabile che nasce da un'incoerenza nelle proprie convinzioni. Ma non è così: fra la proposizione «il compito è noioso» e la proposizione «ho subito pressioni perché mentissi dicendo che il compito è divertente» non c'è contraddizione. Un altro psicologo sociale, Eliot Aronson, è giunto a questa

conclusione: si adulterano le proprie convinzioni solo per eliminare una contraddizione con la proposizione «sono bravo e ho il controllo della situazione». La dissonanza cognitiva è sempre innescata da prove palesi che non si è benevoli ed efficaci come si vorrebbe che gli altri pensassero. La spinta a ridurla è la spinta a far trionfare la storia inventata a proprio uso e consumo<sup>64</sup>.

A volte intravediamo i nostri autoinganni. Quand'è che una critica ci «brucia», ci ferisce sul vivo? Quando qualche parte di noi sa che corrisponde a verità. Se a saperlo fosse ogni parte di noi, non ci ferirebbe: sarebbe qualcosa di arcinoto. Se nessuna parte di noi lo



sapesse, ci passerebbe sopra la testa e la liquideremmo come falsa. Trivers racconta un'esperienza fin troppo familiare (perlomeno a me). Un suo scritto ricevette una recensione negativa che, sul momento, lo colpì come malevola e scorretta, piena di insinuazioni e calunnie. Rileggendola, anni dopo, si stupì constatando che il modo in cui era formulata era più benevolo, i dubbi che esprimeva più ragionevoli e la sua presa di posizione meno prevenuta di quanto ricordasse. Scoperte del genere sono state fatte da molti altri; sono quasi una definizione di «saggezza».

«Se ci fosse un verbo col significato di «credere erroneamente», esso non

potrebbe avere una sensata prima persona del presente indicativo».

LUDWING WITTGENSTEIN

«C'è un solo modo di scoprire se un uomo è onesto: chiederglielo; se risponde di sì, sapete che è disonesto».

MARK TWAIN

«Le opinioni che hanno di noi i nostri nemici si avvicinano alla verità più delle nostre».

FRANÇOIS LA ROCHEFOUCAULD

«Un gran potere il dono ci darebbe  
Di vedere noi stessi come altri farebbe!».

ROBERT BURNS

Non è possibile prendere in esame le emozioni senza vedere in esse la fonte di tante tragedie umane. Non credo che si

debba darne la colpa agli animali; è sufficientemente chiaro che la selezione naturale ha strutturato i nostri istinti per soddisfare i nostri bisogni. Né dobbiamo prendercela con i geni egoisti. Essi ci danno motivazioni egoistiche, ma è indubbio che ci danno anche la capacità di amare e il senso della giustizia. Ciò che dovremmo cercare di capire e temere sono gli astuti disegni delle emozioni stesse. Molte delle loro specifiche di progettazione non sono mirate alla contentezza e al comprendere: si pensi all'ingrata felicità, al canto delle sirene, alle emozioni simulate, alle macchine della fine del mondo, ai capricci dell'amore romantico, all'inutile punizione che è la

sofferenza. Il fenomeno più crudele, tuttavia, è forse l'autoinganno: esso ci fa sentire nel giusto quando siamo nel torto e ci spinge a lottare quando dovremmo arrenderci. Scrive Trivers:

Pensiamo a un litigio fra due persone molto legate, fra marito e moglie, per esempio. Entrambi credono che uno di loro sia altruista, che lo sia sempre stato, che le sue motivazioni siano relativamente disinteressate, che abbia subito gravi torti, mentre l'altro è caratterizzato da un egoismo di cui ha dato prova in centinaia di circostanze. Dissentono solo su chi è altruista e chi egoista. È degno di nota che il litigio può scoppiare, a quanto sembra, spontaneamente, senza preannuncio o quasi, e tuttavia, mentre è in svolgimento, due interi paesaggi di elaborazione dell'informazione sembrano essere lì già

organizzati, ad aspettare solo il lampo della collera per rendersi visibili<sup>65</sup>.

Nei fumetti e nei film i cattivi sono dei depravati che si fregano le mani e sghignazzano alle loro cattive azioni. Nella vita reale, i cattivi sono convinti di essere nel giusto. Molti biografi di uomini malvagi partono dal presupposto che i loro soggetti siano dei cinici opportunisti per poi scoprire con riluttanza che sono degli ideologi e dei moralisti. Se Hitler fosse stato un attore, ha concluso un biografo, sarebbe stato un attore che credeva nella sua parte<sup>66</sup>.

Tuttavia, grazie alla complessità della nostra mente, non siamo condannati a farci menare per il naso per sempre dai nostri stessi raggiri. La mente ha molte

parti, alcune progettate per la virtù, altre per la ragione, alcune abbastanza in gamba da superare in astuzia quelle che non lo sono né per l'una né per l'altra. Un sé può ingannare un altro sé, ma ogni tanto un terzo sé vede la verità.

## VII. I VALORI DELLA FAMIGLIA

Su, gente, sorridete ai vostri fratelli! Unitevi, cercate di amarvi gli uni gli altri, qui e ora. È l'alba dell'Era dell'Acquario: armonia e comprensione, comunanza di sentimenti e fiducia in abbondanza; non più falsità o derisione, ma sogni dorati a occhi aperti, mistiche visioni del futuro, e la vera liberazione della mente. Immaginate che non esista la proprietà, ci riuscite? Non ci sarà né avidità né fame, ma solo fratellanza tra gli uomini. Immaginate un mondo condiviso da tutti. Forse direte che sono

un sognatore, ma non sono l'unico. Spero che un giorno vi unirete a noi, e allora il mondo sarà una cosa sola.

Per quanto incredibile possa sembrare, molti di noi credevano a questa melassa. Una delle idee dominanti negli anni Sessanta e Settanta era che la diffidenza, la gelosia, la competitività, la cupidigia e la manipolazione fossero istituzioni sociali da emendare. Alcuni vi vedevano dei mali non necessari, come la schiavitù o la negazione del voto alle donne. Altri pensavano che si trattasse di grette tradizioni la cui inefficienza era passata inosservata, come con quel genio che aveva immaginato di far pagare sui ponti a pedaggio un dollaro alle macchine che



li percorrevano in un senso, piuttosto che cinquanta centesimi a quelle che li percorrevano nei due sensi.

Questi sentimenti non erano propri solo dei musicisti rock, ma anche di eminenti critici sociali statunitensi. In un libro del 1970, *La nuova America*, Charles Reich, docente di giurisprudenza a Yale, preannunciava una rivoluzione non violenta, guidata dalla generazione degli studenti universitari. La gioventù degli Stati Uniti, a suo dire, aveva sviluppato una nuova coscienza. Era meno segnata dalla colpa, meno ansiosa, non giudicava, non era competitiva né materialistica, ma amorevole e onesta, rifiutava le manipolazioni e l'aggressività, era

propensa alla condivisione, e status e carriera non la interessavano. La nuova coscienza, che spuntava come fiori dal selciato, si esprimeva nella sua musica, nelle comuni, nei viaggi in autostop, nelle droghe, nella contemplazione della Luna, nell'augurio di pace e persino nell'abbigliamento. I pantaloni a zampa d'elefante, sosteneva Reich, «danno alle caviglie una speciale libertà, come se invitassero a ballare lì per strada». La nuova coscienza prometteva «una ragione più alta, una comunità più umana, e un individuo nuovo e liberato. Le sue creazioni ultime saranno un'integrità e una bellezza nuove e durature, un nuovo rapporto dell'uomo con se stesso, con gli altri, con la

società, con la natura e con la Terra».

Il libro arrivò a vendere un milione di copie in pochi mesi. Fu pubblicato a puntate dal «New Yorker» e discusso in una dozzina di articoli sul «New York Times», oltre che in una raccolta di saggi degli intellettuali di primo piano dell'epoca. John Kenneth Galbraith lo recensì positivamente (anche se sotto un titolo che era una messa in guardia: *Chi bada al negozio?*). Recentemente, in occasione del venticinquesimo anniversario della prima edizione, è stato ripubblicato.

Reich lo scrisse nella mensa di Yale, basandosi sulle conversazioni con gli studenti che vi incontrava. Quegli studenti, è chiaro, erano tra gli individui

più privilegiati della storia dell'Umanità. Con mamma e papà che pagavano i conti, con attorno solo persone provenienti dalle classi superiori, e con le credenziali delle università più prestigiose pronte a lanciaarli nell'economia in espansione degli anni Sessanta, era facile credere che tutto ciò che occorreva fosse l'amore. Dopo la laurea, la generazione di Reich si è trasformata nei professionisti urbani degli anni Ottanta e Novanta, che vestono Gucci, guidano Beemer, hanno un appartamento di proprietà e allevano bambini buongustai. L'armonia universale fu uno stile non meno effimero dei pantaloni a zampa d'elefante, uno status symbol che

distingueva dai rozzi contadini, dai machi e dai giovanotti meno al passo con i tempi. Come chiedeva il musicista rock post anni Sessanta Elvis Costello: «È stato un miliardario a dire “immaginate che non esista la proprietà”?»<sup>1</sup>.

Quelli degli anni Sessanta e Settanta del nostro secolo non sono stati i primi sogni utopici a infrangersi. Le comuni improntate al libero amore dell'America del Diciannovesimo secolo crollarono sotto il peso delle gelosie e dei risentimenti di membri di entrambi i sessi, per l'abitudine dei leader di fare incetta di giovani amanti<sup>2</sup>. Le utopie socialiste del Ventesimo secolo sono divenute imperi repressivi, guidati da

uomini che accumulavano Cadillac e concubine. In antropologia, un paradiso dei mari del Sud dopo l'altro si è rivelato orribile e disumano. Margaret Mead sosteneva che, grazie alla loro disinvoltura in materia sessuale, gli indigeni delle Samoa si sentivano appagati e non conoscevano il crimine; poi si è scoperto che i ragazzi si insegnavano l'un l'altro le tecniche dello stupro. La Mead definiva gli Arapesh «dolci»: erano cacciatori di teste. A suo dire gli Tchambuli avevano ruoli sessuali invertiti rispetto ai nostri: gli uomini portavano i boccoli e si truccavano. In realtà gli uomini picchiavano le mogli, massacravano le tribù vicine e consideravano l'omicidio

una pietra miliare nella vita di un giovane, un atto che lo rendeva degno di dipingersi il volto in quel modo che alla Mead era parso tanto femminile.

In *Human Universals* l'antropologo Donald Brown ha raccolto i caratteri condivisi, a quanto si sa, da tutte le culture umane. Fra di essi vi sono il prestigio e la posizione sociale, la distribuzione ineguale del potere e della ricchezza, la proprietà, l'eredità, la reciprocità, le punizioni, il riserbo sessuale, le normative sessuali, la gelosia sessuale, la preferenza degli uomini per le giovani donne come partner sessuali, la divisione del lavoro in base al sesso (con le donne più dedite alla cura dei figli e gli uomini più in

primo piano nella vita pubblica), l'ostilità verso altri gruppi e i conflitti all'interno di ogni gruppo, inclusi violenza, stupro e assassinio<sup>3</sup>. L'elenco non dovrebbe sorprendere chi conosca la Storia, l'attualità o la letteratura. I tipi di trame che ricorrono nella narrativa e drammaturgia del mondo non sono molti, e lo studioso Georges Polti sostiene di averli elencati tutti, giungendo a un totale di trentasei. Per più dell'ottanta per cento si basano su conflitti fra avversari (spesso assassini) e su storie tragiche che vedono protagonisti parenti o innamorati, o entrambi<sup>4</sup>. Nella realtà, le storie delle nostre vite sono in larga parte storie di conflitti: di offese, colpe e rivalità di cui si rendono responsabili



genitori, fratelli, figli, coniugi, amanti, amici e concorrenti.

Questo capitolo ha per oggetto la psicologia dei rapporti sociali. Ciò significa che, nonostante l'Era dell'Acquario, si occuperà in larga misura dei moventi innati che ci mettono in conflitto l'uno con l'altro. Dal momento che i nostri cervelli sono stati plasmati dalla selezione naturale, difficilmente potrebbe essere altrimenti. La selezione naturale è mossa dalla competizione tra i geni per essere rappresentati nella generazione successiva. La riproduzione porta a un accrescersi geometrico dei discendenti, e in un pianeta finito non tutti gli organismi viventi in una generazione

possono avere discendenti parecchie generazioni più tardi. Gli organismi quindi si riproducono, in una certa misura, a spese l'uno dell'altro. Se un organismo mangia un pesce, quel pesce non sarà più a disposizione dello stomaco di un altro organismo. Se un organismo si accoppia con un secondo, nega un'opportunità di accoppiamento a un terzo. Chiunque viva oggi è il discendente di milioni di generazioni di antenati che nella loro vita sono stati sottoposti a questi vincoli, ma, nondimeno, si sono riprodotti. Il che significa che ogni persona oggi deve la sua esistenza all'aver avuto come antenati dei vincenti, e ognuno oggi è destinato, almeno in certe circostanze, a

competere<sup>5</sup>.

Questo non significa che le persone (né qualsiasi altro animale) portino in sé un impulso aggressivo che ha bisogno di scaricarsi, un inconscio desiderio di morte, un'insaziabile pulsione sessuale, il bisogno imprescindibile di un territorio, la sete di sangue o altri spietati istinti cui spesso si fa corrispondere, a torto, il darwinismo. Nel *Padrino*, Sollozzo dice a Tom Hagen: «Non amo la violenza, Tom. Sono un uomo d'affari. Il sangue è una grossa spesa». Anche nella competizione più aspra, un organismo intelligente dev'essere uno stratega, e valutare se per raggiungere i suoi obiettivi non sia preferibile ritirarsi,

cercare un accordo o vivere e lasciar vivere. Come ho spiegato nel [capitolo V](#), sono i geni, e non gli organismi, che devono competere o morire; a volte la migliore strategia per i geni sta nel progettare organismi che cooperino e, sì, anche che sorridano ai loro fratelli e si amino gli uni con gli altri. La selezione naturale non proibisce la cooperazione e la generosità; solo, le trasforma in difficili problemi d'ingegneria, come la visione stereoscopica. La difficoltà di costruire un organismo capace di visione stereoscopica non ha impedito alla selezione naturale di installarla negli esseri umani, ma non saremmo mai giunti a comprendere la visione stereoscopica se avessimo pensato che

si trattasse di una semplice conseguenza dell'aver due occhi, e non ci fossimo messi a studiare i sofisticati programmi neurali che la realizzano. Allo stesso modo, la difficoltà di costruire un organismo che cooperi e sia generoso non ha impedito alla selezione naturale di installare negli esseri umani cooperazione e generosità, ma non comprenderemo mai queste capacità pensando che vengano da sé per il semplice fatto di vivere in gruppo. I computer di bordo degli organismi sociali, e specialmente degli esseri umani, devono far girare sofisticati programmi che valutano le opportunità e i rischi sul tappeto e, a seconda dei casi, portano alla competizione o alla

cooperazione.

L'esistenza di un conflitto d'interessi tra i membri di una stessa specie, inoltre, non va a sostegno di una politica di stampo conservatore, come spesso temono i giornalisti e gli scienziati sociali. Se a porci in conflitto gli uni con gli altri sono i nostri moventi intimi, pensano preoccupati alcuni, allora sfruttamento e violenza sono moralmente legittimi; e poiché sono invece deplorabili, è meglio pensare che il conflitto non sia parte della natura umana. Il ragionamento, naturalmente, è fallace: che la natura debba essere buona non è scritto da nessuna parte, e quello che si vuol fare non è necessariamente quello che si dovrebbe

fare. Altri pensano preoccupati che, se i moventi conflittuali sono inevitabili, è inutile cercare di ridurre violenza e sfruttamento, e che le strutture sociali oggi vigenti sono le migliori in cui si può sperare. Ma neanche questa è una conclusione corretta. Nelle società occidentali moderne, il tasso annuale di omicidi varia dallo 0,5 per milione di persone dell'Islanda della prima metà del Ventesimo secolo, al 10 della maggior parte dei Paesi europei al giorno d'oggi, al 25 del Canada e al 100 degli Stati Uniti e del Brasile. C'è ampio spazio per misure concrete tese a ridurlo, prima di trovarsi di fronte all'interrogativo accademico se sarà mai possibile farlo scendere a zero. Inoltre,

esistono altri modi per attenuare i conflitti, oltre al sogno di un futuro dorato di amore universale. Se la violenza è perpetrata in ogni società, in ogni società è anche deplorata. E ovunque, per ridurre i conflitti violenti, si prendono misure quali sanzioni, risarcimenti, censure, mediazioni, ostracismi e leggi<sup>6</sup>.

Spero che questo discorso vi sembri trito e ritrito, così che possa andare avanti con il capitolo. Il mio scopo non è di convincervi che la gente non desidera sempre il bene reciproco, ma cercare di spiegarvi quando e perché ciò ha una giustificazione. A volte, però, le ovvietà vanno ribadite. L'osservazione che il conflitto è parte integrante della



condizione umana, per quanto banale, contraddice convinzioni di moda. Una di esse trova espressione nella appiccicosa metafora dei rapporti sociali come attaccamento, legame e coesione. Un'altra consiste nel presumere che ognuno di noi svolga senza pensarci il ruolo che la società gli assegna, e che per riformare la società si tratti di riscrivere questi ruoli. A mettere alle strette molti accademici e critici sociali si scoprirebbero, temo, opinioni non meno utopiche di quelle di Charles Reich.

Se la mente è un organo di computazione strutturato dalla selezione naturale, i nostri moventi sociali dovrebbero essere strategie fatte su

misura per i tornei in cui gareggiamo. Si dovrebbero avere tipi diversi di pensieri e sentimenti riguardo a parenti e non parenti, e a genitori, figli, fratelli, spasimanti, coniugi, conoscenti, amici, rivali, alleati e nemici. Esaminiamoli uno alla volta.

## *Parenti*

Sorridete a vostro fratello, cantava il gruppo rock degli Youngbloods; fratellanza tra gli uomini, cantava John Lennon. Quando parliamo di beneficenza, usiamo il linguaggio della parentela. Padre nostro che sei nei cieli, Dio padre, i Padri della Chiesa, Babbo Natale, figura paterna, patriottismo. La

madrepatria, la madre Chiesa, madre superiora, spirito materno. Fratelli di sangue, *black brothers*, amore fraterno, confratelli e confraternite, fratello, mi dai cento lire? Sorellanza è bello, le Sorelle della Misericordia, nazioni sorelle, le sette sorelle. Città gemelle, anime gemelle. La famiglia umana, le famiglie mafiose, una grande famiglia felice.

Le metafore improntate alla parentela trasmettono un messaggio semplice: trattate queste o quelle persone con la stessa benevolenza con cui trattate i vostri parenti. E tutti capiamo che cosa vuol dire. L'amore per i parenti viene naturale, quello per i non parenti no. È un dato di fatto fondamentale del mondo

sociale, che governa ogni cosa, da come cresciamo all'ascesa e caduta di imperi e religioni. La sua spiegazione è semplice: con i parenti si condividono geni in misura maggiore che con i non parenti, quindi se un gene fa sì che un organismo porti beneficio a un parente (per esempio nutrendolo o proteggendolo), ha buone probabilità di portare beneficio a una copia di se stesso. Grazie a questo vantaggio, in una popolazione, con il passare delle generazioni, i geni cui fanno capo i benefici portati a parenti aumenteranno. La stragrande maggioranza dei gesti di altruismo nel mondo animale vanno a vantaggio dei parenti di chi li compie. Gli esempi più estremi di altruismo

verso i parenti si riscontrano tra insetti sociali quali formiche e api, in cui le operaie danno tutte se stesse alla colonia. Esse sono cronicamente sterili e difendono la colonia con tattiche da kamikaze, come esplodere per spruzzare sull'invasore sostanze chimiche velenose o pungerlo con un pungiglione a barbigli che, quando viene estratto, sventra il loro corpo. Tanta dedizione proviene in larga misura da un insolito sistema genetico che le rende più strettamente imparentate alle sorelle di quanto potrebbero esserlo alla loro progenie. Difendendo la colonia, aiutano le loro madri a generare delle sorelle invece che generare figli loro stesse.

I geni non possono parlarsi tra loro o

manovrare il comportamento in modo diretto. Negli esseri umani, «altruismo verso i parenti» e «portare beneficio ai propri geni» sono abbreviazioni che stanno per due complessi di meccanismi psicologici, uno cognitivo e uno emozionale.

Gli esseri umani sono dotati del desiderio e della capacità di apprendere il proprio albero genealogico. La genealogia è una speciale forma di conoscenza. In primo luogo, le relazioni sono digitali. O si è la madre di qualcuno, o non la si è. Potreste essere sicuri all'ottanta per cento che il padre di John è Bill, ma questo non equivale a pensare che Bill è padre di John all'ottanta per cento. E se in inglese i

fratellastri sono detti *half-brothers*, «mezzi fratelli», tutti sanno che si tratta solo di un'abbreviazione per dire che hanno la stessa madre ma padri diversi o viceversa. In secondo luogo, la parentela è una relazione. Nessuno è un padre o una sorella punto e basta; dev'essere il padre o la sorella di qualcuno. In terzo luogo, la parentela è topologica. Ognuno è un nodo in una rete le cui connessioni sono definite da genitori, generazione e sesso. I termini che denotano la parentela sono espressioni logiche leggibili in base alla geometria e alle etichette della rete: un «cugino parallelo», per esempio, è il figlio del fratello del padre o il figlio della sorella della madre. Quarto, la

parentela è autosufficiente. Età, luogo di nascita, conoscenze, posizione sociale, occupazione, segno zodiacale e tutte le altre categorie in cui collochiamo le persone si situano su un piano diverso da quelle della parentela, e non occorre tenerne conto per stabilire quest'ultima.

L'*Homo sapiens* è ossessionato dalla parentela. In tutto il mondo, alla richiesta di parlare di sé, si inizia dai parenti e dai legami familiari, e in molte società, specialmente di cacciatori-raccoglitori, si snocciolano genealogie senza fine. Nei figli adottivi, nei profughi tali dall'infanzia o nei discendenti di schiavi, la curiosità riguardo ai propri consanguinei porta a volte a ricerche che durano tutta la vita.



(È questa curiosità che certi imprenditori tentano di sfruttare quando spediscono quelle cartoline prodotte al computer in cui promettono di rintracciare gli antenati di «Steven Pinker» e scoprire lo stemma e il sigillo della famiglia «Pinker»). In genere, è chiaro, non ci si fa a vicenda il test del DNA; la parentela la si stabilisce indirettamente. Molti animali ricorrono per questo fine all'olfatto; gli esseri umani a numerosi tipi di informazioni: chi cresce insieme, chi assomiglia a chi, come si interagisce, che cosa dicono fonti attendibili, che cosa si può logicamente dedurre da altri rapporti di parentela<sup>7</sup>.

Una volta che sappiamo che rapporti

ci legano a questa o quella persona, entra in gioco l'altra componente della psicologia della parentela. Verso i nostri parenti proviamo una solidarietà, una comunione di sentimenti, una tolleranza e una fiducia che si aggiungono a qualunque altro sentimento possiamo avere nei loro confronti. (La «casa», dice una poesia di Robert Frost, è «qualcosa che non tocca meritarsela») <sup>8</sup>. Il di più di benevolenza che proviamo verso i parenti è ripartito sulla base di un sentimento che riflette la probabilità che il comportamento amorevole aiuti un parente a propagare copie dei nostri propri geni. E tale probabilità dipende a sua volta da quanto il parente ci è vicino nell'albero

genealogico, dalla fiducia che riponiamo in tale vicinanza e dall'influenza della nostra benevolenza sulle prospettive riproduttive del parente (il che dipende da età e bisogni). Per questo i genitori amano i figli più di quanto amino chiunque altro, i cugini si vogliono bene ma non tanto quanto i fratelli, e così via. Naturalmente nessuno macina dati genetici e attuariali per decidere quanto amare. Piuttosto, i programmi mentali per l'amore familiare sono stati calibrati nel corso dell'evoluzione in modo che l'amore fosse commisurato alla probabilità che, nell'ambiente ancestrale, un comportamento amorevole andasse a beneficio di copie dei geni addetti ai comportamenti amorevoli.

Si tratta solo, si potrebbe pensare, della banale osservazione che il sangue non è acqua. Ma nel clima intellettuale odierno tale osservazione è una tesi scioccante e radicale. Un marziano che volesse imparare qualcosa sulle interazioni umane da un manuale di psicologia sociale non giungerebbe neanche a sospettare che gli esseri umani si comportano con i parenti in modo diverso da come si comportano con gli estranei. Alcuni antropologi hanno avanzato la tesi che il nostro senso della parentela non ha niente a che fare con la parentela biologica. Il senso comune di marxisti, femministe accademiche e intellettuali da caffè include alcune tesi sconcertanti: la

famiglia nucleare di marito, moglie e figli è un'aberrazione storica sconosciuta nei secoli passati e nel mondo non occidentale; nelle tribù primitive il matrimonio è un fenomeno raro, vige un'indiscriminata promiscuità e non si conosce la gelosia; nel corso della Storia sposa e sposo non hanno avuto voce in capitolo sul proprio matrimonio; l'amore romantico è un'invenzione dei trovatori della Provenza medievale e consisteva nell'amore adulterino di un cavaliere per una dama sposata; i bambini erano visti come adulti in miniatura; nei tempi antichi i figli morivano con tale frequenza che le madri non provavano dolore per la loro perdita; la

preoccupazione per i propri figli è un'invenzione recente. Tali idee sono false. Il sangue davvero non è acqua, e non c'è aspetto dell'esistenza umana che non sia condizionato da questa componente della nostra psicologia<sup>9</sup>.

Le famiglie sono importanti in tutte le società, e il loro nucleo è costituito da una madre e dai suoi figli biologici. In tutte le società esiste il matrimonio. Un uomo e una donna danno vita a un sodalizio pubblicamente riconosciuto il cui scopo primario sono i figli; l'uomo ha il «diritto» esclusivo di accesso sessuale alla donna; ed entrambi sono tenuti a investire nei loro bambini. I dettagli variano, spesso a seconda dei

modelli di relazioni di consanguineità esistenti nella società. In genere, quando gli uomini sono certi di essere i padri dei figli della moglie, si formano famiglie nucleari, di solito intorno alla famiglia d'origine del marito. Nelle relativamente poche società in cui i mariti non possono avere tale certezza (per esempio perché si assentano per lunghi periodi di servizio militare o di lavoro nei campi), le famiglie vivono in prossimità dei parenti della madre, e i principali benefattori maschi dei bambini sono i loro più stretti consanguinei, gli zii materni. Anche in questi casi, comunque, la paternità biologica è riconosciuta e valorizzata. Della coppia e dei figli si interessano

entrambi i rami della famiglia estesa, e con entrambi i bambini si sentono solidali, anche quando le regole ufficiali della discendenza ne riconoscono uno solo (come accade per i nostri cognomi, che fanno capo alla sola famiglia paterna).

Le donne se la passano meglio quando restano vicine ai propri parenti e sono gli uomini a spostarsi, perché sono circondate da padri, fratelli e zii che possono accorrere in loro aiuto nelle dispute con il marito. La dinamica è stata rappresentata in modo vivido nel film *Il Padrino* nella scena in cui il figlio del personaggio interpretato da Marlon Brando, Sonny Corleone, arriva quasi a uccidere il marito della sorella



quando scopre che costui l'ha picchiata. La vita ha imitato l'arte due decenni dopo, quando il vero figlio di Marlon, Christian Brando, ha davvero ucciso il fidanzato di sua sorella dopo aver scoperto che la picchiava. Quando una donna deve lasciare la propria famiglia per vivere accanto a quella del marito, questi può impunemente trattarla con brutalità. In molte società i matrimoni tra cugini sono incoraggiati, e risultano abbastanza armoniosi, perché gli usuali bisticci tra marito e moglie sono mitigati dalla comprensione che essi hanno l'uno per l'altro in quanto consanguinei.

Di questi tempi è poco educato affermare che l'amore dei genitori ha qualcosa a che fare con la parentela

biologica, perché sembra offensivo nei confronti dei molti genitori che hanno figli adottivi e figliastri. Le coppie amano i figli che adottano, è chiaro; tanto per cominciare, se non si fossero assunte l'eccezionale impegno di simulare l'esperienza di una famiglia naturale, non avrebbero adottato nessuno. Ma il caso dei figliastri è diverso. Il patrigno o la matrigna ha acquistato un coniuge, non un figlio; il figlio è un costo che va sostenuto come parte della transazione. Patrigni e matrigne hanno una cattiva reputazione; persino il *Webster's Unabridged Dictionary* definisce la matrigna come «chi manca di offrire cure o attenzioni adeguate». Gli psicologi Martin Daly e

## Margo Wilson commentano:

La caratterizzazione negativa di patrigni e matrigne non è affatto una prerogativa della nostra cultura. Il folclorista che consulti il poderoso *Motif-Index of Folk Literature* di Stith Thompson vi troverà concisi riassunti quali «Matrigna cattiva ordina di uccidere la figliastra» (leggenda irlandese) e «Matrigna cattiva, in assenza del marito mercante, ammazza di fatica la figliastra» (India). Per comodità, Thompson suddivide i racconti sui patrigni in due categorie: «patrigni crudeli» e «patrigni lussuriosi». Dagli eschimesi agli indonesiani, in decine di racconti, il patrigno e la matrigna sono degli scellerati.<sup>10</sup>

Daly e Wilson osservano che, secondo le teorie di molti scienziati sociali, le

difficoltà che affliggono questi rapporti sono causate dal «mito del patrigno crudele». Ma perché, si chiedono, patrigni e matrigne dovrebbero essere oggetto delle stesse calunnie in tante culture? La loro spiegazione è più lineare:

L'onnipresenza di storie tipo Cenerentola... è senza dubbio un riflesso di certe tensioni di fondo ricorrenti nella società umana. Le donne devono essere state spesso abbandonate con i bambini a carico nel corso della storia, e sia i padri sia le madri spesso restavano prematuramente vedovi. Se il sopravvissuto voleva intraprendere una nuova vita matrimoniale, il destino dei figli diveniva problematico. [Tra i Tikopia e gli Yanomamö il marito] chiede la morte

dei figli precedenti della nuova moglie. Altre soluzioni prevedevano l'affidamento dei figli a parenti materne ormai in menopausa e il levirato, un costume diffuso per il quale una vedova e i suoi bambini erano ereditati dal fratello o da altri parenti stretti del defunto. In assenza di queste soluzioni, i bambini erano costretti ad aggregarsi alla nuova famiglia come figliastri, sotto le cure di non parenti che non avevano alcun particolare interesse al loro benessere. Di certo avevano buone ragioni per allarmarsi<sup>11</sup>.

In uno studio su famiglie emotivamente sane della classe media negli Stati Uniti, solo metà dei patrigni e un quarto delle matrigne dichiarava di provare «i sentimenti di un genitore» verso i figliastri, e ancora meno affermavano di

«amarli». L'immensa mole di libri divulgativi di psicologia dedicati alle famiglie ricostituite è dominata da un unico tema: far fronte agli antagonismi. Molti professionisti consigliano oggi a simili famiglie dilaniate da conflitti di abbandonare l'idea di replicare una famiglia biologica. Daly e Wilson hanno scoperto che essere un patrigno o una matrigna è il più alto fattore di rischio mai identificato in relazione agli abusi sui minori. Nel caso dell'abuso peggiore, l'omicidio, un genitore di questo tipo ha da quaranta a cento probabilità in più di un genitore naturale di uccidere un bambino piccolo, anche a tenere conto di fattori influenti quali la povertà, l'età della madre o i tratti

caratteriali tipici delle persone che tendono a risposarsi.

Patrigni e matrigne non sono certo più crudeli di chiunque altro. Il rapporto fra genitori e figli non ha equivalenti tra le relazioni umane per la sua unidirezionalità: i genitori danno, i figli prendono. Per evidenti ragioni evuzionistiche, siamo programmati a desiderare di compierei simili sacrifici per i figli, ma solo per loro. Peggio ancora: come vedremo, i figli sono programmati per chiedere questi sacrifici agli adulti che li accudiscono, il che può renderli una vera e propria seccatura per coloro che non sono loro genitori o parenti stretti. La scrittrice Nancy Mitford ha detto: «Io amo i

bambini, specialmente quando piangono, perché allora qualcuno li porta via». Ma se il padre o la madre di questi bambini l'avete sposato, nessuno li porterà via. L'indifferenza, o addirittura l'antagonismo, di matrigne e patrigni verso i figliastri è semplicemente la reazione standard di un essere umano a un altro essere umano. È l'infinita pazienza e generosità del genitore biologico che è speciale. Il che non deve farci apprezzare di meno i molti patrigni e matrigne amorevoli; se mai, dovrebbe farceli apprezzare di più: sono persone particolarmente generose e disposte al sacrificio.

Si dice spesso che è più facile essere



fatti fuori da un parente in casa che da un teppista per strada. L'affermazione suona sospetta a chiunque sappia qualcosa della teoria dell'evoluzione, e infatti è falsa.

Le statistiche sugli omicidi sono un elemento di prova importante per le teorie sui rapporti umani. Come spiegano Daly e Wilson, «uccidere il proprio antagonista è la tecnica estrema di risoluzione di un conflitto, e i nostri antenati l'hanno scoperta ben prima di divenire esseri umani»<sup>12</sup>. Gli omicidi non si possono liquidare come prodotti di una mente malata o di una società malsana. Nella maggior parte dei casi un assassinio non è premeditato né desiderato; è l'apice disastroso di una

escalation in cui la politica del rischio calcolato è stata spinta troppo oltre. Per ogni omicidio devono esserci innumerevoli litigi che finiscono nel nulla e innumerevoli minacce non portate a compimento. Questo fa dell'assassinio un eccellente saggio del conflitto e delle sue cause. A differenza dei conflitti minori, che possono essere scoperti solo attraverso narrazioni che le persone coinvolte possono falsare, un omicidio si lascia alle spalle uno scomparso o un cadavere, difficili da ignorare, e gli omicidi sono oggetto di indagini e documentazioni meticolose.

A volte, è vero, qualcuno uccide propri parenti. Ci sono infanticidi, uccisioni di figli, parricidi, matricidi,

fratricidi, uxoricidi, omicidi dell'intera famiglia e diversi altri tipi di uccisioni di familiari privi di denominazione specifica. In una tipica statistica di una città statunitense, un quarto degli omicidi è commesso da estranei, metà da conoscenti e un quarto da «parenti». Ma la maggior parte dei parenti non sono consanguinei. Sono coniugi, parenti acquisiti, patrigni, matrigne, figliastri e simili. Solo dal due al sei per cento delle vittime di omicidi vengono uccise da consanguinei. E si tratta indubbiamente di una stima per eccesso. Si vedono più spesso i propri consanguinei rispetto ad altri, quindi i propri consanguinei sono più spesso a portata di tiro. A prendere in esame solo

persone che vivono insieme, quindi con le stesse occasioni di interazione, si riscontra che il rischio di essere uccisi da un non parente è almeno undici volte superiore, e probabilmente anche molto di più, a quello di essere ucciso da un consanguineo.

La minore intensità dei conflitti tra consanguinei è parte di un più ampio schema di solidarietà tra parenti, il nepotismo. Nell'accezione comune questo termine indica l'elargizione di favori a parenti (letteralmente «nipoti») da parte di chi detiene un incarico pubblico o una posizione sociale. Sebbene sia largamente praticato, il nepotismo istituzionale è ufficialmente illecito nella nostra società, cosa di cui i

membri della maggior parte delle altre società si sorprendono. In molti Paesi un funzionario fresco di nomina licenzia pubblicamente tutti gli impiegati pubblici alle sue dipendenze e li rimpiazza con parenti. I parenti sono alleati naturali, e prima dell'invenzione dell'agricoltura e delle città le società erano organizzate intorno a clan di familiari. Uno degli interrogativi fondamentali dell'antropologia è in che modo i cacciatori-raccoglitori si suddividano in bande o villaggi, composti in genere da una cinquantina di membri, anche se con differenze da luogo a luogo e da periodo a periodo. Napoleon Chagnon ha registrato le meticolose genealogie che legano

migliaia di Yanomamö, il popolo di cacciatori-raccoglitori e orticoltori della foresta pluviale amazzonica che per trent'anni è stato oggetto dei suoi studi, e ha messo in luce come il cemento che tiene insieme i villaggi sia la parentela. I parenti stretti si combattono a vicenda meno spesso, e nei conflitti accorrono in aiuto l'uno dell'altro più di frequente. Ma quando la popolazione di un villaggio cresce, i legami di parentela tra i suoi abitanti si fanno meno forti, essi entrano sempre più facilmente in conflitto fra loro e il villaggio si spezza in due. Scoppia una battaglia, le fazioni si schierano a seconda dei legami di sangue, e una delle due emigra con i parenti più stretti

per fondare un nuovo villaggio<sup>13</sup>.

L'esempio più comune di falso parente è il coniuge: una persona con cui non si è legati geneticamente, ma che è chiamata parente e che rivendica le emozioni normalmente dirette ai parenti. Il biologo Richard Alexander fa notare che se i coniugi sono fedeli, se ognuno dei due agisce nell'interesse dei figli nati dalla loro unione anziché degli altri consanguinei, e se il matrimonio dura per l'intera vita di entrambi, gli interessi genetici dei membri di una coppia sono identici. I loro geni giacciono all'interno dello stesso involucro, i figli, e ciò che è un bene per uno dei coniugi lo è anche per l'altro. In queste condizioni ideali,

l'amore coniugale dovrebbe essere più forte di qualsiasi altro.

Nella realtà, i consanguinei esigono la loro parte di dedizione, e non si può mai essere certi che un coniuge sia fedele al cento per cento, e ancor meno che in futuro non se ne vada o non muoia. In una specie meno complessa della nostra, la forza dell'amore coniugale potrebbe essere regolata su un valore medio ottimale che rifletta la probabilità complessiva del nepotismo, dell'infedeltà, dell'abbandono e della vedovanza. Ma gli esseri umani sono sensibili alle peculiarità dei loro matrimoni e modulano finemente le proprie emozioni di conseguenza. Non è sorprendente per un biologo che i



suoceri, l'infedeltà e i figliastri siano le principali cause di liti coniugali.

Siccome in una coppia i geni sono in una stessa barca, e ognuno dei coniugi condivide dei geni con i propri parenti, questi hanno un interesse (in entrambi i sensi della parola) nel loro matrimonio. Se tuo figlio sposa mia figlia, le nostre fortune genetiche sono in parte legate nel nostro comune nipote, e in questa misura ciò che è vantaggioso per te lo è anche per me. Il matrimonio fa dei parenti acquisiti alleati naturali, e questa è una delle ragioni per cui in ogni cultura i matrimoni sono alleanze tra clan, non solo tra gli sposi. L'altro motivo è che quando i genitori hanno un potere sui figli adulti, com'è avvenuto in tutte le

culture fino a tempi recenti, i figli sono eccellenti merci di scambio. Dato che i miei figli non sono disposti a sposarsi tra loro, tu hai qualcosa di cui io ho bisogno: un coniuge per mio figlio. Per questo la dote e il pagamento di un prezzo per una sposa sono onnipresenti nelle culture umane, anche se beni come la posizione sociale e l'alleanza nei conflitti con terze parti hanno anch'essi un peso nella trattativa. Come in tutte le transazioni d'affari, una vendita o uno scambio di figli andati a buon termine provano la buona fede delle parti in causa e fanno sì che, in futuro, esse si fidino con più facilità l'una dell'altra. I parenti acquisiti, insomma, sono sia partner genetici sia soci d'affari.

Dei genitori previdenti devono scegliere con molta attenzione i loro potenziali nuovi parenti. Non solo devono valutarne i beni e l'affidabilità, ma anche calcolare se quel po' di buona disposizione che si accompagna ad avere nei nipoti un interesse genetico comune potrà essere impiegata al meglio. Con un alleato già sicuro o un nemico implacabile potrebbe andare sprecata, mentre potrebbe essere decisiva per modificare i rapporti con un clan il cui atteggiamento è una via di mezzo. La pianificazione strategica degli accoppiamenti è un effetto della psicologia della parentela; un altro sono le regole che stabiliscono chi può sposare chi. Molte culture incoraggiano

i matrimoni tra cugini trasversali, mentre vietano quelli tra cugini paralleli. Un cugino trasversale è il figlio del fratello della madre o della sorella del padre; un cugino parallelo è il figlio del fratello del padre o della sorella della madre. Perché questa distinzione? Pensate alla situazione più comune, in cui le figlie sono scambiate tra clan di maschi imparentati fra loro, e immaginate di dover scegliere tra diversi cugini quello da sposare (non importa che siate maschio o femmina). Se sposate un cugino trasversale, concludete uno scambio con un partner d'affari di provata affidabilità: un clan dal quale la vostra famiglia (presieduta dal vostro nonno paterno) ha acquistato una moglie

in passato (vostra madre o vostra zia). Se sposate un cugino parallelo, i casi sono due: o vi sposate all'interno del clan (se vostro padre e quello del vostro fidanzato sono fratelli), che dunque non acquisisce alcun bene esterno, o sposate un membro di un clan estraneo (se vostra madre e quella del vostro fidanzato sono sorelle)<sup>14</sup>.

Tali intrighi hanno dato vita a due dei moderni miti sulla parentela: quello per cui nelle società tradizionali l'individuo non avrebbe voce in capitolo nella scelta del coniuge, e quello per cui la parentela non avrebbe nulla a che fare con il legame genetico. Il granello di verità che c'è nel primo mito consiste nel fatto che ovunque i genitori

esercitano tutta l'autorità di cui dispongono per influenzare le scelte matrimoniali dei figli. Questi ultimi, però, non accettano passivamente le decisioni dei genitori. Ovunque si provano intense emozioni (amore romantico, insomma) nei confronti di chi si intende sposare, e i fidanzamenti sono spesso aspre battaglie tra la volontà dei genitori e quella dei figli. E anche quando ad avere l'ultima parola sono i primi, i figli lottano instancabilmente per far conoscere i loro sentimenti, sentimenti che quasi sempre hanno un peso nella decisione finale. La trama di *La storia di Tevye il lattivendolo*, di Sholem Aleichem (da cui sono stati tratti il musical e il film *Il violinista sul*

*tetto*), si svolge su questo campo di battaglia, e trame simili si ritrovano un po' in tutto il mondo. La fuga d'amore di un figlio è una catastrofe per i genitori: può significare buttar via l'affare o l'occasione strategica di tutta una vita. Peggio ancora: se i genitori hanno dato in pegno il figlio anni prima (come spesso accade, quando i figli nascono in momenti diversi e la seconda metà dello scambio deve attendere che la prima raggiunga l'età del matrimonio), si trovano a essere inadempienti, alla mercé degli strozzini. O può accadere che per comprare uno sposo o una sposa al figlio in fuga i genitori si siano indebitati fino al collo. Il mancato rispetto degli accordi matrimoniali è una

delle principali cause di ostilità e guerre nelle società tradizionali. Con interessi così alti in gioco, non c'è da meravigliarsi che la generazione dei genitori insegni sempre ai figli che l'amore romantico è frivolo o non esiste affatto. Gli intellettuali che giungono alla conclusione che esso è un'invenzione recente, dei trovatori medievali o degli sceneggiatori di Hollywood, prendono per buona quella che è solo propaganda dell'*establishment*<sup>15</sup>.

Anche chi considera la falsa parentela una prova che la parentela non ha nulla a che fare con la biologia prende per buona una dottrina ufficiale. Un grosso problema delle regole matrimoniali,



come quella che impone il matrimonio tra cugini trasversali, è che la composizione di un gruppo per età e per sesso fluttua, quindi a volte non ci sono partner idonei per il figlio. Come con tutte le regole, si tratta allora di aggirarle senza ridurle a una farsa. Una soluzione ovvia è di ridefinire chi è imparentato con chi. Uno scapolo appetibile può essere definito un cugino trasversale anche se l'albero genealogico dice qualcosa di diverso: si evita così che una figlia resti zitella, senza con questo stabilire un precedente che autorizzerebbe altri figli a sposare chi vogliono. Ma, nel profondo, queste misure intese a salvare la faccia non ingannano nessuno. Un'ipocrisia analoga

vale per altri falsi parenti. Dal momento che le emozioni legate alla parentela sono così potenti, succede che si cerchi di sfruttarle per ottenere la solidarietà di non parenti chiamandoli parenti. È una tattica che è stata riscoperta più e più volte, da capi tribù come da predicatori dei nostri giorni e da fatui musicisti rock. Ma anche nelle tribù in cui le etichette fittizie di parentela sono prese con la massima serietà in pubblico, quando qualcuno è incalzato in privato riconosce che il tal dei tali non è davvero suo fratello o suo cugino. E quando le persone si mostrano per quel che sono in una disputa, la loro vera natura li fa schierare con i consanguinei e non con i falsi parenti. Molti genitori

moderni invitano i figli a rivolgersi agli amici di famiglia chiamandoli zio o zia. Quando ero piccolo, io e i miei amici li chiamavamo finti zii e finte zie. E una resistenza ancora più forte i bambini la mostrano verso le pressioni che giungono loro da ogni parte perché chiamino mamma e papà la matrigna o il patrigno<sup>16</sup>.

Le emozioni legate alla parentela plasmano le società, anche le più grandi, da millenni. Tramite doni ed eredità, la portata dell'amore dei genitori può travalicare le generazioni. Esso è all'origine del paradosso fondamentale della politica: nessuna società può essere al contempo equa, libera ed

egualitaria. Se è equa, chi lavora di più accumula di più. Se è libera, i suoi membri lasciano i propri beni ai figli. Ma allora non può essere egualitaria, perché alcuni ereditano ricchezze che non hanno guadagnato. Fin da quando Platone, nella *Repubblica*, richiamò l'attenzione su queste incompatibilità, la maggior parte delle ideologie politiche può essere definita in base alla posizione che assume su quale di questi ideali debba cedere il passo.

Un'altra conseguenza sorprendente della solidarietà parentale è che la famiglia è un'organizzazione sovversiva: una conclusione che sembra contraddire sia la visione di destra, secondo cui Chiesa e Stato sono sempre

stati tenaci sostenitori della famiglia, sia quella di sinistra, secondo cui la famiglia è un'istituzione patriarcale borghese concepita per reprimere la donna, indebolire la solidarietà di classe e produrre consumatori docili. Il giornalista Ferdinand Mount ha documentato come ogni movimento politico e religioso della storia abbia cercato di minare la famiglia. I motivi sono evidenti. Non solo la famiglia è una coalizione rivale che compete per accaparrarsi la fedeltà delle persone, ma gode di un vantaggio che rende la sua concorrenza sleale: i parenti sono congenitamente portati a prendersi cura l'uno dell'altro più di quanto vi siano portati i compagni. Elargiscono favori

nepotistici, passano sopra gli attriti quotidiani che in altre organizzazioni provocano tensioni, e non hanno scrupoli quando si tratta di vendicare un torto subito da un membro. Il leninismo, il nazismo e le altre ideologie totalitarie hanno sempre preteso una nuova lealtà «superiore», e opposta, ai legami familiari. Altrettanto hanno fatto le religioni, dal cristianesimo delle origini alla setta di Moon («Adesso siamo noi la tua famiglia!»)<sup>17</sup>.

In Matteo 10,34-37, Gesù dice:

«Non crediate che io sia venuto a portare pace sulla Terra; non sono venuto a portare pace, ma una spada. Sono venuto infatti a separare il figlio dal padre, la figlia dalla madre, la nuora dalla suocera: e i nemici

dell'uomo saranno quelli della sua casa. Chi ama il padre o la madre più di me non è degno di me; chi ama il figlio o la figlia più di me non è degno di me».

Quando Gesù dice «lasciate che i bambini vengano a me», dice che non devono andare dai loro genitori.

Le religioni e gli Stati che hanno successo finiscono per accettare l'idea di dover convivere con le famiglie, ma fanno quel che possono per contenerle, in particolare le più minacciose. L'antropologa Nancy Thornhill ha scoperto che nella maggior parte delle culture le leggi sull'incesto non sono state introdotte in risposta al problema dei matrimoni tra fratelli e sorelle; tanto per cominciare, fratelli e sorelle non

provano il desiderio di sposarsi. Anche se l'incesto tra fratello e sorella può essere incluso nel divieto e contribuire a legittimarlo, i veri bersagli di queste leggi sono i matrimoni che minacciano gli interessi dei legislatori. Esse proibiscono le nozze tra parenti più lontani, come i cugini, e sono promulgate dai governanti di società stratificate per evitare che all'interno di famiglie che potrebbero divenire future rivali si accumulino ricchezza e potere. L'antropologa Laura Betzig ha mostrato che le regole della Chiesa medievale su sessualità e matrimonio erano anch'esse armi contro le dinastie familiari. Nell'Europa feudale i genitori non lasciavano in eredità le loro proprietà in



parti uguali a tutti i figli. Le terre non potevano essere suddivise a ogni generazione, perché si sarebbero ridotte a dimensioni tali da divenire inservibili, e un titolo può essere trasmesso a un solo erede. Nacquero così i diritti di primogenitura: ogni bene veniva lasciato al figlio maggiore, e gli altri se ne andavano in cerca di fortuna, spesso nell'esercito o nella Chiesa. La Chiesa era piena di figli minori diseredati, che a un certo punto modificarono le leggi sul matrimonio per rendere più difficile a proprietari terrieri e detentori di titoli generare eredi legittimi. Se costoro morivano senza figli, proprietà e titoli tornavano ai fratelli diseredati o alla Chiesa in cui essi militavano. Secondo

le loro leggi, un uomo non poteva divorziare da una moglie senza figli, risposarsi finché costei era in vita, adottare un erede, procreare un erede con una parente più stretta di una cugina di settimo grado, o avere rapporti sessuali in una serie di giorni speciali che, nel loro insieme, ammontavano a oltre metà dell'anno. Le vicende di Enrico VIII ci ricordano che gran parte della storia europea ha ruotato intorno a battaglie tra potenti che, mediante matrimoni strategici e sforzi per avere eredi, cercavano di far leva sui sentimenti familiari per trarne vantaggi politici, e altri potenti che cercavano di sventare i loro piani<sup>18</sup>.

## *Genitori e figli*

Per un organismo progettato dalla selezione naturale, lasciare discendenti è la ragion d'essere e lo scopo di ogni sforzo e di ogni lotta. L'amore di un genitore per suo figlio dev'essere grande, e infatti lo è. Ma non dev'essere sconfinato. Robert Trivers ha scoperto un'implicazione sottile ma profonda della genetica per la psicologia della famiglia.

Nella maggior parte delle specie sessuate, i genitori trasmettono a ogni figlio il cinquanta per cento dei propri geni. Una strategia per massimizzare il numero di geni nella generazione successiva consiste nello sfornare quanti

più figli possibile il più in fretta possibile. È ciò che fa la maggior parte degli organismi. Gli organismi neonati, tuttavia, sono più vulnerabili di quelli adulti perché sono più piccoli e hanno meno esperienza, e in quasi tutte le specie la maggioranza di essi non sopravvive fino all'età adulta. Tutti gli organismi si trovano dunque di fronte alla «scelta» tra dedicare tempo, calorie e rischi alla cura della prole esistente e accrescere le sue probabilità di sopravvivenza, o produrre a getto continuo nuovi figli e lasciare che si arrangino da soli. A seconda delle peculiarità dell'ecosistema in cui vive la specie e del suo schema corporeo, può essere geneticamente conveniente

l'una o l'altra strategia. Gli uccelli e i mammiferi hanno optato per la cura dei piccoli, i mammiferi fino al punto estremo di evolvere organi che prelevano sostanze nutritive dal loro stesso corpo e le confezionano per i figli sotto forma di latte. Gli uccelli e i mammiferi investono calorie, tempo, rischi e logorio corporeo nella progenie, e sono ripagati dall'aumento della sua aspettativa di vita.

In teoria, un genitore potrebbe giungere all'estremo opposto e, finché non muore di vecchiaia, prendersi cura del solo primogenito, per esempio allattandolo. Ma avrebbe poco senso, perché a un certo punto le calorie che si trasformano in latte potrebbero essere

investite con più profitto nella procreazione e nell'allattamento di un nuovo figlio. Man mano che il primogenito cresce, ogni ulteriore litro di latte è sempre meno essenziale per la sua sopravvivenza e il piccolo è sempre più in grado di procurarsi il cibo da solo. Un altro figlio diviene un investimento migliore, e per il genitore è il momento di svezzare il primo.

Un genitore dovrebbe trasferire l'investimento da un figlio più grande a uno più piccolo quando il beneficio per il piccolo supera il costo per il grande. Il calcolo si basa sul fatto che i due figli hanno lo stesso grado di parentela con il genitore. Ma si tratta di un calcolo dal punto di vista di quest'ultimo; il primo

figlio la vede diversamente. Egli condivide il cinquanta per cento dei geni con il fratello minore, ma condivide il cento per cento dei geni con se stesso. Dal suo punto di vista, il genitore dovrebbe continuare a investire su di lui finché il beneficio per il fratello minore non superi il doppio del costo per lui. Gli interessi genetici del genitore e del figlio divergono. Ogni figlio dovrebbe volere più cure dal genitore di quante quest'ultimo è disposto a dargli, perché i genitori vogliono investire in parti uguali in tutti i figli (in relazione ai loro bisogni), mentre ogni figlio vuole una parte maggiore per sé. La tensione è detta conflitto genitore-figlio<sup>19</sup>. In sostanza è una rivalità tra fratelli: i

fratelli competono tra loro per l'investimento dei genitori, mentre i genitori sarebbero felici se ognuno accettasse una quota proporzionale alle sue esigenze. Ma la rivalità tra fratelli può essere giocata anche con i genitori. In termini evolucionistici, la sola ragione per cui un genitore rifiuta di investire qualcosa su un figlio è per risparmiare per i successivi. Il conflitto di un figlio con i genitori è in realtà una rivalità con i fratelli non ancora nati<sup>20</sup>.

Un esempio tangibile è il conflitto dello svezzamento. Le calorie che una madre converte in latte non sono disponibili per allevare un nuovo figlio, quindi l'allattamento inibisce l'ovulazione. A un certo punto, perciò,



le madri dei mammiferi svezzano i figli, in modo che l'organismo possa prepararsi a procreare i figli successivi. Quando questo avviene, il giovane mammifero fa il diavolo a quattro, perseguitando la madre per settimane o per mesi per avere accesso alle mammelle, prima di rassegnarsi.

Quando ho citato la teoria del conflitto genitore-figlio per consolare un collega il cui bambino di due anni era diventato una peste dopo la nascita del fratellino, è saltato su: «Stai dicendo soltanto che la gente è egoista!». Insonne da settimane, poteva ben essere perdonato per non avere capito il nocciolo della questione. È chiaro che i genitori non sono egoisti; sono gli esseri

meno egoisti del mondo. Ma non sono neanche infinitamente altruisti, perché altrimenti i piagnucolii e le bizze sarebbero musica per le loro orecchie. E la teoria predice che neanche i figli sono completamente egoisti. Se lo fossero, ucciderebbero ogni fratello appena nato per accaparrarsi tutti gli investimenti dei genitori e chiederebbero di essere allattati a vita. La ragione per cui non lo fanno è che sono parzialmente legati ai loro fratelli presenti e futuri. Un gene che spingesse un bambino a uccidere la sorella neonata avrebbe una probabilità del cinquanta per cento di distruggere una copia di se stesso, e nella maggior parte delle specie questo costo supera il beneficio dell'aver il latte materno

tutto per sé. (In alcune specie, come le iene maculate e alcuni uccelli da preda, il costo non supera il beneficio e i fratelli si uccidono tra loro). Un gene che facesse desiderare a un quindicenne di essere allattato precluderebbe alla madre di quest'ultimo la possibilità di produrre nuove copie di se stesso all'interno di fratelli. Il costo supererebbe di due volte il beneficio, quindi la maggior parte degli organismi ha a cuore l'interesse dei propri fratelli, anche se non quanto il proprio. Ciò che questa teoria afferma, in sostanza, non è che i figli vogliono prendere o che i genitori non vogliono dare, ma che i figli vogliono prendere più di quanto i genitori sono disposti a dare.

Il conflitto genitore-figlio ha inizio nell'utero. Una donna che porta in grembo un bambino sembra un'immagine di armonia e dedizione, ma, sotto quest'apparenza radiosa, dentro di lei è in corso un'aspra battaglia. Il feto cerca di estrarre sostanze nutritive dal corpo della madre a scapito della capacità di quest'ultima di generare altri figli. La madre è una conservatrice, cerca di tenere in serbo il proprio corpo per il futuro. La placenta è un tessuto fetale che invade il corpo della madre e attinge al suo sangue. Attraverso di essa il feto secerne un ormone che limita i livelli di insulina materna, facendo crescere nel sangue il tasso di zuccheri che poi può prelevare. Ma il diabete che ne

conseguenze compromette la salute della madre, la quale nel corso dell'evoluzione ha controbattuto secernendo più insulina, il che ha indotto il feto a produrre in maggior misura gli ormoni che limitano l'insulina, e così via, finché quegli ormoni non hanno raggiunto una concentrazione superiore di un migliaio di volte a quella normale. Il biologo David Haig, che per primo ha osservato il conflitto prenatale genitore-figlio, fa notare che l'aumento dei livelli ormonali equivale ad alzare la voce: è un segno di conflitto. In un braccio di ferro analogo, il feto fa aumentare la pressione sanguigna della madre, accaparrandosi più sostanze nutritive a

spese della salute materna<sup>21</sup>.

La battaglia continua una volta che il bambino è venuto alla luce. La prima decisione della maternità è se lasciar morire il neonato. L'infanticidio è stato praticato in tutte le culture del mondo. Nella nostra è sinonimo di depravazione, uno dei crimini più ripugnanti che si possano immaginare. Si potrebbe pensare che sia una forma di suicidio darwiniano e una prova che i valori delle altre culture non sono paragonabili ai nostri. Daly e Wilson mostrano che nessuna delle due affermazioni è vera.

In tutte le specie i genitori devono decidere se continuare a investire in un neonato. L'investimento genitoriale è

una risorsa preziosa, e se un neonato ha buone probabilità di morire non vale la pena sprecare ulteriori risorse per allevarlo o allattarlo: meglio spendere tempo e calorie per allevare i suoi compagni di nidiata, ricominciare con nuovi figli o aspettare tempi migliori. Perciò la maggior parte degli animali lascia morire i figli troppo minuti o malaticci. Calcoli simili entrano in gioco anche nell'infanticidio umano. Nelle popolazioni di cacciatori-raccoglitori le donne hanno il primo figlio nella tarda adolescenza, lo allattano ogni volta che vuole per quattro anni in cui restano sterili, e ne vedono molti morire prima dell'età adulta. Se è fortunata, una donna può far

crescere fino alla maturità due o tre figli. (Le frotte di figli dei nostri nonni sono aberrazioni storiche dovute all'agricoltura, che ha fornito i surrogati del latte materno). Per far giungere anche solo un piccolo numero di neonati fino all'età adulta, le donne devono compiere scelte difficili. In varie culture del mondo li lasciano morire, quando le loro probabilità di sopravvivenza sono scarse: per esempio quando il bambino è deforme, è un gemello, è orfano di padre o ha per padre un uomo che non è il marito della donna, quando la madre è giovane (e avrà quindi l'opportunità di riprovarci), è priva di sostegno sociale, ha avuto il bimbo poco dopo un altro, è sovraccarica di figli più grandi, o è per



altri versi in gravi difficoltà, per esempio per una carestia. L'infanticidio nell'Occidente moderno è simile. Le statistiche mostrano che le madri che lasciano morire i figli sono giovani, povere e nubili. Di ciò vi sono molte spiegazioni, ma è difficile che il parallelismo con il resto del mondo sia una coincidenza<sup>22</sup>.

Le madri infanticide non sono senza cuore, e anche quando la mortalità infantile è diffusa le giovani vite non vengono mai trattate con noncuranza. Le madri vivono l'infanticidio come una tragedia inevitabile. Provano pena per il figlio e lo ricordano con dolore per il resto della loro vita. In molte culture esiste la tendenza a mantenere una certa

distanza emotiva dal neonato finché non si ha la certezza che sopravvivrà. Non si può toccarlo, attribuirgli un nome o una personalità giuridica finché non è terminato un periodo di pericolo, pratica che ha molte analogie con le nostre abitudini riguardo al battesimo e alla circoncisione (praticata ai bambini ebrei all'età di otto giorni).

È possibile che le emozioni delle neomadri, suscettibili di influire sulla decisione se tenere un bambino o lasciarlo morire, siano state plasmate da queste circostanze demografiche. La depressione post partum è stata liquidata come un delirio ormonale, ma, come per tutte le spiegazioni di emozioni complesse, bisogna chiedersi perché il

cervello è costruito in modo da permettere agli ormoni di sortire i loro effetti. Per gran parte della storia dell'evoluzione umana la neomadre ha avuto ottime ragioni per prendersi una pausa e fare il punto della situazione: era di fronte alla scelta tra una sicura tragedia subito e la possibilità di una tragedia ancora più grande qualche anno dopo, una scelta da non prendere alla leggera. Ancora oggi, il tipico rimuginare di una neomadre depressa (come me la caverò con un fardello così?) è un problema autentico. La depressione è più grave in quelle circostanze che spingono le madri di altre parti del mondo a commettere l'infanticidio, quali la povertà, i conflitti

coniugali e la condizione di ragazza madre<sup>23</sup>.

La risposta emotiva al cui riguardo si parla di «legame madre-figlio» è anch'essa senza dubbio più sofisticata dello stereotipo secondo cui una donna, se interagisce con il figlio in un arco di tempo critico dopo la sua nascita, è presa da un attaccamento al bambino che durerà per l'intera vita, come le vittime del folletto Puck che, in *Sogno di una notte di mezza estate*, cadono infatuate della prima persona che vedono al risveglio. Le madri sembrano passare da una fredda valutazione del neonato e delle loro nuove prospettive alla percezione del bambino come individuo unico e meraviglioso dopo circa una

settimana, fino al graduale svilupparsi di un amore profondo negli anni successivi<sup>24</sup>.

Il neonato è parte in causa e lotta per i suoi interessi con la sola arma di cui dispone, la tenerezza. I neonati rispondono precocemente alle madri: sorridono, entrano in contatto con loro tramite gli occhi, alzano la testa alle loro parole, giungono persino a mimarne le espressioni facciali. Questi annunci pubblicitari di un sistema nervoso in funzione possono sciogliere un cuore materno e far pendere la bilancia nell'imminente decisione se tenere o meno il bambino. L'etologo Konrad Lorenz ha fatto notare che la geometria dei neonati (testa grossa, cranio a bulbo,

occhi grandi e bassi sul volto, guance tonde e arti corti) suscita tenerezza e affetto. Tale geometria è frutto del processo di assemblaggio del neonato: l'estremità cefalica cresce più in fretta nell'utero, e l'altra estremità si mette alla pari dopo la nascita; i neonati devono crescere per corrispondere al loro cervello e ai loro occhi. Lorenz ha messo in rilievo come gli animali con una geometria di questo tipo, quali le anatre e i conigli, suscitino tenerezza negli esseri umani e, nel saggio *Omaggio di un biologo a Topolino*, Stephen Jay Gould rileva come i creatori di cartoni animati sfruttino tale geometria per rendere più attraenti i propri personaggi. È plausibile che

anche i geni la sfruttino, esaltando i caratteri infantili di un neonato, in particolare quelli che segnalano buona salute, per renderlo più attraente alla madre<sup>25</sup>.

Anche una volta che il bimbo è stato lasciato vivere, la battaglia tra le generazioni continua. Come può un figlio tenere duro in questa lotta? Come nota Trivers, i neonati non possono sbattere per terra la madre e poppare a volontà; devono usare tattiche psicologiche. Devono manipolare la genuina preoccupazione dei genitori per il loro benessere per indurli a dare di più di quanto altrimenti sarebbero disposti a dare. Ma poiché i genitori possono imparare a ignorare le grida di «al

lupo», le tattiche devono essere subdole. Un neonato conosce le proprie condizioni meglio di un genitore, perché il suo cervello è collegato a sensori dislocati in tutto il corpo, e sia i genitori sia il neonato hanno interesse a che i bisogni di quest'ultimo, essere nutrito quando ha fame e preso in braccio quando ha freddo, per esempio, siano soddisfatti. Questo dà al piccolo la possibilità di strappare più attenzioni di quelle che il genitore vorrebbe dargli: può piangere anche quando non è molto affamato o infreddolito, o continuare a negare un sorriso finché non ottiene ciò che vuole. Non è necessario che finga in senso stretto. Dato che i genitori dovrebbero evolvere la capacità di



riconoscere i pianti simulati, la tattica più efficace per il bambino potrebbe risultare quella di sentirsi davvero infelice, anche quando sul piano biologico non ne avrebbe motivo. L'autoinganno può cominciare molto presto.

È anche possibile che il bambino ricorra al ricatto, per esempio mettendosi a strillare di notte o scalmanandosi in pubblico, situazioni in cui i genitori sono restii a lasciare che lo strepito continui e facilmente capitano. Peggio: l'interesse dei genitori per il benessere del figlio permette a quest'ultimo di utilizzare se stesso come un ostaggio, dimenandosi in un violento attacco di collera o

rifiutando di fare qualcosa che, come entrambe le parti sanno, gli farebbe piacere. Thomas Schelling osserva che i bambini sono in una posizione eccellente per impiegare tattiche paradossali ([capitolo VI](#)). Possono coprirsi le orecchie, strillare, evitare gli sguardi dei genitori o tirarsi indietro, tutti comportamenti che evitano loro di percepire o comprendere le minacce dei genitori. È l'evoluzione del monello<sup>26</sup>.

La teoria del conflitto genitore-figlio è un'alternativa a due idee diffuse. Una è il complesso di Edipo freudiano, l'ipotesi che i figli maschi nutrano il desiderio inconscio di avere rapporti sessuali con la madre e di uccidere il

padre, e temano pertanto che il padre intenda castrarli. (Analogamente, nel complesso di Elettra, le bambine vogliono rapporti sessuali con il padre). Qualcosa da spiegare, in effetti, c'è. In tutte le culture i bambini piccoli sono a volte possessivi nei confronti della madre e freddi verso il suo compagno. Il conflitto genitore-figlio ne offre una spiegazione semplice. L'interesse del papà per la mamma distoglie l'attenzione di quest'ultima da me e, peggio ancora, minaccia di dar vita a un fratellino o una sorellina. I bambini possono benissimo aver evoluto delle tattiche per ritardare questo triste giorno, riducendo l'interesse della madre per il sesso e tenendo il padre

lontano da lei. Sarebbe un'estensione diretta del conflitto dello svezzamento. La teoria spiega perché i cosiddetti sentimenti edipici sono altrettanto comuni nelle bambine e nei bambini, ed evita l'idea assurda che i bambini piccoli desiderino fare l'amore con la madre.

Daly e Wilson, che hanno proposto questa alternativa, ritengono che l'errore di Freud sia stato di mettere insieme due tipi diversi di conflitto genitore-figlio. I bambini piccoli sono in conflitto con il padre per l'accesso alla madre, ma non si tratta di una rivalità di natura sessuale. E i figli più grandi possono avere un conflitto di tipo sessuale con i genitori, specialmente con i padri, ma

senza che la rivalità riguardi la madre. In molte società i padri competono con i figli per i partner sessuali, in modo esplicito o implicito. Nelle società in cui vige la poliginia, e un uomo può quindi avere più mogli, possono letteralmente competere per le stesse donne. E nella maggior parte delle società, poliginiche o monogamiche, un padre deve sovvenzionare la ricerca di una compagna da parte del figlio a discapito degli altri figli o delle sue stesse aspirazioni. Il figlio può essere impaziente che il padre inizi a stornare risorse verso di lui, e un padre ancora in forze è un impedimento alla sua carriera. I parricidi e le uccisioni dei figli nella maggior parte del mondo sono scatenati

da questa competizione<sup>27</sup>.

Inoltre i genitori combinano i matrimoni, modo elegante per dire che vendono e commerciano i figli. Anche in questo caso gli interessi possono essere in conflitto. I genitori possono faticosamente giungere a un accordo complessivo in cui un figlio ci guadagna e un altro ci perde. Nelle società poliginiche un padre può cedere le proprie figlie in cambio di mogli per se stesso e, se una figlia viene barattata con una nuora o con una moglie, il suo valore dipende dalla sua verginità: gli uomini non vogliono sposare una donna che potrebbe portare in grembo il figlio di un altro. (L'efficace controllo delle nascite è un'acquisizione recente e

ancora tutt'altro che universale). Pertanto i padri si interessano alla sessualità delle figlie, una simulazione del complesso di Elettra, ma senza che nessuna delle due parti provi desiderio per l'altra. In molte società gli uomini prendono misure orripilanti per garantire la «purezza» della figlia: accade che la tengano segregata, l'avvolgano dalla testa ai piedi in un mantello o le tolgano qualunque interesse per il sesso mediante le orribili pratiche della clitoridectomia e dell'infibulazione. Quando queste precauzioni falliscono, possono giungere a giustiziare una figlia non casta a salvaguardia di quello che, per ironia, chiamano «onore» familiare. (Nel 1977

una principessa saudita fu pubblicamente lapidata a morte per aver disonorato il nonno, fratello del re, intessendo a Londra un'imprudente relazione). Il conflitto genitore-figlio è un caso particolare del conflitto sulla «proprietà» della sessualità femminile, tema su cui torneremo<sup>28</sup>.

L'altra teoria diffusa che il conflitto genitore-figlio sovverte è quella basata sulla distinzione tra biologia e cultura: i neonati sarebbero un fascio di rozzi istinti, e i genitori li renderebbero membri competenti e ben adattati della società. La personalità, secondo questa concezione convenzionale, viene forgiata negli anni della formazione dal rapporto fra genitori e figli. Che i figli



abbiano successo in società lo desiderano anche i genitori, e siccome i bambini non sono nella condizione di plasmarsi da sé, l'integrazione sociale rappresenta una convergenza degli interessi delle due parti.

Trivers ha osservato che, secondo la teoria del conflitto genitore-figlio, non necessariamente i genitori hanno a cuore l'interesse della prole quando cercano di integrarla nella società. Come essi agiscono spesso contro l'interesse di un figlio, così possono cercare di addestrare quest'ultimo ad agire contro il proprio interesse. I genitori vogliono che ogni figlio si comporti verso gli altri fratelli in modo più altruista di quanto egli vorrebbe, e questo perché a loro

conviene che il figlio sia altruista quando il beneficio per i fratelli supera il costo che l'altruismo comporta per il figlio stesso, mentre al figlio conviene essere altruista solo quando quel beneficio supera il doppio del costo che comporta. Per parenti più lontani come fratellastri e cugini, la differenza tra l'interesse del genitore e quello del figlio è ancora maggiore, perché il primo è imparentato più strettamente al fratellastro o al cugino di quanto non lo sia il secondo. Allo stesso modo, i genitori possono cercare di persuadere il figlio che restare a casa ad aiutare la famiglia, accettare di essere venduto in matrimonio e altre soluzioni vantaggiose per i genitori (e dunque per i futuri

fratelli del figlio) siano in realtà vantaggiose per il figlio stesso. Come in tutti i conflitti, i genitori possono ricorrere all'inganno e, siccome i figli non sono stupidi, all'autoinganno. Per questo anche se i figli, essendo più piccoli e non avendo altra scelta, lì per lì sottostanno a premi, punizioni, esempi ed esortazioni dei genitori, non dovrebbero, secondo questa teoria, lasciare che la loro, personalità venga plasmata da simili tattiche<sup>29</sup>.

Facendo questa previsione, Trivers si è messo in una posizione difficile. L'idea che i genitori plasmino i figli è così radicata che perlopiù non ci si rende neppure conto che si tratta di un'ipotesi da verificare e non di una

verità autoevidente. Ora l'ipotesi è stata sottoposta a verifica e il risultato è tra i più sorprendenti della storia della psicologia.

Le personalità differiscono sotto almeno cinque aspetti principali: vi sono persone socievoli o solitarie (estroversione-introversione), sempre preoccupate o calme e soddisfatte di sé (nevroticismo-stabilità), gentili e fiduciose o rudi e sospettose (amabilità o antagonismo), premurose o incuranti (coscienziosità o superficialità) e audaci o conformiste (apertura-chiusura). Da dove provengono questi tratti? Se sono genetici, i gemelli monozigotici dovrebbero dividerli, anche quando sono stati separati fin dalla nascita, e i

fratelli di sangue dovrebbero dividerli in misura maggiore dei fratelli adottivi. Se sono un prodotto dell'integrazione sociale realizzata dai genitori, i gemelli adottivi dovrebbero dividerli, e i gemelli e i fratelli di sangue dovrebbero dividerli maggiormente se sono cresciuti nella stessa famiglia che se sono cresciuti in famiglie diverse. Decine di studi hanno sottoposto a test questo tipo di previsioni su migliaia di persone in numerosi Paesi, prendendo in esame non solo questi tratti della personalità, ma anche esiti concreti prodottisi nel corso della vita, quali il divorzio e l'alcolismo. I risultati sono chiari e replicabili, e contengono due grosse

sorprese.

Un risultato è ormai ben noto. Gran parte delle varianti personologiche, circa il cinquanta per cento, ha cause genetiche. Gemelli monozigotici separati alla nascita sono simili; fratelli di sangue cresciuti insieme sono più simili fra loro di quanto lo siano dei fratelli adottivi. Il che significa che l'altro cinquanta per cento deve provenire dai genitori e dalla famiglia, giusto? Sbagliato! Il fatto di crescere in una famiglia piuttosto che in un'altra è responsabile, al massimo, del cinque per cento delle differenze di personalità tra gli individui. I gemelli monozigotici separati alla nascita non sono soltanto simili, sono praticamente simili quanto

due gemelli monozigotici cresciuti insieme. I fratelli adottivi di una stessa famiglia non sono soltanto diversi, sono diversi quasi quanto due bambini presi a caso tra la popolazione. La più grossa influenza che i genitori esercitano sui figli è al momento del concepimento<sup>30</sup>.

(Mi devo affrettare ad aggiungere che i genitori hanno scarsa importanza solo per quanto riguarda le differenze tra loro e le differenze tra i figli che hanno allevato. Quello che fanno tutti i genitori normali e che influenza i figli non viene misurato da questi studi. I bambini piccoli hanno senz'altro bisogno dell'affetto, della protezione e degli insegnamenti di un buon genitore. Come ha detto la psicologa Judith Harris, gli

studi implicano solo che i bambini, a lasciarli nelle loro case e nel loro ambiente sociale ma scambiando a casaccio tutti i genitori, si trasformerebbero nello stesso genere di adulti)<sup>31</sup>.

Nessuno sa da dove provenga il restante quarantacinque per cento della variabilità. Forse la personalità è forgiata da eventi unici che influiscono sul cervello in crescita: la posizione che ha il feto nell'utero, quanto sangue materno si accaparra, che pressioni subisce durante il parto, se il bambino nei primi anni picchia la testa o contrae certi virus. Forse sono determinanti esperienze uniche di altro genere, come venire inseguiti da un cane o essere



oggetto di una gentilezza da parte di una maestra. Forse i tratti dei genitori e quelli dei figli interagiscono in modi complessi, per cui due bambini che crescono con gli stessi genitori vivono in realtà in due ambienti diversi. Un tipo di genitore può premiare un bambino turbolento e punirne uno placido; un altro tipo di genitore può fare il contrario. Non esistono prove attendibili a sostegno di queste ipotesi, e a mio parere ve ne sono altre due più plausibili. Entrambe vedono nella personalità un adattamento che nasce dalla divergenza di interessi tra genitori e figli. Una riguarda il piano di battaglia del figlio per competere con i suoi fratelli, che tratterò nel paragrafo

seguinte; l'altra il piano di battaglia del figlio per competere nel gruppo dei suoi coetanei.

Judith Harris ha documentato come ovunque i figli vengano introdotti in società dai loro coetanei, non dai genitori<sup>32</sup>. A ogni età si aggregano a svariati gruppi, combriccole, bande, cerchie e salotti, al cui interno si destreggiano per farsi una posizione. Ognuno di essi è una cultura che assorbe alcune abitudini dall'esterno e ne crea molte proprie. Il patrimonio culturale dei bambini (le regole per giocare a nascondino, la melodia e i testi delle nenie, la convinzione che per legge chi uccide una persona deve pagare la sua lapide) si trasmette da bambino a

bambino, a volte per migliaia di anni. Crescendo, i figli passano a gruppi di età sempre superiore, finché non si aggregano in gruppi di adulti. Il prestigio conquistato a un dato livello funge da trampolino di lancio al livello successivo; è molto significativo che i leader dei gruppi di giovani adolescenti siano i primi ad avere rapporti con l'altro sesso<sup>33</sup>. A tutte le età i figli sono portati a calcolare cosa occorre per avere successo tra i coetanei e a dare a queste strategie la precedenza su qualsiasi insegnamento che i genitori cerchino di inculcare loro. I noiosi genitori sanno di non poter tenere testa ai coetanei del figlio, e sono giustamente assillati dalla preoccupazione di avere

il miglior vicinato possibile in cui farlo crescere. Molte persone di successo sono immigrate negli Stati Uniti da bambini e non sono state minimamente ostacolate dall'aver genitori culturalmente inabili, che non hanno mai imparato la lingua o le usanze locali. Come studioso dello sviluppo del linguaggio, sono sempre rimasto colpito da come i bambini acquisiscono in breve tempo il modo di parlare dei loro compagni (specialmente l'accento), pur trascorrendo più tempo con i genitori.

Perché i figli non sono come creta nelle mani dei genitori? Come Trivers e Harris, sospetto che sia perché i loro rispettivi interessi genetici coincidono solo in parte. I figli prendono calorie e

protezione dai genitori perché essi sono i soli disposti a fornirle, ma traggono le informazioni dalle migliori fonti che hanno a disposizione ed elaborano in prima persona le proprie strategie per affrontare la vita. I genitori possono non essere gli adulti più saggi e più ricchi di cultura a portata di mano e, peggio ancora, le regole domestiche congiurano spesso contro i figli a favore dei fratelli già nati o di quelli che verranno. Per quanto riguarda la riproduzione, la famiglia è un binario morto. Il figlio dovrà competere per i partner, e prima ancora per lo status necessario a trovarli e conservarli, in altri campi di battaglia, dove vigono regole diverse. Gli conviene padroneggiarle.

Nei nostri discorsi pubblici sui figli, il conflitto d'interessi tra essi e i genitori non viene riconosciuto. Quasi ovunque e quasi sempre, i genitori si sono trovati in vantaggio, e hanno esercitato il loro potere da crudeli tiranni. In questo secolo il vento è cambiato. Gli esperti di benessere infantile inondano le librerie di manuali del bravo genitore, e il governo è prodigo di consigli in materia. Tutti i politici dipingono se stessi come amici dei bambini, e gli avversari come loro nemici. Una volta i manuali sulla crescita dei figli davano consigli alle mamme su come arrivare alla fine della giornata. Con il dottor Spock, i riflettori si sono spostati sul bambino e la madre

è divenuta una non-persona, utile soltanto a garantire la salute mentale del figlio e a prendersi la colpa se quest'ultimo diventa uno sbandato.

La rivoluzione del benessere infantile è stato uno dei grandi movimenti di liberazione della Storia, ma, come ogni redistribuzione di potere, rischia di andare troppo in là. Le critiche sociali femministe hanno sostenuto che i guru degli interessi dei bambini hanno cancellato gli interessi delle madri. Parlando del suo libro *The Myths of Motherhood*, Shari Thurer ha osservato:

Il mito più pervasivo è la negazione dell'ambivalenza materna: del fatto che davvero le madri amano e odiano i loro figli allo stesso tempo. C'è un silenzio

totale sui sentimenti ambivalenti... averli equivale a essere una cattiva madre. [Nella mia esperienza clinica] rabbia e moti di collera sono normali. I bambini non fanno che chiedere, fino a prosciugarti. Le donne non dovrebbero essere indotte a sentire che quello che ci si aspetta da loro è che soddisfino tutte le necessità dei figli. Ma il mito vuole che l'amore materno sia naturale e sempre attivo<sup>34</sup>.

Persino i sostenitori dei diritti della madre spesso si sentono in dovere di formulare le loro argomentazioni nei termini degli interessi del bambino (una madre sovraccaricata è una cattiva madre), anziché in quelli dell'interesse della madre stessa (una madre sovraccaricata è infelice).

Che gli interessi dei genitori e quelli



dei figli possano divergere hanno iniziato a constatarlo anche critici sociali più conservatori.

Barbara Dafoe Whitehead ha fatto notare, dati alla mano, che l'educazione sessuale ha fallito lo scopo per il quale viene propagandata, di ridurre cioè le gravidanze fra le adolescenti. Gli adolescenti di oggi sanno tutto sul sesso e i suoi rischi, ma le ragazze restano ugualmente incinte, probabilmente perché l'idea di avere un bambino non le preoccupa. Se preoccupa i loro genitori, forse essi farebbero meglio a imporre i propri interessi controllando le loro figlie (con accompagnatori e orari di rientro), e non limitandosi a educarle<sup>35</sup>.

Cito queste discussioni non per prendere posizione, ma per richiamare l'attenzione sulla portata che può avere il conflitto genitori-figli. Il pensiero evoluzionistico è spesso liquidato come «un approccio riduzionista» mirante a ridefinire tutte le problematiche sociali e politiche come problemi tecnici di biologia. Questa critica capovolge la realtà. Sono le concezioni da decenni prevalenti, cui l'evoluzionismo è estraneo, che considerano la crescita dei figli alla stregua di un problema tecnologico, quello di stabilire quale pratica produce i figli migliori. L'intuizione di Trivers è che le decisioni riguardanti la crescita dei figli sono intrinsecamente decisioni

riguardanti l'allocazione di risorse scarse (il tempo e gli sforzi dei genitori) nei cui confronti diverse parti avanzano legittime pretese. In quanto tale, la crescita dei figli sarà sempre in parte una questione di etica e di politica, non solo di psicologia e di biologia.

### *Fratelli e sorelle*

Da quando Caino uccise Abele, i fratelli sono al centro di un groviglio di emozioni. In quanto membri della stessa generazione che si conoscono bene a vicenda, reagiscono l'uno all'altro come individui: possono piacersi o non piacersi, competere se sono dello stesso sesso o provare attrazione sessuale se di

nesso opposto. In quanto parenti stretti, provano un grande surplus di affetto e solidarietà. Ma se ogni fratello condivide con l'altro il cinquanta per cento dei geni, con se stesso ne condivide il cento per cento; l'amore fraterno ha quindi i suoi limiti. Essendo figli degli stessi genitori, i fratelli sono in concorrenza per i loro investimenti, dallo svezzamento alla lettura del testamento. E sebbene la parziale identità del patrimonio genetico renda un fratello e una sorella alleati naturali, li rende anche genitori innaturali, alchimia genetica che mitiga i loro sentimenti sessuali.

Se le persone generassero singole figlie di  $n$  gemelli intercambiabili, il

conflitto genitori-figli sarebbe un'aspra lotta tra fratelli, ognuno dei quali chiederebbe di più della sua parte. Ma ogni bambino è diverso, se non altro perché è nato in un momento diverso. Può darsi che i genitori preferiscano non investire un ennesimo della loro energia in ognuno dei loro  $n$  figli, ma, come avveduti gestori di un portafoglio azionario, cerchino di indovinare i vincenti e i perdenti e investire di conseguenza. Le decisioni sull'investimento non sono coscienti previsioni del numero di nipoti che ci si può aspettare da ogni figlio, ma reazioni emotive modulate dalla selezione naturale perché diano esiti destinati a massimizzare quel numero nell'ambiente

in cui ci siamo evoluti. Anche se i genitori illuminati cercano con ogni sforzo di evitare favoritismi, non sempre ci riescono. In uno studio condotto su madri britanniche e statunitensi, più di due terzi di esse hanno confessato di amare maggiormente uno dei loro figli<sup>36</sup>.

Come fanno i genitori a compiere la *Scelta di Sophie* e sacrificare un figlio quando le circostanze lo impongono? La teoria dell'evoluzione prevede che il criterio principale debba essere l'età. L'infanzia è un campo minato, e quanto più un bambino cresce tanto più il genitore è fortunato ad averlo ancora vivo, e tanto più insostituibile diventa il bambino, come fonte di futuri nipoti, fino alla maturità sessuale. (Da quel

momento in poi gli anni fertili iniziano a essere consumati e il numero di nipoti che ci si può aspettare dal figlio decresce). Per esempio, le tavole attuariali indicano che in una società di cacciatori-raccoglitori un bambino di quattro anni darà in media al genitore 1,4 volte più nipoti di un neonato, un bambino di otto anni 1,5 e uno di 12 anni 1,7. Quindi, se i genitori hanno già un figlio nel momento in cui ne arriva un altro, e non sono in grado di sfamarli entrambi, dovrebbero sacrificare il neonato. In nessuna società umana i genitori sacrificano un figlio più grande quando ne nasce uno nuovo. Nella nostra società la probabilità che un genitore uccida un figlio decresce costantemente

con il crescere dell'età del bambino, soprattutto nel corso del pericoloso primo anno. Quando si chiede a dei genitori di immaginare la perdita di un figlio, essi dichiarano che proverebbero più dolore per un figlio grande, fino all'adolescenza. La crescita e il calo del dolore previsto sono correlati quasi perfettamente con l'aspettativa di vita dei figli di cacciatori-raccoglitori<sup>37</sup>.

D'altra parte un bambino piccolo, essendo più indifeso, trae maggior vantaggio dall'assistenza quotidiana dei genitori. E questi ultimi affermano di provare sentimenti di maggior tenerezza verso i figli più piccoli, anche se sembrano dare più valore ai più grandi. I calcoli iniziano a cambiare quando i



genitori invecchiano e diventa probabile che un nuovo figlio sia l'ultimo. A quel punto non c'è niente per cui valga la pena risparmiare, e il neonato ha buone probabilità di essere viziato. I genitori mostrano un debole inoltre per i figli che, cinicamente, si potrebbero definire gli investimenti migliori: i più vigorosi, più belli, più dotati.

Visto che i genitori tendono a fare favoritismi, i figli dovrebbero essere inclini per selezione naturale a condizionare a proprio favore le loro scelte di investimento. I figli sono straordinariamente sensibili ai favoritismi, anche in età adulta e dopo la morte dei genitori. Devono calcolare come ottenere il meglio dalle carte che

la natura ha distribuito loro e dalle dinamiche della partita a poker in cui sono nati. Lo storico Frank Sulloway ha avanzato l'ipotesi che l'elusiva componente non genetica della personalità sia un set di strategie per contendere ai fratelli gli investimenti dei genitori, e che sia per questo che i bambini di una stessa famiglia sono così diversi. Ognuno si sviluppa in un ambiente familiare diverso ed elabora un piano diverso per uscire vivo dall'infanzia. (L'idea è un'alternativa a quella proposta da Harris, secondo cui la personalità è una strategia per cavarsela in gruppi di coetanei, anche se potrebbero essere vere entrambe).

Un primogenito parte con diversi

vantaggi. Per il solo fatto di essere sopravvissuto fino alla sua età, è più prezioso per i genitori, e naturalmente è più grande, più forte e più capace di ragionare del fratello minore, e lo resterà finché quest'ultimo sarà un bambino. Ma dopo averla fatta da padrone per un anno o più, egli vede il nuovo arrivato come un usurpatore. Perciò dovrebbe identificarsi nei genitori, che hanno fatto coincidere i propri interessi con i suoi, e opporsi ai cambiamenti dello status quo che lo ha sempre soddisfatto così bene. Dovrebbe inoltre imparare il miglior modo per esercitare il potere che il destino gli ha offerto. Un primogenito, insomma, dovrebbe essere un conservatore e un

prepotente. Il secondogenito deve competere in un mondo che vede la presenza di un simile servile caporal maggiore, e dato che non può farsi strada con la delinquenza e il servilismo, deve coltivare le strategie opposte: apparire conciliante e propenso alla cooperazione. E avendo meno interesse allo status quo, dovrebbe essere recettivo al cambiamento. (Queste dinamiche dipendono anche dalle componenti innate delle personalità dei fratelli, oltre che dal loro sesso, dalle loro dimensioni corporee e dagli anni che li separano; la situazione può variare a seconda dei casi).

Chi nasce dopo dev'essere più

elastico anche per un'altra ragione. I genitori investono nei figli che promettono maggior successo nella vita. Il primogenito ha già avanzato pretese su tutte le abilità tecniche e personali in cui eccelle. Non ha senso per chi viene dopo competere su questo terreno; qualsiasi successo sarebbe ottenuto a spese del fratello più grande e più esperto, e il piccolo obbligherebbe i genitori a scegliere un vincitore, con spaventose probabilità che la scelta sia contro di lui. Il secondogenito deve invece cercare una nicchia diversa in cui eccellere. Questo dà ai suoi genitori l'opportunità di diversificare i loro investimenti: egli fa da complemento alle capacità del fratello maggiore nella

competizione all'esterno della famiglia. I fratelli in una stessa famiglia esaltano le reciproche differenze per lo stesso motivo per cui le specie in uno stesso ecosistema si evolvono in forme distinte: in ogni nicchia c'è posto per un singolo occupante.

I terapeuti della famiglia discutono di queste dinamiche da decenni, ma che prove concrete ci sono? Sulloway ha analizzato i dati relativi a 120.000 persone raccolti in 196 studi, adeguatamente controllati, sulla relazione tra ordine di nascita e personalità. Come prevedeva, i primogeniti risultano meno aperti (più conformisti, tradizionalisti e strettamente identificati con i genitori), più

coscienziosi (più responsabili, orientati al risultato, seri e organizzati), più antagonisti (meno amabili, disponibili, benvenuti e accomodanti) e più nevrotici (meno equilibrati, più ansiosi). Sono inoltre più estroversi (più assertivi, più leader), anche se le indicazioni al riguardo sono confuse perché sono più seri, il che li fa apparire più introversi.

La politica della famiglia non esercita la sua influenza solo sulle risposte ai test, ma anche sul comportamento nel mondo quando sono in ballo forti interessi. Sulloway ha analizzato i dati biografici di 3894 scienziati che avevano preso posizione su rivoluzioni scientifiche radicali (quali la rivoluzione copernicana e il

darwinismo), di 893 membri della Convenzione nazionale francese durante il Terrore del 1793-1794, di oltre 700 protagonisti della Riforma protestante e dei leader di 62 movimenti riformatori statunitensi quale quello per l'abolizione della schiavitù. È risultato che in ognuno di questi sconvolgimenti era più probabile che i non primogeniti fossero a favore della rivoluzione e i primogeniti reazionari. E tali effetti non sono un sottoprodotto del peso della famiglia, delle sue tendenze, della classe sociale o di altri potenziali fattori di disturbo. È risultato che, quando la teoria dell'evoluzione fu proposta per la prima volta ed era ancora un'idea sovversiva, i non primogeniti avevano



dieci volte più probabilità di esserne sostenitori rispetto ai primogeniti. Le altre presunte cause di radicalismo, come la nazionalità e la classe sociale, hanno solo effetti di piccola entità? (Darwin stesso, per esempio, apparteneva a un ceto elevato ma era un non primogenito). Gli scienziati non primogeniti sono anche meno specializzati, e si cimentano in un maggior numero di discipline scientifiche<sup>38</sup>.

Se la personalità è un adattamento, perché le strategie che hanno assolto il loro ruolo nella stanza dei giochi dovrebbero essere conservate fino all'età adulta? Una possibile risposta è che i fratelli non escono mai del tutto

dall'orbita dei genitori, ma competono per tutta la vita. Questo è senz'altro vero nelle società tradizionali, inclusi gruppi di cacciatori-raccoglitori. Un'altra possibilità è che tattiche come l'assertività e il conservatorismo siano capacità come le altre. Dopo aver investito risorse su risorse per affinarle, un giovane diviene sempre più restio a ripercorrere la curva dell'apprendimento per coltivare nuove strategie con cui rapportarsi agli altri.

La scoperta che i bambini cresciuti nella stessa famiglia non sono più simili di quanto sarebbero se fossero cresciuti su pianeti diversi ci dimostra quanto poco capiamo dello sviluppo della personalità. Tutto ciò che sappiamo è

che le idee predilette riguardo all'influenza dei genitori sono sbagliate. Le ipotesi più promettenti, ho l'impressione, verranno dal riconoscere che l'infanzia è una giungla e che il primo problema che i bambini affrontano nella vita è come cavarsela in mezzo a fratelli e coetanei.

La relazione tra fratello e sorella ha un risvolto in più: uno è un maschio, l'altra una femmina, e questi sono gli ingredienti di un rapporto sessuale. Si hanno rapporti sessuali e ci si sposa con coloro con i quali si interagisce di più, come i colleghi o il ragazzo o la ragazza della porta accanto, e che ci sono più simili, quelli della nostra stessa classe

sociale, religione, razza o aspetto<sup>39</sup>. Le forze dell'attrazione sessuale dovrebbero attirare i fratelli l'uno verso l'altra come calamite. Anche se la confidenza porta irriverenza, se solo una minuscola frazione dei fratelli andasse d'accordo dovrebbero esserci milioni di fratelli e sorelle desiderosi di andare a letto insieme e sposarsi. Non ce n'è pressoché nessuno. Né nella nostra società, né in alcuna società umana ben studiata, né tra la maggior parte degli animali in natura. (I bambini in età prepubere a volte si dedicano a giochi sessuali; qui sto parlando di veri rapporti sessuali tra fratelli maturi).

Fratelli e sorelle evitano di far l'amore perché dissuasi dai genitori?

Quasi certamente no. I genitori cercano di abituare i figli a essere più affettuosi l'uno con l'altro («Su, dà un bacio alla sorellina!»), non meno. E se scoraggiassero pratiche sessuali, sarebbe il primo caso nella storia dell'Umanità in cui una proibizione sessuale funziona: i fratelli e le sorelle adolescenti non si imboscano nei parchi o sui sedili posteriori delle macchine.

Il tabù dell'incesto, la proibizione pubblica di rapporti sessuali o matrimoni tra parenti stretti, ossessiona gli antropologi da un secolo, ma non spiega che cosa tenga lontani i fratelli. L'assenza dell'incesto è universale, i tabù contro l'incesto no. E la maggior parte di questi tabù non riguardano il

nesso nell'ambito della famiglia nucleare. Alcuni vietano rapporti sessuali tra falsi parenti e non fanno che rafforzare la gelosia sessuale. Gli uomini poliginici, per esempio, possono approvare leggi per tenere lontani i figli dalle proprie mogli più giovani, ufficialmente loro «matrigne». Come si è visto, gran parte dei tabù proibiscono il matrimonio (non i rapporti sessuali) tra parenti più distanti, come i cugini, e sono stratagemmi utilizzati da chi è al potere per evitare che si accumuli ricchezza in famiglie rivali. A volte i rapporti sessuali tra membri della stessa famiglia ricadono sotto l'ombrello di norme antincesto più generali, ma non ne sono mai l'obiettivo<sup>40</sup>.

Fratelli e sorelle semplicemente non si trovano attraenti come partner sessuali. E questo è un *understatement*: in realtà il solo pensare l'uno all'altro in questi termini li fa sentire acutamente a disagio o li riempie di disgusto (emozione che chi è cresciuto senza fratelli dell'altro sesso non capisce). Freud sosteneva che proprio tale intensa emozione è prova di un desiderio inconscio, specialmente quando un maschio dichiara repulsione al pensiero di avere rapporti sessuali con la madre. Secondo questo modo di ragionare potremmo concludere che esiste in noi il desiderio inconscio di mangiare gli escrementi dei cani o conficcarci aghi negli occhi.

La ripugnanza verso rapporti sessuali con fratelli è così forte negli esseri umani e altri vertebrati mobili a lunga vita che è una buona candidata al titolo di adattamento. La sua funzione è probabilmente di evitare il costo dell'endogamia: la riduzione della *fitness* (capacità riproduttiva e di sopravvivenza) della progenie. Dietro la credenza popolare che l'incesto «guasta il sangue» e gli stereotipi del montanaro subnormale e del cretinismo nelle famiglie reali c'è un briciolo di verità biologica. Nel pool genico (insieme dei geni presenti in un dato momento in una data popolazione) piovono continuamente mutazioni dannose. Alcune sono dominanti, pregiudicano i



loro portatori e vengono rapidamente eliminate dalla selezione. Ma per la maggior parte sono recessive e non fanno alcun danno finché, accumulatesi nella popolazione, non incontrano copie di se stesse, cosa che avviene quando due loro portatori si accoppiano. Poiché i parenti stretti condividono parte dei loro geni, accoppiandosi corrono un rischio molto più alto che nella loro prole si incontrino due copie di un gene recessivo dannoso. Dato che tutti noi portiamo l'equivalente di uno o due geni letali recessivi, quando un fratello e una sorella si accoppiano hanno forti probabilità, sia in teoria sia in base a studi che hanno misurato questi rischi, di generare figli compromessi. Lo stesso

vale per gli accoppiamenti madre-figlio e padre-figlia (e, in misura minore, per quelli tra parenti più lontani). È ragionevole che nella nostra specie (e in molte altre) si sia evoluta un'emozione che distoglie dall'idea di rapporti sessuali con familiari<sup>41</sup>.

L'inibizione dell'incesto mette in mostra il complesso software sotteso alle emozioni che proviamo per gli altri. Noi sentiamo legami affettivi più forti verso i familiari che verso i conoscenti o gli estranei. Percepriamo chiaramente l'attrattiva sessuale dei membri della famiglia, e ci fa persino piacere guardarli. Ma l'affetto e l'apprezzamento della bellezza non si traducono nel desiderio di rapporti

sessuali, anche se le stesse emozioni, suscitate da un non parente, ispirerebbero un desiderio irresistibile. Il modo in cui una sola informazione può trasformare la lussuria in orrore è stato utilizzato con grandi effetti drammatici in decine di trame che Polti classifica come «crimini d'amore involontari», la più famosa delle quali è quella dell'*Edipo re* di Sofocle.

L'inibizione dell'incesto ha due risvolti. Uno è che accoppiamenti diversi all'interno della famiglia hanno costi e benefici genetici diversi, sia per i protagonisti sia per coloro che li circondano. Ci si può aspettare che la repulsione sessuale sia modulata di conseguenza. Tanto per i maschi quanto

per le femmine, il beneficio di avere un figlio con un familiare stretto sta nel fatto che il bambino contiene il settantacinque per cento dei geni di ciascun genitore, anziché l'usuale cinquanta (il venticinque per cento in più viene dai geni che, condivisi dai genitori in quanto parenti, si trasmettono al figlio). I costi sono il rischio di un figlio deforme e la perdita dell'opportunità di fare un figlio con qualcun altro. Le opportunità perdute, tuttavia, non sono le stesse per maschi e femmine. Inoltre, i figli sanno sempre con certezza chi è la loro madre, non sempre chi è il loro padre. Per entrambe queste ragioni i costi dell'incesto devono essere valutati separatamente

per ognuno dei possibili accoppiamenti nella famiglia<sup>42</sup>.

Dall'accoppiamento di una madre con un figlio, invece che con il padre di quest'ultimo, nessuno dei due trae un vantaggio così grande da superare i rischi genetici. E dato che in genere un uomo non è attratto da una donna dell'età di sua madre, il risultato è che questo tipo di incesto è pressoché inesistente.

Per l'incesto tra padri e figlie e tra fratelli e sorelle i calcoli danno risultati diversi a seconda che si assuma il punto di vista di uno o dell'altro. Un'ipotetica ragazza ancestrale messa incinta da un fratello o da un padre si vedrebbe preclusa la possibilità di avere un figlio

da un non parente per i nove mesi della gravidanza e, tenendo il bambino, per i due-quattro anni dell'allattamento. Sprecherebbe quindi un'opportunità preziosa di riprodursi per un bambino che rischia di essere deforme. L'incesto, in questo caso, dovrebbe risultare assolutamente ripugnante. Ma un maschio che mettesse incinta la sorella o la figlia potrebbe accrescere il numero di figli che fa venire al mondo, perché la gravidanza di una donna non gli impedisce di ingravidarne un'altra. C'è il rischio che il bambino nasca deforme, ma, se ciò non accade, il figlio non è altro che un guadagno (più precisamente, il guadagno è la quota extra di geni paterni presente nel figlio). La

ripugnanza per l'incesto potrebbe essere in questo caso più debole, rendendo meno difficile al maschio varcare il confine. Si tratta di un caso particolare del minor costo della riproduzione per i maschi e del carattere meno discriminante del loro desiderio sessuale, argomenti su cui torneremo.

Un padre, inoltre, non può mai essere certo che una figlia sia sua, quindi il costo genetico per lui potrebbe anche essere nullo. È possibile quindi che il desiderio incestuoso incontri in un padre meno resistenza che, per esempio, in un fratello, sempre certo di essere imparentato con la sorella perché hanno la stessa madre. Per i patrigni e i fratellastri non c'è alcun costo genetico,

e non meraviglia quindi che dalla metà ai tre quarti di tutti i casi di incesto di cui si ha notizia si consumino tra patrigni e figliastre, quasi sempre su iniziativa dei primi. La maggior parte degli incesti restanti avviene tra padri e figlie, e praticamente tutti sono imposti con la forza dal padre. Alcuni hanno luogo tra ragazze e altri parenti maschi più anziani, e anch'essi sono per lo più imposti con la violenza<sup>43</sup>. Una madre non trae alcun beneficio genetico da un accoppiamento tra il marito e la figlia (rispetto a un accoppiamento tra la figlia e il genero), mentre subisce il costo di nipoti tarati, quindi i suoi interessi sono in sintonia con quelli della figlia, e dovrebbe perciò rappresentare una forza



di opposizione all'incesto. Lo sfruttamento incestuoso delle ragazze potrebbe essere ancora più frequente se non ci fossero con loro le madri. Queste battaglie sono mosse da forti emozioni, ma le emozioni non sono in alternativa all'analisi genetica; l'analisi spiega perché hanno luogo. E naturalmente, nella scienza come nelle indagini poliziesche, cercare di immaginarsi il motivo del crimine non scusa il crimine.

Non è possibile percepire direttamente, tramite i sensi, se si hanno geni in comune con un'altra persona; come per le altre percezioni, il cervello, per fare congetture intelligenti, deve combinare le informazioni sensoriali con presupposti riguardanti il mondo

circostante. Nel [capitolo IV](#) abbiamo visto che, quando il mondo viola i presupposti, si cade in preda a illusioni, ed è esattamente ciò che accade nella percezione della parentela. Edward Westermarck, antropologo del Diciannovesimo secolo, ha ipotizzato che crescere in stretta intimità con una persona nei primi anni di vita sia l'informazione chiave che il cervello utilizza per inserire la persona in questione nella categoria «fratelli e sorelle». Analogamente, quando un adulto alleva un bambino dovrebbe percepirlo come «figlio» o «figlia», e il bambino percepire l'adulto come «madre» o «padre». E tali classificazioni negano il desiderio

sessuale.

Questi algoritmi presuppongono un mondo in cui i bambini cresciuti insieme sono fratelli biologici e viceversa, cosa senz'altro vera per le popolazioni di cacciatori-raccoglitori. I figli di una madre crescono con lei e di solito anche con il padre. Ma quando quest'ipotesi è falsa, essi dovrebbero rimanere vittime di un'illusione di parentela. Se crescono con una persona che non è un parente, dovrebbero provare nei suoi confronti, dal punto di vista sessuale, indifferenza o repulsione. Se crescono separati da una persona che è un loro parente, la repulsione non dovrebbe manifestarsi. Sentirci dire che il ragazzo o la ragazza con cui usciamo è in realtà nostro

fratello o sorella può bastare a rovinare l'atmosfera romantica, ma un meccanismo di imprinting inconscio che agisce in un periodo critico della prima infanzia è senz'altro ancora più potente.

Entrambi i tipi di illusione sono stati documentati. I kibbutz israeliani furono fondati all'inizio del Ventesimo secolo da pianificatori utopisti decisi a disgregare la famiglia nucleare. Bambini e bambine della stessa età condividevano i medesimi spazi da poco dopo la nascita fino all'adolescenza, e venivano allevati insieme da bambinaie e insegnanti. Quando raggiungevano la maturità sessuale, raramente coloro che erano cresciuti insieme si sposavano o avevano rapporti sessuali, anche se

simili matrimoni non venivano affatto scoraggiati. In alcune zone della Cina le spose usavano trasferirsi in casa della famiglia del marito, dando luogo ad attriti facilmente immaginabili. I genitori escogitarono perciò la brillante idea di adottare per il figlio una sposa ancora bambina, assicurandosi così che sarebbe stata per sempre alla mercé della suocera. Quello di cui non si resero conto è che in questo modo simulavano gli indizi psicologici che facevano credere ai due bambini di essere fratelli. Accadeva quindi che, crescendo, i due non si sentissero attratti e, rispetto alle coppie convenzionali, ne nascevano matrimoni infelici, infedeli, infecondi e di breve durata. In alcune zone del

Libano i cugini paralleli paterni crescono insieme come fratelli. I genitori li spingono a sposarsi tra loro, ma ne nascono coppie sessualmente apatiche, relativamente infeconde e inclini al divorzio. Le pratiche non convenzionali di allevamento dei figli, si è osservato, sortiscono esiti analoghi in ogni continente, e che di ciò si possano dare spiegazioni alternative è da escludere.

Viceversa, coloro che commettono un incesto spesso non sono cresciuti insieme. Da uno studio su fratelli incestuosi condotto a Chicago è risultato che gli unici tra di essi che avessero concepito l'idea di sposarsi erano quelli cresciuti separati. I padri che abusano

sessualmente delle figlie sono spesso quelli che hanno passato meno tempo con loro da piccole. I patrigni che hanno avuto con le figliastre ancora piccole tanti contatti quanti un padre biologico non sono più propensi di quest'ultimo ad abusarne. Infine, circolano aneddoti secondo cui i figli adottivi, dopo avere a lungo cercato i loro genitori e fratelli biologici, spesso se ne sentono sessualmente attratti; non sono a conoscenza tuttavia di nessuno studio controllato al riguardo<sup>44</sup>.

L'effetto Westermarck spiega l'incesto più famoso: quello di Edipo. Laio, re di Tebe, era stato avvisato da un oracolo che suo figlio lo avrebbe ucciso. Quando Giocasta, sua moglie,

ebbe un figlio, egli legò il bambino e lo abbandonò su una montagna. Edipo fu ritrovato e allevato da un pastore e poi adottato dal re di Corinto, che lo crebbe come un figlio. Durante una visita a Delfi, Edipo apprese che era destinato a uccidere suo padre e a sposare sua madre, per cui abbandonò Corinto giurando di non farvi mai più ritorno. Sulla strada di Tebe incontrò Laio e in una disputa lo uccise. Quando poi risolse l'enigma della sfinge, la sua ricompensa fu il trono di Tebe e la mano della vedova sua regina, Giocasta, la madre biologica con cui egli non era cresciuto. Ebbero quattro figli prima che ricevesse la brutta notizia.

Ma il trionfo definitivo della teoria di



Westermarck è stato confermato da un'osservazione di John Tooby. L'idea che i bambini vogliono andare a letto con la madre colpisce la maggior parte degli uomini come la maggiore sciocchezza che abbiano mai sentito. Fa eccezione, com'è noto, Freud, il quale scrisse che da bambino aveva avuto una reazione erotica guardando la madre mentre si vestiva. Ma Freud era stato allattato da una balia, e forse non aveva provato quell'intimità precoce che avrebbe rivelato al suo sistema percettivo che la signora Freud era sua madre. La teoria di Westermarck ha battuto Freud sul suo stesso terreno.

*Uomini e donne*

«Uomini e donne. Donne e uomini. Non  
funzionerà mai».

ERICA JONG

A volte invece, come sappiamo, funziona. Un uomo e una donna possono innamorarsi, e l'ingrediente, cruciale è un'espressione di impegno, come abbiamo visto nel [capitolo VI](#). Un uomo e una donna hanno bisogno dei rispettivi DNA e dunque possono trarre piacere dal sesso. Un uomo e una donna hanno un comune interesse per i figli, e il loro amore duraturo si è evoluto per proteggere tale interesse. Un marito e una moglie, inoltre, possono essere i migliori amici l'uno dell'altra e godere di quella lealtà e di quella fiducia destinate a durare un'intera vita che

stanno alla base della logica dell'amicizia (ne parleremo più estesamente oltre). Queste emozioni hanno la loro radice nel fatto che se un uomo e una donna sono monogami, uniti per la vita, e non nepotisti verso le rispettive famiglie, i loro interessi genetici sono identici.

Sfortunatamente, questo è un grande «se». Anche le coppie più felici possono litigare come cani e gatti e al giorno d'oggi, negli Stati Uniti, metà dei matrimoni finisce in un divorzio. George Bernard Shaw ha scritto: «Quando vogliamo leggere di gesti compiuti per amore, dove volgiamo lo sguardo? Alla cronaca degli omicidi». Il conflitto tra uomini e donne, a volte mortale, è

universale, e fa pensare che nelle vicende umane il sesso non sia una forza che lega, ma che divide. Ancora una volta, è una banalità che va detta, perché il senso comune la nega. Uno degli ideali utopici degli anni Sessanta, ripetuto da allora in poi da guru del sesso come il dottor Ruth, è quello del legame di coppia monogamo che dura tutta la vita, emotivamente aperto, caratterizzato da un intenso erotismo, dal piacere reciproco, e in cui non esistono sensi di colpa. L'alternativa proposta dalla controcultura era l'orgia collettiva emotivamente aperta, caratterizzata da un intenso erotismo, dal piacere reciproco, e in cui non esistessero sensi di colpa. Entrambi i modelli venivano

attribuiti ai nostri antenati ominidi, ai primi stadi della civiltà o a tribù primitive ancora esistenti da qualche parte. Entrambi sono dei miti come il Giardino dell'Eden.

La battaglia tra i sessi non è semplicemente una scaramuccia nella guerra tra individui non imparentati; essa si combatte in un campo di battaglia diverso, e per ragioni spiegate per la prima volta da Donald Symons. «Riguardo alla sessualità umana», ha scritto Symons, «c'è una natura umana femminile e una natura umana maschile, e queste nature sono straordinariamente diverse. Gli uomini e le donne differiscono nella loro natura sessuale perché durante la lunghissima fase di

cacciatori-raccoglitori della storia evolucionistica umana i desideri e le inclinazioni sessuali che risultavano adattivi per uno dei sessi rappresentavano per l'altro passaporti per l'oblio riproduttivo»<sup>45</sup>.

Molti negano che ci sia una qualsiasi differenza di rilievo tra i due sessi. Nella mia università, agli studenti di psicologia del genere si insegnava che la sola differenza accertata tra uomini e donne è che agli uomini piacciono le donne e alle donne piacciono gli uomini. Le due nature umane di Symons sono liquidate quali «stereotipi di genere», come se questo bastasse a dimostrarne la falsità. La convinzione che i ragni tessono la tela e i maiali no è anch'essa

uno stereotipo, ma non per questo risponde meno a verità. Come vedremo, alcuni stereotipi di genere sono stati verificati al di là di ogni ragionevole dubbio. Anzi, gli studiosi delle differenze sessuali hanno scoperto che molti stereotipi di genere sottostimano le differenze documentate tra i sessi<sup>46</sup>.

Per cominciare, perché esiste il sesso? Lord Chesterfield osservava che nel sesso «il piacere è momentaneo, la posizione ridicola e la spesa tremenda». Sul piano biologico i costi sono davvero tremendi, ma allora perché quasi tutti gli organismi complessi si riproducono sessualmente? Perché le donne non danno verginalmente alla luce figlie che

siano loro cloni, anziché sprecare metà delle gravidanze in figli maschi privi dell'attrezzatura per produrre nipoti e destinati a non essere altro che donatori di sperma? Perché gli esseri umani e altri organismi scambiano metà dei propri geni con quelli di un altro membro della specie, generando varietà nella progenie per il puro gusto della varietà? Non è per evolvere più in fretta, perché gli organismi sono selezionati per la loro *fitness* lì e ora. Non è per adattarsi alle variazioni ambientali, perché un mutamento casuale in un organismo già adattato ha più probabilità di essere un mutamento in peggio che in meglio, essendoci molti più modi di essere male adattati che ben



adattati. La teoria migliore, proposta da John Tooby, William Hamilton e altri, a cui sostegno esistono oggi diversi tipi di prove, è che il sesso è una difesa contro parassiti e agenti patogeni (microrganismi che causano malattie)<sup>47</sup>.

Dal punto di vista di un germe, ognuno di noi è una grossa e deliziosa torta alla panna montata, pronta per essere mangiata. Il corpo la vede diversamente, e ha evoluto una batteria di difese, dalla pelle al sistema immunitario, per impedire ai germi di entrare o per farli fuori una volta dentro. Tra gli anfitrioni e gli agenti patogeni si svolge una corsa agli armamenti evuzionistica, anche se un'analogia migliore potrebbe essere quella

dell'escalation in una guerra tra fabbricanti di casseforti e scassinatori. I germi sono piccoli ed evolvono stratagemmi diabolici per infiltrarsi nei meccanismi delle cellule e deviarne la rotta, per carpirne le materie prime e per camuffarsi da tessuti propri dell'organismo e sfuggire così alla sorveglianza del sistema immunitario. Il corpo risponde con migliori sistemi di sicurezza, ma i germi hanno un vantaggio di partenza: sono di più e possono riprodursi milioni di volte più in fretta, il che permette loro di evolvere più velocemente: sono in grado di andare incontro a mutamenti evoluzionistici di rilievo anche nell'arco della vita di chi hanno invaso. Gli agenti patogeni

possono evolvere chiavi per aprire qualsiasi catenaccio molecolare che il corpo abbia evoluto.

Ora, se un organismo fosse asessuato, una volta che gli agenti patogeni avessero scassinato i sistemi di sicurezza del suo corpo, avrebbero scassinato anche quelli dei suoi figli e fratelli. La riproduzione sessuale è una tecnica per cambiare la serratura a ogni generazione. Scambiando metà dei propri geni con una metà diversa, un organismo dà alla sua prole un vantaggio di partenza nella gara contro i germi locali. Le nuove serrature molecolari avranno una combinazione diversa, quindi il germe dovrà ricominciare da zero ed evolvere nuove chiavi. Un

agente patogeno maligno è la sola cosa al mondo che ricompensi il cambiamento attuato per il gusto del cambiamento.

Il sesso pone un secondo rompicapo. Perché esistono due sessi? Perché produciamo un grosso uovo e moltitudini di piccoli spermatozoi, invece di due grumi uguali che si fondono come mercurio? La risposta è perché la cellula destinata a divenire il neonato non può essere solo una valigia di geni; ha bisogno del restante armamentario metabolico di una cellula. Una parte dell'armamentario, i mitocondri, possiede geni propri, il famoso DNA mitocondriale, così utile per datare le separazioni evuzionistiche. Come tutti

i geni, quelli dei mitocondri sono selezionati per replicarsi senza posa. Ed è per questo che una cellula formata dalla fusione di due cellule uguali andrebbe incontro a dei guai. I mitocondri di un genitore e quelli dell'altro ingaggerebbero una feroce lotta per la sopravvivenza al suo interno, in cui gli uni e gli altri ucciderebbero le loro controparti, lasciando la cellula frutto di fusione pericolosamente a corto di energia. I geni necessari al resto della cellula (quelli del nucleo) soffrirebbero della menomazione, e hanno evoluto quindi un modo per prevenire la guerra intestina. In ogni coppia di genitori, uno «acconsente» al disarmo unilaterale: procura una cellula che non fornisce

armamentario metabolico, ma solo DNA nudo per il nuovo nucleo. La specie si riproduce tramite la fusione tra una grande cellula che contiene metà del corredo genetico più l'intero armamentario necessario e una piccola cellula che contiene metà del corredo genetico e nient'altro. La grande cellula si chiama uovo, quella piccola spermatozoo<sup>48</sup>.

Una volta che un organismo ha compiuto questo primo passo, la specializzazione delle sue cellule sessuali può solo crescere. Uno spermatozoo è piccolo ed economico, quindi l'organismo può fabbricarne molti senza difficoltà e dotarli di motori fuoribordo per raggiungere in fretta

l'uovo e di un organo per lanciarli sulla loro strada. L'uovo è grande e prezioso, quindi all'organismo conviene dargli un vantaggio dotandolo di sostanze nutritive e di un involucro protettivo. Questo lo rende ancora più costoso, quindi per proteggere l'investimento l'organismo evolve organi che permettono all'uovo fecondato di svilupparsi all'interno del corpo e di assorbire ancora più nutrimento, e che lasciano andare i nuovi figli solo quando sono abbastanza grandi da sopravvivere. Queste strutture sono gli organi riproduttivi maschile e femminile. In alcuni animali, ermafroditi, in ogni individuo sono presenti entrambi i tipi di organi; nella maggior parte, però, la specializzazione

si spinge fino alla suddivisione in due generi, ognuno dei quali destina tutto il tessuto riproduttivo a un tipo di organo oppure all'altro. Si chiamano maschi e femmine<sup>49</sup>.

Trivers ha spiegato come tutte le differenze di rilievo tra maschi e femmine derivino dalla differenza nell'entità minima del loro investimento nella progenie. Per investimento, ricordiamolo, s'intende qualsiasi cosa un genitore faccia per accrescere le probabilità di sopravvivenza di un figlio, riducendo al contempo la propria capacità di produrre altri figli. L'investimento può essere costituito da energia, sostanze nutritive, tempo o rischi. La femmina, per definizione,



inizia con un investimento maggiore (la cellula sessuale più grande), e nella maggior parte delle specie il suo impegno continua e anzi si accresce. Il maschio fornisce un misero pacchetto di geni e di solito si ferma lì. Siccome ogni figlio richiede un investimento da parte di ognuno dei due, il fattore che limita il numero di figli generabili è il contributo della femmina: a ogni uovo che essa crea e nutre può corrispondere al massimo un figlio. Da questa differenza scaturiscono due serie di conseguenze.

In primo luogo, un solo maschio può fecondare numerose femmine, il che toglie ad altri maschi la possibilità di accoppiarsi. Questo scatena una competizione tra i maschi per l'accesso

alle femmine. Un maschio può aggredirne fisicamente altri per impedire loro di arrivare a una femmina, o può competere per le risorse necessarie all'accoppiamento, o corteggiare una femmina per essere da lei prescelto. I maschi hanno quindi un successo riproduttivo variabile. Un vincitore può mettere al mondo molti figli, un perdente non ne procrea nessuno.

In secondo luogo, il successo riproduttivo dei maschi dipende dal numero di femmine con cui si accoppiano, mentre l'inverso non vale per le femmine. Il che rende queste ultime più selettive. I maschi corteggiano le femmine e si accoppiano

con tutte quelle che lo consentono. Le femmine esaminano i maschi e si accoppiano solo con i migliori: quelli che hanno i migliori geni, quelli più capaci di nutrire e proteggere la prole e più disposti a farlo, o quelli che le altre femmine tendono a preferire.

La competizione tra maschi e la selezione da parte delle femmine sono onnipresenti nel regno animale. Su questi due fenomeni ha richiamato l'attenzione anche Darwin, che li definisce «selezione sessuale», chiedendosi tuttavia perché mai debbano essere i maschi a competere e le femmine a scegliere e non viceversa. La teoria dell'investimento genitoriale risolve l'enigma. Il sesso che investe di

più sceglie, quello che investe meno compete. La causa delle differenze sessuali è insomma l'investimento relativo. Tutto il resto, testosterone, estrogeni, peni, vagine, cromosomi X, cromosomi Y, è secondario. I maschi competono e le femmine scelgono solo perché quell'investimento leggermente maggiore – l'uovo – che definisce l'essere femmina viene moltiplicato da tutte le altre abitudini riproduttive dell'animale.

In alcune specie l'animale nel suo insieme rovescia la differenza d'investimento iniziale tra uovo e sperma, e in questi casi dovrebbero essere le femmine a competere e i maschi a scegliere. Infatti queste

eccezioni confermano la regola. In alcuni pesci il maschio cova il piccolo in una sorta di tasca. In alcuni uccelli il maschio si siede sull'uovo e nutre il piccolo. In queste specie le femmine sono aggressive e cercano di corteggiare i maschi, i quali scelgono con attenzione le partner<sup>50</sup>.

Nel mammifero tipico, tuttavia, l'investimento è quasi tutto della femmina. I mammiferi hanno optato per uno schema corporeo per il quale la femmina porta il feto dentro di sé, lo nutre con il proprio sangue, e lo allatta e protegge dopo la nascita finché non è abbastanza grande da cavarsela da solo. Il maschio contribuisce con pochi secondi di copulazione e una cellula di

spermatozoo che pesa un decimillesimo di miliardesimo di grammo. Non c'è da meravigliarsi che i mammiferi maschi competano per la possibilità di avere rapporti sessuali con i mammiferi femmine. I dettagli dipendono dagli altri aspetti del modo di vivere dell'animale. Le femmine vivono sole o in gruppo, in gruppi piccoli o grandi, stabili o temporanei, in base a criteri ragionevoli quali maggiore disponibilità di cibo, maggiore sicurezza, luoghi dove è possibile partorire e far crescere la prole con facilità, bisogno della forza rappresentata da un gruppo. I maschi vanno dove sono le femmine. Le femmine dell'elefante marino, per esempio, si radunano su strisce di

sabbia che un maschio può facilmente sorvegliare. Un singolo maschio può conquistare il monopolio sul gruppo, e per un bottino del genere i maschi combattono battaglie sanguinose. I combattenti più grossi sono i migliori, per cui i maschi si sono evoluti in modo da essere fino a quattro volte più grossi delle femmine.

Le scimmie mostrano un'ampia varietà di organizzazioni sessuali. Il che significa, tra l'altro, che non esiste alcun «retaggio scimmiesco» con cui gli esseri umani sarebbero condannati a convivere. I gorilla vivono ai margini delle foreste in piccoli gruppi formati da un maschio e numerose femmine; i maschi si battono per il controllo delle

femmine e si sono evoluti fino a essere due volte più grandi di loro. Le femmine di gibbono sono solitarie e vivono molto sparse; il maschio trova il territorio di una femmina e si comporta da consorte fedele. Poiché gli altri maschi sono lontani, in altri territori, i maschi non combattono più delle femmine e non sono più grandi di loro. Le femmine di orango sono anch'esse solitarie, ma vivono abbastanza vicine perché un maschio possa monopolizzare due o più delle loro aree, e i maschi sono circa 1,7 volte più grandi delle femmine. Gli scimpanzé vivono in gruppi numerosi e instabili che nessun maschio può dominare. I gruppi di maschi vivono insieme alle femmine e i maschi



competono tra loro per il dominio, che conferisce maggiori opportunità di accoppiamento. I maschi sono circa 1,3 volte più grandi delle femmine. Con tanti maschi attorno, una femmina è incentivata ad accoppiarsi con molti di loro; in questo modo un maschio, non potendo mai essere certo che un piccolo non sia suo figlio, non ricorre alla tattica di ucciderlo per rendere la femmina disponibile a partorire un figlio suo. Le femmine di scimpanzé nano sono quasi indiscriminatamente promiscue e i maschi combattono meno e sono circa delle stesse dimensioni delle femmine. La loro competizione avviene su un altro terreno all'interno del corpo della femmina<sup>51</sup>.

Gli spermatozoi possono sopravvivere nella vagina per diversi giorni, quindi una femmina promiscua può avere al suo interno gli spermatozoi di svariati maschi in competizione per la possibilità di fecondare l'uovo! Quanti più spermatozoi produce un maschio, tanto maggiore sarà la possibilità che uno di essi arrivi all'uovo per primo. Questo spiega perché gli scimpanzé hanno testicoli enormi in rapporto alle dimensioni del corpo. Testicoli più grandi producono più spermatozoi, facendo crescere le probabilità di fecondazione in gruppi di femmine promiscue. Un gorilla pesa quattro volte di più di uno scimpanzé, ma i suoi testicoli sono quattro volte più piccoli.

Le femmine del suo harem non hanno alcuna possibilità di accoppiarsi con altri maschi, quindi i suoi spermatozoi non devono competere. I gibboni, che sono monogami, hanno anch'essi testicoli piccoli<sup>52</sup>.

In quasi tutti i primati (anzi, in quasi tutti i mammiferi) i maschi sono padri fannulloni; non danno al figlio nient'altro che DNA. Altre specie sono più paterne. I maschi della maggior parte degli uccelli, di molti pesci e insetti, e di carnivori sociali come i lupi, proteggono o nutrono i piccoli. All'evoluzione dell'investimento genitoriale maschile hanno contribuito diversi fattori. Uno è la fecondazione esterna, che caratterizza la maggior parte

dei pesci: la femmina depone le uova e il maschio le feconda in acqua. Il maschio ha la certezza che le uova fecondate contengono i suoi geni e, siccome quando si schiudono i piccoli sono ancora immaturi, ha la possibilità di dare una mano. Ma nei mammiferi perlopiù tutto congiura contro una paternità premurosa. L'uovo è nascosto all'interno della madre, dove altri maschi possono fecondarlo, e quindi un maschio non è mai sicuro che un figlio sia suo. Rischia dunque di sprecare il proprio investimento a vantaggio dei geni di un altro. Inoltre l'embrione compie la maggior parte della crescita all'interno del corpo materno, dove il padre non può arrivare per aiutarlo in

modo diretto. Infine un padre può facilmente andare via e cercare di accoppiarsi con un'altra femmina, mentre la femmina, lasciata con il suo fardello, non può sbarazzarsi del feto o del figlio senza dover ripercorrere daccapo tutto il lungo processo di allevamento dell'embrione, che la riporta al punto di partenza. Le cure paterne trovano un incentivo quando lo stile di vita di una specie fa sì che i loro benefici superino i loro costi: quando senza il padre i figli sarebbero vulnerabili, quando egli può facilmente fornire loro un cibo concentrato come la carne, e quando i piccoli sono facili da difendere.

Quando i maschi divengono padri

premurosi, le regole del gioco dell'accoppiamento cambiano. Una femmina può scegliere un compagno in base alla sua capacità e alla sua disponibilità a investire nella prole, nella misura in cui riesce a valutarle. Perciò anche le femmine, e non solo i maschi, competono per i compagni, anche se i premi sono diversi: i maschi competono per femmine fertili disposte ad accoppiarsi, le femmine per maschi generosi disposti a investire. La poligamia non è più questione di un maschio che batte tutti gli altri o di femmine che ambiscono tutte a farsi inseminare dal maschio più feroce o di aspetto più attraente. Quando i maschi investono più delle femmine, come si è

visto, la specie può essere poliandrica, con femmine rudi che coltivano harem di maschi. (Lo schema corporeo dei mammiferi ha precluso questa opzione). Quando un maschio ha da investire molto più di altri (perché, per esempio, controlla un territorio migliore), alle femmine può convenire dividerlo (poliginia), piuttosto che avere ognuna un proprio partner: una frazione di una risorsa abbondante può essere meglio di una risorsa intera ma piccola. Quando i contributi dei maschi sono più equiparabili, l'attenzione esclusiva di uno di essi diviene preziosa e la specie si assesta sulla monogamia.

Molti uccelli sembrano essere monogami. In *Manhattan*, Woody Allen

dice a Diane Keaton: «Penso che la gente dovrebbe restare accoppiata per tutta la vita, come i piccioni e i cattolici». Il film uscì prima che gli ornitologi iniziassero a sottoporre gli uccelli al test del DNA, che ha rivelato, con loro grande sorpresa, che neanche i piccioni sono poi così fedeli. In alcune specie di uccelli un terzo dei figli contiene il DNA di un maschio diverso dal consorte della femmina. L'uccello maschio è adultero perché cerca di allevare i figli di una sola femmina e accoppiarsi con altre, sperando che la prole di queste ultime sopravviva per conto proprio o, meglio ancora, sia allevata dal consorte cornificato. L'uccello femmina è adultero perché ha



la possibilità di ottenere il meglio da due fronti: i geni del maschio più adattato e l'investimento del più volenteroso. Per la vittima dell'adulterio è peggio che se non fosse riuscito affatto ad accoppiarsi, perché ha dedicato i suoi sforzi materiali ai geni di un concorrente. Nelle specie in cui i maschi investono, perciò, la gelosia maschile è rivolta non solo verso i maschi rivali, ma verso la femmina. Il maschio può sorvegliarla, seguirla, accoppiarsi a ripetizione ed evitare femmine che mostrino i segni di essersi accoppiate di recente<sup>53</sup>.

Il sistema di accoppiamento umano non assomiglia a quello di nessun altro

animale. Il che non significa tuttavia che sfugga alle leggi che regolano i sistemi di accoppiamento, leggi documentate in centinaia di specie. Un gene che predisponesse un maschio a essere tradito, o una femmina a ricevere meno aiuto delle altre dal suo compagno, sarebbe rapidamente scartato dal pool genico. Un gene che permettesse a un maschio di inseminare tutte le femmine, o a una femmina di partorire i figli più benaccetti del maschio migliore, prenderebbe rapidamente il sopravvento. Queste pressioni della selezione non sono da poco. Se la sessualità umana fosse una «costruzione sociale» indipendente dalla biologia, come vuole la concezione accademica

popolare, sarebbe dovuta non solo sfuggire (miracolosamente) a queste potenti pressioni, ma anche resistere a pressioni altrettanto potenti di un altro genere. Se una persona si attenesse a un ruolo costruito socialmente, altri potrebbero plasmare quel ruolo per prosperare a sue spese: i potenti, per esempio, potrebbero sottoporre gli altri a un lavaggio del cervello per convincerli a trovare piacevoli il celibato o il tradimento, lasciando così le donne a loro. Qualsiasi disponibilità ad accettare ruoli di genere costruiti socialmente sarebbe eliminata dalla selezione, e i geni per resistere a questi ruoli prenderebbero il sopravvento.

Che tipo di animale è l'*Homo*

*sapiens*? Siamo mammiferi, quindi l'investimento genitoriale minimo di una donna è molto maggiore di quello di un uomo. Il contributo della prima è nove mesi di gravidanza e (in un ambiente naturale) da due a quattro anni di allattamento, quello del secondo pochi minuti di sesso e un cucchiaino di sperma. Le dimensioni dell'uomo sono circa 1,15 volte quelle della donna, il che ci dice che nella storia dell'evoluzione gli uomini sono stati in competizione fra loro: alcuni si accoppiavano con più donne e altri non si accoppiavano affatto. A differenza dei gibboni, che vivono isolati, sono monogami e hanno un'attività sessuale relativamente scarsa, e dei gorilla, che

vivono in piccoli gruppi, formano harem e, anch'essi, hanno un'attività sessuale relativamente scarsa, noi siamo esseri sociali: gli uomini e le donne vivono insieme in grandi gruppi e hanno continue occasioni di accoppiamento. Gli uomini, in proporzione alle loro dimensioni, hanno testicoli più piccoli di quelli degli scimpanzé, ma più grandi di quelli di gorilla e gibboni, il che indica che le donne ancestrali non erano sfrenatamente promiscue, ma nemmeno rigorosamente monogame. I bambini nascono inermi e, probabilmente a causa della grande importanza che hanno conoscenze e capacità per il nostro modo di vivere, restano dipendenti dagli adulti per una parte non indifferente

dell'arco della vita umana. I figli hanno quindi bisogno dell'investimento genitoriale e gli uomini, grazie alla carne che ricavano dalla caccia e ad altre risorse, hanno qualcosa da investire. Il loro investimento minimo è di gran lunga maggiore di quello al quale, per la loro anatomia, potrebbero tranquillamente limitarsi: essi nutrono i piccoli, li proteggono e li istruiscono. Il tradimento dovrebbe quindi essere un motivo di preoccupazione per gli uomini, e la capacità e disponibilità dell'uomo a investire nei figli un motivo d'interesse per le donne. Dato che uomini e donne vivono insieme in grandi gruppi, come gli scimpanzé, ma i maschi investono nella prole, come gli uccelli,

si è sviluppato il matrimonio, in cui un uomo e una donna stabiliscono un'alleanza riproduttiva volta a limitare i tentativi di terzi di ottenere accesso sessuale e investimento genitoriale<sup>54</sup>.

Questi aspetti della vita non sono mai cambiati, ma altri sì. Fino a epoca recente l'uomo cacciava e la donna raccoglieva. Le donne si sposavano poco dopo la pubertà. Non esisteva la contraccezione, né l'adozione istituzionalizzata da parte di non parenti, né l'inseminazione artificiale. Sesso significava riproduzione e viceversa. Non c'erano alimenti provenienti da piante e animali addomesticati, quindi non c'era il latte in polvere. Tutti i bambini erano allattati al seno. Non

c'erano neppure baby-sitter a pagamento, né mariti casalinghi; i neonati e i bambini piccoli ronzavano attorno alle madri e ad altre donne. Tali condizioni sono rimaste immutate per il novantanove per cento della nostra storia evuzionistica e hanno plasmato la nostra sessualità. I nostri pensieri e sentimenti sessuali sono adattati a un mondo in cui i rapporti sessuali davano figli, li si volesse o meno. E sono adattati a un mondo in cui i figli erano un problema della madre più che del padre. Quando userò termini come «dovrebbe», «migliore» e «ottimale», si tratterà di abbreviazioni per indicare le strategie che portavano al successo riproduttivo in quel mondo, senza alcuna



implicazione riguardo a che cosa è più giusto sul piano morale o ottenibile nel mondo moderno, o riguardo a che cosa porta a una maggiore felicità: questi sono problemi completamente diversi<sup>55</sup>.

La prima domanda strategica è a quanti partner ambire. Ricordiamo che quando l'investimento minimo nella prole è maggiore per le femmine, un maschio può avere più figli se si accoppia con più femmine, ma una femmina non ha più figli se si accoppia con molti maschi: è sempre e soltanto uno per concepimento. Supponiamo che un uomo cacciatore-raccogliitore con una sola moglie possa aspettarsi da lei dai due ai cinque figli. Una relazione pre o

extramatrimoniale da cui nascesse un figlio accrescerebbe il suo rendimento riproduttivo dal venti al cinquanta per cento. Se il figlio morisse di fame, tuttavia, o, non avendo il padre vicino, venisse ucciso, il vantaggio genetico andrebbe perduto. La relazione ottimale, quindi, è con una donna sposata il cui marito allevi il figlio. Nelle società di cacciatori-raccoglitori le donne fertili sono quasi sempre sposate, quindi avere rapporti sessuali con una donna significa in genere avere rapporti sessuali con una donna sposata. E anche quando la donna non è sposata, i figli senza padre che sopravvivono sono più di quelli che muoiono<sup>56</sup>, quindi anche una relazione con un part ner non sposato può

accrescere il successo riproduttivo. Nessuno di questi calcoli vale per la donna. Una parte della mente maschile, quindi, dovrebbe ambire a una varietà di partner sessuali per il puro piacere di avere una varietà di partner sessuali.

Pensate che la sola differenza tra uomini e donne sia che agli uomini piacciono le donne e alle donne gli uomini? Qualsiasi barista o nonna, interrogata, aggiungerebbe che gli uomini tendono di più a guardarsi attorno, ma forse è solo uno stereotipo stantio. Lo psicologo David Buss ha cercato di verificarlo dove più ci si poteva aspettare di vederlo confutato: nelle liberali università statunitensi d'élite una generazione dopo la

rivoluzione femminista, al culmine del *politically correct*. I metodi che ha usato sono stati piacevolmente diretti.

I questionari confidenziali ponevano una serie di domande. Con quanto impegno cerchi un marito o una moglie? Le risposte degli uomini e delle donne sono state nella media le stesse. Con quanto impegno cerchi un rapporto occasionale? «Non molto» hanno risposto le donne; «parecchio» hanno risposto gli uomini. Quanti partner sessuali ti piacerebbe avere nel prossimo mese? E nei prossimi due anni? E nella vita? A questa domanda le donne hanno risposto che nel mese successivo otto decimi di partner sessuale sarebbero andati bene, per i

due anni successivi ne volevano uno, e nella vita quattro o cinque. Gli uomini ne volevano rispettivamente due, otto e diciotto. Prenderesti in considerazione l'idea di fare l'amore con un partner desiderabile che conosci da cinque anni? E con uno che conosci da due? E da un mese? E da una settimana? Le donne hanno risposto «probabilmente sì» nel caso di un uomo conosciuto da un anno o più, «non so» nel caso di uno conosciuto da sei mesi e «no senz'altro» nel caso di uno che conoscessero da una settimana o meno. Agli uomini, per rispondere «probabilmente sì», bastava conoscere la donna da una settimana. Da quanto tempo, come minimo, un uomo deve conoscere una donna per *non*

desiderare di andare a letto con lei? Buss non lo ha mai saputo; la sua scala non scendeva al di sotto di «un'ora». Quando lo psicologo ha presentato questi risultati in un'università e li ha spiegati in termini di investimento genitoriale e selezione sessuale, una giovane ha alzato la mano: «Professore, ho una spiegazione più semplice per i suoi dati». «Sì, quale?». «Gli uomini sono dei porci»<sup>57</sup>.

Gli uomini sono davvero dei porci o cercano solo di sembrarlo? Forse, rispondendo a dei questionari, tendono a darsi un'aria da macho, e le donne a evitare di apparire facili. Gli psicologi R.D. Clark ed Elaine Hatfield hanno incaricato alcuni uomini e donne

attraenti di avvicinare estranei di sesso opposto, nel campus di un college, dicendo: «Ti ho notato in giro per il campus. Mi piaci molto». Dopo di che dovevano porre all'oggetto dell'approccio una di queste tre domande: a) «Esci con me stasera?»; b) «Vieni a casa mia stasera?»; c) «Vieni a letto con me stasera?». L'appuntamento è stato accettato da metà delle donne e metà degli uomini. A casa dell'adescatore o adescatrice ha accettato di andare il sei per cento delle donne e il sessantanove per cento degli uomini. Ad andare a letto non ha acconsentito nessuna donna, mentre ha detto di sì il settantacinque per cento degli uomini. Del restante venticinque

per cento, molti si sono scusati chiedendo di rimandare o spiegando che non potevano perché la loro fidanzata era in città. Gli stessi risultati sono stati ottenuti in diversi Stati. Quando sono stati condotti questi studi, la contraccezione era alla portata di tutti e le pratiche per avere rapporti sessuali sicuri godevano di un'ampia pubblicità, quindi i loro esiti non possono essere liquidati semplicemente invocando i maggiori timori delle donne di rimanere incinte o di contrarre malattie a trasmissione sessuale<sup>58</sup>.

Il fatto che un nuovo partner risvegli il desiderio sessuale maschile è stato chiamato effetto Coolidge. Un giorno il presidente statunitense Calvin Coolidge



e la moglie stavano visitando, separatamente, una fattoria governativa. La signora Coolidge, quando le fu mostrato il pollaio, chiese se il gallo si accoppiasse più di una volta al giorno. «Decine di volte» rispose la guida. «Diteglielo, al presidente, per favore» disse allora la first lady. Quando, durante la visita al pollaio, glielo dissero, il presidente chiese: «Con la stessa gallina tutte le volte?». «No, presidente, ogni volta con una diversa». «Diteglielo, alla signora Coolidge» disse il presidente. Molti mammiferi maschi sono instancabili quando, dopo un accoppiamento, si presenta una nuova femmina disponibile, e non si lasciano ingannare da uno sperimentatore che

cerchi di camuffare una vecchia partner o mascherarne l'odore. Il che dimostra, per inciso, che il desiderio sessuale maschile non è propriamente «indiscriminato». Ai maschi non importa con *che tipo* di femmina si accoppiano, ma riguardo a *quale* femmina è sono ipersensibili. È un altro esempio della distinzione logica tra individui e categorie di cui ho sostenuto l'importanza, nel [capitolo II](#), criticando l'associazionismo.

Gli uomini non hanno il vigore sessuale dei galli, ma su più lunghi periodi il loro desiderio mostra una sorta di effetto Coolidge. In molte culture, inclusa la nostra, i mariti confessano che il loro trasporto sessuale

per la moglie si affievolisce nei primi anni di matrimonio. E questo non avviene a causa del suo aspetto o di altre qualità, ma perché si tratta di quello specifico individuo. Il gusto per nuovi partner non è solo un esempio del proverbio per cui il mondo è bello perché è vario, non è come stufarsi della fragola e voler provare la stracciatella. In un racconto di Isaac Bashevis Singer, un sempliciotto del mitico villaggio di Chelm si mette in viaggio, ma si perde, e senza accorgersene ritorna a casa pensando di essere giunto in un altro villaggio che per una straordinaria coincidenza ha tutta l'apparenza del suo. Lì incontra una donna che ha tutta l'apparenza della moglie di cui si era

ormai stancato, e la trova irresistibile<sup>59</sup>.

Un altro aspetto della mente sessuale maschile consiste nella capacità di eccitarsi facilmente di fronte a un possibile partner sessuale, anzi, di fronte al più piccolo indizio di un possibile partner sessuale. Gli zoologi hanno scoperto che i maschi di molte specie tendono a corteggiare un'enorme varietà di oggetti che ricordano vagamente la femmina: altri maschi, femmine della specie sbagliata, femmine della specie giusta impagliate e inchiodate a una tavola, parti di femmine impagliate come una testa sospesa a mezz'aria e persino parti di femmine impagliate prive di componenti

importanti come gli occhi e la bocca. Il maschio della specie umana è eccitato dalla vista di una donna nuda, non solo in carne e ossa, ma anche in film, fotografie, disegni, cartoline, bambole e immagini a puntini prodotte da un tubo catodico. Tali erronee identificazioni gli danno piacere, alimentando un'industria pornografica mondiale che solo negli Stati Uniti ha un fatturato di dieci miliardi di dollari l'anno, quasi quanto quelli degli spettacoli sportivi e del cinema messi insieme<sup>60</sup>. Nelle culture di cacciatori-raccoglitori, i giovani maschi tracciano disegni a carboncino di vulve e seni sulle rocce, li incidono sui tronchi e li scavano nella sabbia. La pornografia si assomiglia in tutto il mondo, e un

secolo fa era sostanzialmente uguale a oggi: essa consiste nel raffigurare in vividi dettagli fisici una serie di anonime donne nude desiderose di rapporti sessuali casuali e impersonali.

Non avrebbe senso per una donna eccitarsi facilmente alla vista di un maschio nudo. Una donna fertile non è mai a corto di partner sessuali disponibili, e in questo mercato può cercare il miglior marito, i geni migliori o altre remunerazioni per i suoi favori sessuali. Se si eccitasse alla sola vista di un maschio nudo, gli uomini potrebbero indurla a rapporti sessuali esponendo il proprio corpo, e il suo potere contrattuale ne risulterebbe compromesso. Le reazioni dei sessi alla

nudità sono ben diverse: gli uomini vedono in una donna nuda una sorta di invito, le donne in un uomo nudo una sorta di minaccia. Nel 1992 uno studente di Berkeley, divenuto poi noto nel campus come «Il Nudo», decise, per protesta contro le tradizioni repressive della società occidentale in ambito sessuale, di fare jogging, andare a lezione e mangiare in mensa nudo. Fu espulso in seguito alle proteste di alcune studentesse, secondo cui il suo comportamento andava considerato una molestia sessuale.

Le donne non cercano di vedere estranei di sesso maschile nudi o rappresentazioni di atti sessuali anonimi: un mercato femminile della

pornografia praticamente non esiste. («Playgirl», presunto controesempio, è palesemente rivolto a uomini omosessuali. Non contiene pubblicità di prodotti che una donna comprerebbe e, a fare a una donna uno scherzo regalándole un abbonamento, la si inserirebbe automaticamente nelle mailing list di prodotti pornografici e giochi sessuali per maschi gay). Da alcuni dei primi esperimenti condotti al riguardo in laboratorio sembrava risultare che l'eccitazione fisiologica di uomini e donne di fronte a una scena pornografica fosse la stessa. Gli uomini, tuttavia, reagivano alla scena neutra che fungeva da test di controllo di più di quanto le donne reagissero alla



pornografia. Nella cosiddetta scena neutra, scelta dalle ricercatrici, un uomo e una donna chiacchieravano dei possibili pro e contro di un indirizzo di studi antropologico come propedeutico a studi di medicina. Gli uomini la trovavano altamente erotica! Non è che a una donna non possa capitare di eccitarsi, una volta che ha accettato di vedere scene di rapporti sessuali, ma semplicemente non ne va alla ricerca. (Symons sottolinea che le donne sono più selettive degli uomini nell'acconsentire a rapporti sessuali, ma, una volta che hanno acconsentito, non c'è ragione di credere che siano meno sensibili agli stimoli sessuali). Gli equivalenti più stretti della pornografia,

sul piano del consumo di massa, sono rappresentati per le donne dalle storie d'amore e di erotismo, in cui la sessualità è presentata nel contesto di emozioni e rapporti, invece che come una sequenza di corpi che si azzuffano<sup>61</sup>.

Il desiderio di varietà sessuale è un adattamento insolito perché è insaziabile. Nella maggior parte degli adattamenti esiste un livello ottimale o un punto oltre il quale la remunerazione diminuisce. Nessuno cerca di procurarsi enormi quantità di aria, cibo o acqua, e non si desidera avere troppo caldo o troppo freddo, ma la temperatura giusta. Quante più sono le donne con cui un uomo ha rapporti sessuali, invece, tanti

più sono i figli che avrà; il troppo, in tal caso, non stroppia. Questo rende l'uomo insaziabilmente affamato di partner sessuali occasionali (e forse di quei beni che, negli ambienti ancestrali, avrebbero permesso di avere molteplici partner, come la ricchezza e il potere). La vita quotidiana offre alla maggior parte degli uomini poche opportunità di toccare il fondo del desiderio, ma ogni tanto capita che un uomo sia abbastanza ricco, famoso, avvenente e privo di scrupoli da provarci. Georges Simenon e Hugh Hefner dichiaravano di avere avuto migliaia di donne; Wilt Chamberlain calcolava di averne avute ventimila. Facciamo la tara e ammettiamo che, per millanteria,

Chamberlain abbia gonfiato la sua stima di un fattore dieci. Significa che comunque millenovecentonovantanove partner sessuali non erano ancora abbastanza.

Symons osserva che a far luce sui desideri dei due sessi sono i rapporti omosessuali. Quelli eterosessuali rappresentano un compromesso tra i desideri di un uomo e i desideri di una donna, e tendono quindi a minimizzare le differenze tra i sessi. Gli omosessuali, invece, non hanno bisogno di giungere a compromessi, e la loro esperienza mette in mostra la sessualità umana in una forma più pura (perlomeno nella misura in cui il resto del loro cervello sessuale non è configurato come quello del sesso

opposto). In uno studio sugli omosessuali di San Francisco condotto prima dell'epidemia di AIDS, il ventotto per cento degli uomini gay ha riferito di avere avuto più di mille partner sessuali, e il settantacinque per cento di averne avuti più di un centinaio. Nessuna donna omosessuale ha parlato di un migliaio di partner, e solo il due per cento di esse ha dichiarato di averne avute un centinaio. Anche altri desideri degli uomini gay, come quelli riguardanti la pornografia, la prostituzione e l'attrazione per partner giovani, rispecchiano o portano all'eccesso i desideri degli uomini eterosessuali. (Tra parentesi, il fatto che i desideri sessuali degli uomini siano gli

stessi a prescindere dal fatto che siano rivolti alle donne o ad altri uomini confuta la tesi che si tratti di strumenti di oppressione della donna). Non è che gli uomini gay siano sessualmente più calorosi: sono semplicemente uomini i cui desideri maschili si incontrano con altri desideri maschili anziché con desideri femminili. «Gli eterosessuali», scrive Symons, «avrebbero possibilità di ottenere sesso da persone estranee, di partecipare a orge anonime in piscine pubbliche, di fare una sosta di cinque minuti in un bagno pubblico, tornando a casa dal lavoro, per farsi praticare la fellatio, se le donne avessero interesse a pratiche del genere. Ma le donne non hanno affatto quell'interesse»<sup>62</sup>.

Tra gli eterosessuali, se gli uomini desiderano la varietà più delle donne, quello che dovrebbe conseguirne può dircelo un qualunque corso di economia. L'accoppiamento dovrebbe essere considerato un'elargizione femminile, un favore che le donne possono decidere se concedere o negare. Fiumi di metafore parlano del rapporto sessuale con una donna come di una merce preziosa, sia che assumano il punto di vista di lei (concedersi, dargliela, sentirsi usata), sia che assumano quello dell'uomo (averla, favori sessuali, farcela). E le transazioni sessuali, come i cinici di ogni genere hanno scoperto da tempo, obbediscono spesso a logiche di mercato. La teorica femminista Andrea

Dworkin ha scritto: «Un uomo desidera ciò che una donna ha: il sesso. Può rubarlo (stupro), convincerla a darglielo (seduzione), affittarlo (prostituzione), prenderlo in usufrutto per un lungo periodo (matrimonio negli Stati Uniti), o farlo proprio in tutto e per tutto (matrimonio nella maggior parte delle società)». In tutte le società sono soprattutto o esclusivamente gli uomini che corteggiano, fanno approcci, seducono, ricorrono a filtri d'amore, fanno regali in cambio di rapporti sessuali, pagano la futura moglie (anziché ricevere la dote), pagano prostitute e stuprano<sup>63</sup>.

L'economia sessuale, naturalmente, dipende anche dalla desiderabilità dei



singoli individui, non solo dai desideri medi dei sessi. Si «paga» per il sesso (in denaro, impegni o favori) quando il partner è più desiderabile di noi. Dato che le donne discriminano più degli uomini, l'uomo medio deve pagare per avere rapporti sessuali con la donna media. Un uomo medio può attrarre una moglie di qualità superiore a quella di una partner occasionale (presumendo che l'impegno matrimoniale sia una forma di pagamento), mentre una donna può attrarre un partner occasionale (che non pagherebbe niente) di qualità superiore al marito. Con gli uomini di qualità più alta, in teoria, dovrebbero essere disposte ad avere rapporti sessuali un gran numero di donne. Una

vignetta di Dan Wasserman mostra una coppia che lascia il teatro dopo aver visto *Proposta indecente*. Il marito chiede: «Tu andresti a letto con Robert Redford per un milione di dollari?». Lei risponde: «Sì, ma dovrebbero darmi un po' di tempo per mettere insieme i soldi».

Quello che il vignettista sfrutta qui, però, è l'effetto sorpresa. Noi non ci aspettiamo, infatti, che nella realtà le cose vadano in questo modo. Anche gli uomini che le donne trovano più attraenti non si prostituiscono, anzi, può accadere che essi stessi paghino delle prostitute. Nel 1995 l'attore Hugh Grant, forse l'uomo più bello del mondo, è stato arrestato perché scoperto a fare sesso

orale con una prostituta nel sedile anteriore della sua macchina. La semplice analisi economica in questo caso non funziona perché denaro e sesso non sono completamente fungibili. Come vedremo, parte dell'attrattiva degli uomini viene dalla loro ricchezza, quindi gli uomini più attraenti non hanno bisogno di soldi. E il «pagamento» cui la maggior parte delle donne ambisce non è un pagamento in denaro, ma un impegno a lungo termine, che è una risorsa scarsa anche per l'uomo più piacente e più ricco. La logica economica della storia di Hugh Grant è ben riassunta da una scena di un film basato sulla vicenda di Heidi Fleiss, la maîtresse di Hollywood. Una ragazza

squillo chiede a un'amica perché mai i suoi avvenenti clienti debbano pagare per fare sesso. «Non ti pagano per fare sesso» spiega l'amica. «Ti pagano perché tu dopo vada via».

È possibile che desiderare la varietà sessuale sia per gli uomini un comportamento appreso? Forse si tratta di un mezzo per raggiungere un fine, e questo fine è il prestigio nella nostra società. Il dongiovanni è ammirato in quanto ardito conquistatore; la bella donna al suo fianco è un trofeo. Certo, tutto ciò che è desiderabile e raro può divenire uno status symbol, ma questo non vuol dire che tutto ciò che è desiderabile sia ambito perché è uno status symbol. Se a un uomo si offrisse

l'ipotetica alternativa tra fare l'amore di nascosto con molte donne attraenti e la fama di essere l'amante di molte donne attraenti, ma senza passare ai fatti, credo che opterebbe per la prima possibilità. Non solo perché il sesso è un incentivo sufficiente, ma perché la fama di dongiovanni è un disincentivo. I dongiovanni non ispirano ammirazione, specialmente nelle donne, mentre possono suscitare invidia negli uomini, una reazione ben diversa e non sempre gradita. Osserva Symons:

L'uomo sembra essere strutturato in modo tale da opporre resistenza ad imparare a non desiderare la varietà, nonostante poi tutti i condizionamenti del cristianesimo e della dottrina del peccato, dell'ebraismo e

della dottrina del Mensch, della sociologia con le sue teorie dell'omosessualità repressa e dell'immaturità psicosessuale, delle teorie evoluzionistiche del legame monogamico di coppia, delle tradizioni giuridico-culturali, che sostengono ed esaltano la monogamia, del fatto che il desiderio di varietà è virtualmente non suscettibile d'esser soddisfatto, del tempo, dell'energia e degli innumerevoli tipi di rischio, fisico ed emotivo, che la ricerca di varietà comporta, e infine per contro dell'ovvio vantaggio potenziale connesso con l'imparare ad appagarsi sessualmente di una sola donna<sup>64</sup>.

La tendenza a guardarsi attorno, appresa o meno, non è l'unica componente della mente maschile. Se il comportamento è spesso guidato dal desiderio, altrettanto

spesso non lo è, perché altri desideri sono più forti o perché si mettono in atto tattiche di autocontrollo (vedi il [capitolo VI](#)). I gusti sessuali maschili possono venire regolati e governati dall'attrattiva del singolo uomo<sup>65</sup>, dalla disponibilità di partner e dalla valutazione dei costi che amareggiare comporta.

### *Mariti e mogli*

In termini evolutivisti, un uomo che ha una relazione di breve durata scommette che il figlio illegittimo sopravvivrà senza il suo aiuto o conta su un marito tradito che allevi il bambino come figlio proprio. Per un uomo che può permetterselo, un modo più sicuro

per massimizzare il numero di discendenti è procacciarsi parecchie mogli e investire in tutti i loro figli. Gli uomini dovrebbero desiderare molte mogli, non semplicemente molti part ner sessuali. E, in effetti, gli uomini al potere hanno consentito la poliginia in oltre l'ottanta per cento delle culture umane. Gli ebrei l'hanno praticata fino all'era cristiana e l'hanno messa fuorilegge solo nel Decimo secolo. I mormoni l'hanno incoraggiata fin quando non è stata dichiarata illegale dal governo statunitense, alla fine del Diciannovesimo secolo, e ancora oggi si ritiene che nello Utah e in altri Stati dell'occidente degli Stati Uniti vi siano decine di migliaia di matrimoni



poliginici clandestini. Ovunque la poliginia è consentita, gli uomini cercano di procurarsi mogli in più e mezzi per attrarle. Coloro che godono di ricchezza e prestigio hanno più d'una moglie; gli spiantati non ne hanno nessuna. In genere un uomo sposato da qualche tempo cerca una moglie più giovane, che diviene l'oggetto del suo interesse sessuale, mentre la più anziana rimane la sua confidente e compagna e si occupa della gestione della casa<sup>66</sup>.

Nelle società di cacciatori-raccoglitori non si può accumulare ricchezza, ma uomini particolarmente vigorosi, capi abili e buoni cacciatori possono avere da due a dieci mogli. Con l'invenzione dell'agricoltura e la

comparsa di grandi diseguaglianze, la poliginia ha potuto raggiungere proporzioni grottesche. Laura Betzig ha documentato che in una civiltà dopo l'altra uomini dispotici hanno realizzato il massimo sogno del maschio: harem di centinaia di attraenti giovinette, strettamente sorvegliate (spesso da eunuchi) per impedire a qualunque altro uomo di avvicinarle. Sistemi simili hanno visto la luce in India, in Cina, nel mondo islamico, nell'Africa subsahariana e nelle Americhe. Re Salomone aveva un migliaio di concubine. Gli imperatori romani le chiamavano schiave, e i re dell'Europa medioevale damigelle di servizio<sup>67</sup>.

La poliandria, al confronto, è quasi

inesistente. Qualche volta accade che gli uomini condividano una moglie quando vivono in habitat così difficili che un uomo non può sopravvivere senza una donna, ma al migliorare delle condizioni la struttura crolla. Gli eschimesi hanno sporadicamente conosciuto matrimoni poliandrici, ma i co-mariti erano sempre gelosi e spesso si uccidevano l'un l'altro. Come sempre la parentela mitiga l'inimicizia, e tra gli agricoltori tibetani a volte due o più fratelli sposano contemporaneamente una stessa donna nella speranza di costituire una famiglia che, in quelle terre desolate, riesca a sopravvivere. Il più piccolo dei fratelli, però, aspira ad avere una moglie propria<sup>68</sup>.

Le strutture matrimoniali sono in genere descritte dal punto di vista dell'uomo, non perché i desideri della donna siano irrilevanti, ma perché di solito gli uomini potenti riescono a imporre la loro volontà. Gli uomini sono più grandi e più forti perché sono stati selezionati per combattere l'uno contro l'altro, e possono formare clan potenti perché nelle società tradizionali i figli maschi restano accanto alla famiglia e sono le figlie a trasferirsi. I poliginici più floridi sono sempre despoti, uomini che possono anche uccidere senza paura di essere puniti. (Secondo il *Guinness dei primati*, l'uomo con il maggior numero di figli di tutta la Storia, 888, è stato un imperatore del Marocco dal

nome evocativo di Moulay Ismail il Sanguinario). L'iperpoliginico non deve solo guardarsi dalle centinaia di uomini che ha lasciato senza mogli, ma anche opprimere il suo harem. I matrimoni comportano sempre almeno un briciolo di reciprocità, e nella maggior parte delle società poliginiche un uomo può rinunciare a nuove mogli per via delle loro richieste emotive e finanziarie. Ma un despota può tenerle imprigionate e nel terrore.

Tuttavia, strano a dirsi, in una società più libera la poliginia non è necessariamente un male per le donne. Dal punto di vista finanziario, e in ultima analisi da quello evolucionistico, una donna può preferire di condividere

un marito ricco piuttosto che disporre dell'attenzione esclusiva di uno povero, e può preferirlo persino sul piano emotivo. Laura Betzig ne ha riassunto così la ragione: preferiresti essere la terza moglie di John F. Kennedy o la prima moglie del clown Bozo? Le comogli spesso vanno d'accordo e mettono in comune le loro competenze e i compiti connessi alla cura dei figli, anche se molte volte tra le sottofamiglie insorgono gelosie, più o meno come avviene fra patrigni, matrigne e figliastri, ma con più fazioni e più attori adulti. Se il matrimonio fosse un mercato autenticamente libero, in una società poligama la maggiore domanda da parte degli uomini rispetto alla

limitata offerta di partner e la loro spietata gelosia sessuale dovrebbero porre in vantaggio le donne, e le leggi che obbligano alla monogamia opererebbero a svantaggio di queste ultime. L'economista Steven Landsburg lo spiega in questi termini:

Oggi, se mia moglie e io litighiamo per chi deve lavare i piatti, partiamo da posizioni di potere più o meno uguali; se la poligamia fosse legale, mia moglie potrebbe farmi capire di aver pensato di lasciarmi per sposare Alan e Cindy, che abitano nell'altro isolato, e io finirei sicuramente con le mani affondate nel lavandino della cucina...

Le leggi antipoligamia sono un esempio scolastico della teoria del cartello. I produttori, inizialmente in concorrenza tra

loro, si riuniscono per cospirare ai danni del pubblico o, più specificamente, del consumatore. L'accordo prevede che le imprese contraggano l'offerta in modo da mantenere i prezzi elevati. Ma i prezzi alti sono un forte incentivo alla frode, nel senso che ogni impresa tenta di espandere la propria offerta al di là del limite consentito dall'accordo. In questo caso, il cartello crolla, a meno che non sia supportato da sanzioni legali; anche in quest'ultimo caso, però, le violazioni sono la norma.

Questa storiella, ripresa da tutti i manuali di economia politica, si può applicare anche ai maschi produttori sul mercato dell'amore. Dopo un esordio caratterizzato da un'aspra concorrenza, si riuniscono per cospirare ai danni del «consumatore», le donne alle quali offrono il matrimonio. L'accordo



collusivo si fonda sull'impegno di ogni maschio a dedicare le proprie attenzioni romantiche a una sola femmina, nel tentativo di migliorare la posizione contrattuale dell'intera categoria. Ma il miglioramento della posizione maschile incentiva la frode, nel senso che ogni uomo tenta di corteggiare più donne di quante gliene consenta l'accordo che ha tacitamente sottoscritto. Tale accordo sopravvive soltanto perché sancito dalla legge, tuttavia le violazioni rappresentano pur sempre la norma<sup>69</sup>.

La monogamia legale è stata nella Storia un accordo tra uomini più e meno potenti, non tra uomini e donne. Il suo scopo non è tanto di sfruttare i clienti dell'industria sentimentale (le donne), quanto di minimizzare i costi della

competizione tra i produttori (gli uomini). Dove vige la poliginia l'interesse in gioco nella rivalità fra gli uomini è, dal punto di vista darwiniano, altissimo (molte mogli contro nessuna), e la competizione è letteralmente all'ultimo sangue. Molti omicidi e la maggior parte delle guerre tribali sono legati direttamente o indirettamente alla concorrenza per le donne. I capi hanno messo fuorilegge la poliginia quando hanno avuto bisogno di farsi alleati uomini meno potenti e quando hanno avvertito la necessità che i loro sudditi combattessero contro un nemico anziché tra loro. Se il cristianesimo delle origini faceva appello agli uomini poveri è anche perché la promessa della

monogamia li teneva in gioco nella competizione matrimoniale, e da allora, nelle società, egualitarismo e monogamia vanno a braccetto con la stessa naturalezza di dispotismo e poliginia. Ancora oggi l'ineguaglianza permette il prosperare di una sorta di poliginia. Gli uomini ricchi mantengono una moglie e un'amante, oppure divorziano dalle mogli a intervalli di vent'anni, pagano loro gli alimenti e le spese per i figli e si risposano con donne più giovani. Il giornalista Robert Wright ha ipotizzato che la possibilità di divorziare facilmente e tornare a sposarsi, al pari della poliginia manifesta, accresca la violenza. Le donne in età fertile sono monopolizzate

da uomini benestanti e la carenza di potenziali mogli si ripercuote sui ceti inferiori, costringendo i giovani più poveri a una competizione disperata<sup>70</sup>.

Tutti questi intrighi nascono da un'unica differenza tra i sessi: l'uomo ha un maggior desiderio di partner molteplici. Ma gli uomini non si accoppiano in modo del tutto indiscriminato e le donne non sono mai ridotte al silenzio, se non nelle società più dispotiche. Ciascun sesso utilizza determinati criteri per scegliere i partner con cui intrecciare relazioni e sposarsi. Come altre radicate inclinazioni umane, anch'essi sembrano essere degli adattamenti.

In entrambi i sessi esiste il desiderio

di sposarsi, e gli uomini desiderano avere relazioni più delle donne, ma questo non significa che le donne non ne desiderino mai. Se fosse così, la tendenza al dongiovannismo non avrebbe potuto evolversi, perché non sarebbe mai stata ricompensata (a meno che il donnaiolo non riuscisse sempre a raggirare la sua preda facendole pensare di corteggiarla con l'intenzione di sposarla; ma, anche in questo caso, una donna sposata non avrebbe mai dovuto corteggiare un altro uomo o essere oggetto di corteggiamento). I testicoli dell'uomo non si sarebbero evoluti fino a proporzioni maggiori di quelli del gorilla, perché gli spermatozoi non avrebbero mai corso il rischio di essere

superati in numero da quelli di un altro uomo. E i sentimenti di gelosia nei confronti della moglie non esisterebbero; mentre, come vedremo, esistono eccome. Le testimonianze etnografiche mostrano che in tutte le società entrambi i sessi commettono adulteri, e non sempre le donne prendono l'arsenico o si gettano sotto il treno delle 5:02 da San Pietroburgo<sup>71</sup>.

Quale guadagno potevano trarre le donne ancestrali dalle relazioni adulterine, tale da permettere che il loro desiderio di intrecciarne si evolvesse? Uno è costituito dalle risorse. Se gli uomini hanno un desiderio così insaziabile di rapporti sessuali, le donne possono farseli pagare. Nelle società di

cacciatori-raccoglitori esse chiedono apertamente doni agli amanti, di solito sotto forma di carne. L'idea che le nostre progenitrici si concedessero per una bistecca può dar fastidio, ma per le popolazioni di cacciatori-raccoglitori, in tempi di magra, quando le proteine di alto valore nutritivo erano una risorsa scarsa, la carne costituiva un assillo. (Nel *Pigmalione*, quando Doolittle cerca di vendere la figlia Eliza a Higgins, Pickering grida: «Non ha principi morali, lei?». Doolittle risponde: «Non posso permettermi, governatore. Né potrebbe lei, se fosse povero come me»). Visto da lontano, questo comportamento sembra una forma di prostituzione, ma le persone coinvolte

possono percepirlo più come una normale questione di etichetta, un po' come nella nostra società una donna si sentirebbe offesa se un amante più ricco non la portasse mai fuori a cena o non le facesse dei regalini, anche se entrambe le parti negherebbero che si tratti di uno scambio. Nei questionari le studentesse dei college dichiarano che uno stile di vita spendereccio e la disponibilità a fare regali sono qualità importanti nella scelta di un amante a breve termine, anche se non in quella di un marito<sup>72</sup>.

Inoltre, al pari di molti uccelli, una donna può cercare di procacciarsi sia i geni dal maschio di migliore qualità che l'investimento dal marito, perché è poco probabile che si tratti della stessa



persona (specialmente se vige la monogamia e se la donna ha scarsa voce in capitolo nel suo matrimonio). La bellezza e il vigore, dichiarano le donne, contano più in un amante che in un marito; come vedremo, la bellezza è un indice di qualità genetica. Quando intrecciano una relazione extramatrimoniale, in genere le donne scelgono uomini di condizione sociale superiore a quella del marito; e le qualità che portano alla posizione sociale sono quasi certamente ereditabili (nella preferenza per amanti di alto livello può avere un peso, tuttavia, anche il primo movente, quello di trarne risorse). Le relazioni con uomini di classe superiore possono

inoltre dare a una donna l'occasione di saggiare la propria abilità negoziale nel mercato del matrimonio, come preludio allo sposalizio o per aumentare la propria forza contrattuale nei confronti del marito. Symons sintetizza le differenze tra i sessi nell'adulterio dicendo che una donna intreccia una relazione perché sente che l'uomo è in qualche modo superiore o complementare a suo marito, mentre l'uomo perché la donna non è sua moglie<sup>73</sup>.

Gli uomini vogliono qualcosa, in un partner sessuale occasionale, oltre a due cromosomi X? A volte si direbbe di no. L'antropologo Bronislaw Malinowski ha riferito che alcune donne dell'isola di

Trobriand erano considerate così repellenti da essere assolutamente escluse dallo scambio sessuale. Tuttavia erano ugualmente riuscite ad avere svariati figli, fatto che gli abitanti dell'isola interpretavano come prova definitiva della partenogenesi (concepimento senza fecondazione)<sup>74</sup>. Ma ricerche più sistematiche hanno mostrato che gli uomini, almeno gli studenti universitari americani, mostrano una qualche preferenza nella scelta di un partner a breve termine. Dichiarano che è importante la bellezza, e, come vedremo, la bellezza è un segnale di fertilità e di buona qualità genetica. Sono considerati dei pregi, inoltre, la promiscuità e l'esperienza sessuale.

Come ha spiegato Mae West: «Agli uomini piacciono le donne con un passato perché sperano che la storia si ripeta». Ma questi pregi si trasformano in debolezze quando si interrogano gli uomini circa i loro criteri di scelta per rapporti duraturi. Essi sottoscrivono la famigerata dicotomia madonna-puttana, che suddivide il mondo femminile in donne leggere, liquidabili come facili conquiste, e donne schive, degne di considerazione quali potenziali mogli. Questa mentalità è spesso additata come sintomo di misoginia, ma rappresenta la strategia genetica ottimale per i maschi di qualsiasi specie che investono nella progenie: accoppiarsi con tutte le femmine che lo permettono, ma

assicurarsi che la consorte non si congiunga con nessun altro maschio.<sup>75</sup>

Che cosa dovrebbe cercare una donna in un marito? Su un adesivo degli anni Settanta era scritto: «Una donna senza un uomo è come un pesce senza bicicletta». Ma, almeno per le donne delle società di cacciatori-raccoglitori, le cose non stanno proprio così. In queste società, quando una donna è incinta, allatta e alleva i figli, lei e i bambini sono vulnerabili alla fame, alla carenza di proteine, alla predazione, allo stupro, al rapimento e all'assassinio. Qualunque uomo che faccia da padre ai suoi figli sarebbe un aiuto prezioso, per la donna, in termini di protezione e nutrimento. Dal punto di vista della donna non c'è

niente di meglio che l'uomo possa fare, anche se dal proprio punto di vista l'uomo ha un'alternativa: competere per altre donne e corteggiarle. Gli uomini sono diversi l'uno dall'altro quanto a capacità e disponibilità a investire nei figli, quindi una donna deve scegliere con avvedutezza. Deve farsi influenzare dalla ricchezza e dalla posizione sociale o, nel caso di uomini ancora troppo giovani per disporre di questi beni, dai segni che lasciano presagire che li otterranno, quali l'ambizione e l'operosità. Questi beni però sono del tutto inutili se l'uomo non resta accanto alla donna dopo che è rimasta incinta, e gli uomini, indipendentemente dalle loro reali intenzioni, hanno tutto l'interesse a

dichiarare che non se ne andranno. Scrive Shakespeare: «I giuramenti degli uomini sono i traditori delle donne». Una donna quindi deve cercare segni che indichino stabilità e sincerità. Anche l'attitudine a fare da guardia del corpo sarebbe utile.

Che cosa dovrebbe cercare un uomo in una moglie? A parte la fedeltà, che gli garantisce di essere il padre dei suoi figli, la donna dovrebbe avere la capacità di partorire quanti più bambini possibile. (Come sempre, così è probabile che siano stati modellati i nostri gusti, il che non implica che un uomo desideri effettivamente innumerevoli figli). Quindi dovrebbe essere fertile, ovvero in buona salute e

oltre la pubertà, ma non ancora in menopausa. Ma la fertilità di una donna in un dato momento è più importante ai fini di un rapporto occasionale che di un matrimonio destinato a durare l'intera vita. Quello che conta è il numero di figli che ci si può aspettare sul lungo termine. Dato che una donna può generare e allattare un solo figlio ogni due-quattro anni, e gli anni fertili sono limitati, quanto più giovane è la sposa tanto più grande sarà la futura famiglia. Questo è vero, anche se le spose più giovani, ancora adolescenti, sono un po' meno fertili di quelle che hanno da poco passato i vent'anni. Ironicamente, per la teoria secondo cui «gli uomini sono dei porci», la preferenza per le ragazzine si



è forse evoluta al servizio del matrimonio e della paternità, non delle storielle di una notte. Tra gli scimpanzé, dove il ruolo del padre si esaurisce con la copula, le femmine più sexy si trovano tra quelle rugose e cascanti<sup>76</sup>.

Queste previsioni sono forse solo stereotipi stantii? Buss ha predisposto un questionario in cui si chiedeva di valutare l'importanza, in un partner, di diciotto qualità, e lo ha distribuito a diecimila persone di trentasette Paesi distribuiti fra sei continenti e subcontinenti e cinque isole, paesi monogami e poliginici, tradizionalisti e progressisti, comunisti e capitalisti. Ovunque gli uomini e le donne hanno attribuito il valore più alto

all'intelligenza, alla gentilezza e alla comprensione, ma in ogni Paese si sono registrate differenze tra uomini e donne riguardo alle altre qualità. Le donne apprezzano la capacità di guadagnare più degli uomini; l'entità della differenza varia da un terzo in più a una volta e mezzo in più, ma la discrepanza c'è sempre. In pressoché tutti i Paesi le donne attribuiscono più valore degli uomini alla posizione sociale, all'ambizione e all'operosità. E nella maggior parte dei casi apprezzano affidabilità e stabilità più degli uomini. Ovunque, gli uomini attribuiscono alla giovinezza e alla bellezza un valore più alto delle donne. In media, gli uomini vogliono una sposa 2,66 anni più

giovane; le donne vogliono un uomo 3,42 anni più anziano. Gli stessi risultati sono stati ottenuti in più occasioni<sup>77</sup>.

La medesima storia la raccontano i comportamenti. Stando alle inserzioni pubblicate dai giornali, gli uomini cercano donne giovani e belle, mentre le donne cercano uomini benestanti, d'alta statura e sinceri. Il proprietario di un'agenzia matrimoniale ha osservato: «Le donne leggono a fondo le nostre schede con i profili; gli uomini guardano solo le foto». Tra le coppie sposate, il marito in media è 2,99 anni più anziano della moglie: un compromesso, si direbbe, tra le rispettive preferenze<sup>78</sup>. Nelle culture di cacciatori-raccoglitori tutti convengono che alcune persone

sono più sexy di altre, e le più gettonate sono di norma le donne giovani e gli uomini di prestigio. Gli uomini yanomamö, per esempio, dichiarano che le donne più desiderabili sono *moko dudei*, un'espressione che quando è applicata alla frutta significa matura a puntino e quando è riferita alle donne indica un'età compresa tra i quindici e i diciassette anni. A mostrarle loro in diapositiva, gli osservatori occidentali di entrambi i sessi convengono con gli uomini yanomamö che le donne *moko dudei* sono le più attraenti<sup>79</sup>. Nella nostra società il miglior predittore della ricchezza di un uomo è la bellezza della moglie, e il miglior predittore della bellezza di una donna è la ricchezza del

marito. Politici di alto livello bassi e grassocci come Henry Kissinger e John Tower sono considerati sex symbol e donnaioli. Magnati del petrolio ottuagenari come J. Paul Getty e J. Howard Marshall sposano donne che potrebbero essere le loro bisnipoti, come la modella Anne Nicole Smith. Rockstar non particolarmente avvenenti come Billy Joel, Rod Stewart, Lyle Lovett, Rick Ocasek, Ringo Starr e Bill Wyman sposano splendide attrici e supermodelle. Ma una ex-parlamentare del Congresso degli Stati Uniti, Patricia Schroeder, ha osservato che una parlamentare di mezza età non irradia verso il sesso opposto lo stesso magnetismo animale di un parlamentare

di mezza età di sesso maschile<sup>80</sup>.

Una controreplica ovvia è che le donne apprezzano la ricchezza e il potere negli uomini perché sono gli uomini a detenere ricchezza e potere. In una società sessista, le donne sono costrette a sposarsi per ottenerli. Questa possibilità è stata verificata e confutata. Donne con stipendi elevati, titoli di studio post laurea, professioni prestigiose e grande autostima attribuiscono un maggior valore alla ricchezza e alla posizione sociale del marito di quanto non facciano le altre donne. Altrettanto vale per le leader delle organizzazioni femministe. Gli uomini poveri non attribuiscono più valore degli altri alla ricchezza o alla

capacità di guadagno della moglie. Tra i Bakweri del Camerun le donne sono più ricche e più potenti degli uomini, ma continuano a prediligere uomini ricchi<sup>81</sup>.

L'umorista Fran Lebowitz ha detto in un'intervista: «Chi si sposa perché è innamorato commette un ridicolo errore. Ha molto più senso sposare il proprio migliore amico. Il tuo migliore amico ti piace di più di qualsiasi persona di cui tu possa innamorarti. Il tuo migliore amico non lo scegli perché ha un naso grazioso, mentre è proprio questo che si fa quando ci si sposa; si dice “passerò il resto della mia vita con te per via del tuo labbro inferiore”»<sup>82</sup>.

In effetti qui c'è un enigma, la cui

soluzione, è chiaro, va cercata nel fatto che con il proprio migliore amico non si fanno figli, mentre li si fanno con il proprio coniuge. Se ci preoccupiamo tanto di qualche millimetro di carne qua e là, è forse perché lì c'è un segnale percettibile di qualche caratteristica più profonda che non può essere misurata direttamente: la migliore o peggiore attrezzatura di cui dispone un corpo per fungere da secondo genitore dei propri figli. L'idoneità a fecondare e concepire è simile a qualsiasi altro carattere esistente al mondo; non è scritta su un cartellino, ma va dedotta dalle apparenze servendosi di presupposti su come funziona il mondo.

È possibile che siamo dotati di un



gusto innato per la bellezza? Che dire allora dei nativi che compaiono sul «National Geographic», che si limano i denti, si allungano il collo con pile di anelli, si imprimono a fuoco cicatrici sulle guance e si deformano le labbra inserendovi delle piastre? E delle donne grasse dei dipinti di Rubens, e di Twiggy negli anni Sessanta? Non dimostrano che gli standard di bellezza sono arbitrari e variano a capriccio? No, non è così. Chi ha detto che tutto ciò che si fa al proprio corpo è volto a renderlo sexy? È questo il tacito presupposto sotteso all'argomento «National Geographic», ma è in tutta evidenza sbagliato. Ci si decora il corpo per molte ragioni: per apparire ricchi,

ben introdotti, forti, «in», per guadagnarsi l'appartenenza a un gruppo d'élite sopportando una dolorosa iniziazione. L'attrattiva sessuale è un'altra cosa. Membri di culture diverse di solito concordano nel giudicare chi è bello e chi no, e ovunque si desiderano partner piacenti. Persino i bambini di tre mesi preferiscono volgere lo sguardo verso una faccia graziosa<sup>83</sup>.

Quali fattori contribuiscono all'attrattiva sessuale? Entrambi i sessi vogliono un coniuge che abbia avuto uno sviluppo normale e non abbia infezioni. Non solo uno sposo sano è vigoroso, non contagioso e più fertile, ma la sua resistenza ereditaria ai parassiti locali si trasmetterà alla prole. Non abbiamo

evoluto stetoscopi e abbassalingua, ma il gusto per la bellezza svolge un po' la stessa funzione. La simmetria, l'assenza di deformità, la pulizia, la pelle senza macchie, gli occhi limpidi e i denti intatti sono attraenti presso ogni cultura. Gli odontoiatri hanno scoperto che un volto di bell'aspetto ha i denti e le mascelle allineati nel modo ottimale per la masticazione. Una folta chioma è sempre piacevole, forse perché non testimonia solo la buona salute del momento, ma registra lo stato di salute degli anni precedenti. Malnutrizione e malattie indeboliscono il capello che spunta dal cuoio capelluto, lasciandolo in quel punto fragile. I capelli lunghi attestano un lungo passato di buona

salute<sup>84</sup>.

Un indizio più sottile di buoni geni, è l'essere nella media. Non nella media in quanto ad attrattiva, naturalmente, ma a dimensioni e forma di ogni parte del volto. La misura media di un lineamento in una popolazione locale è una buona stima del disegno ideale favorito dalla selezione naturale. A formare un volto composito mettendo insieme quelli delle persone di sesso opposto che ci circondano, si otterrebbe un'immagine ideale del partner meglio adattato, con la quale confrontare quella di ogni candidato. Non c'è bisogno di immettere l'esatta geometria facciale della razza o del gruppo etnico locale. In effetti i volti compositi, che siano costruiti

sovrapponendo i negativi in un ingranditore o per mezzo di sofisticati algoritmi di computer grafica, sono più piacenti dei singoli visi che concorrono a formarli<sup>85</sup>.

I volti medi sono un buon punto di partenza, ma alcuni visi sono ancora più attraenti di quelli medi. Quando i ragazzi raggiungono la pubertà, il testosterone fa crescere le ossa delle mandibole, delle arcate sopraccigliari e della regione nasale. I volti delle ragazze crescono in modo più uniforme. La differenza nella geometria tridimensionale permette di distinguere una testa maschile da una femminile anche se sono completamente calve e rasate. Se la geometria di un volto femminile è simile a quella di un

volto maschile, la donna è bruttina; se è meno simile, è più carina. La bellezza in una donna è data da una mandibola breve, delicata e dalla curvatura poco pronunciata, da mento, naso e mascella superiore piccoli, e da una fronte liscia con arcate sopraccigliari non sporgenti. Gli «zigomi alti» di una bella donna non sono ossa, ma tessuti molli, e contribuiscono alla bellezza perché le altre parti di un bel viso (le mascelle, la fronte e il naso) al confronto sono piccole.

Perché le donne mascholine sono meno attraenti? Se il viso è divenuto mascolino, probabilmente la donna ha un eccesso di testosterone nel sangue (sintomo di molte malattie); se ha troppo

testosterone, ha buone probabilità di non essere fertile. Un'altra spiegazione è che i sensori della bellezza sono in realtà rilevatori di volti femminili, progettati per distinguerli da qualsiasi altro oggetto al mondo e tarati per minimizzare il rischio di un falso allarme di fronte a un volto maschile, che è l'oggetto più simile a un volto femminile. Quanto più un volto è diverso da quello maschile, tanto più forte suona il segnalatore. Una progettazione analoga potrebbe spiegare perché gli uomini con volti non femminei sono più piacenti. Un uomo con la mandibola ampia e angolosa, il mento pronunciato, la fronte e le arcate sopraccigliari prominenti è

indubbiamente un maschio adulto con ormoni maschili normali.

Secondo i freddi calcoli della selezione naturale, le mogli migliori sono le donne giovani che non hanno mai partorito, perché hanno davanti a sé la carriera riproduttiva più lunga e non hanno i figli di un altro uomo da trascinarsi dietro. I segni della giovinezza e quelli che indicano che non è mai stata incinta dovrebbero rendere una donna più attraente. Le adolescenti hanno gli occhi più grandi, le labbra più rosse e carnose, la pelle più liscia, umida e tesa e seni più turgidi, tutti elementi riconosciuti da tempo quali ingredienti della bellezza. Con l'età, le ossa facciali della donna si allungano e



si fanno più grossolane, e lo stesso accade con le gravidanze. Pertanto un volto con la mandibola piccola e le ossa facciali leggere è indizio di quattro virtù riproduttive: essere femmina, avere gli ormoni giusti, essere giovane e non essere mai stata incinta. Spesso l'equazione tra giovinezza e bellezza è addebitata come una colpa all'ossessivo giovanilismo della nostra società, ma se le cose stessero così bisognerebbe dire che tutte le culture sono ossessivamente giovanilistiche. Se mai, l'America contemporanea è meno orientata verso i giovani. L'età delle modelle di «Playboy» è cresciuta nei decenni, mentre nella maggior parte delle culture e delle epoche le donne tra i venti e i

trent'anni erano considerate ormai in fase calante. La bellezza maschile non declina con l'invecchiamento con la stessa velocità di quella femminile non perché nella nostra società viga una doppia misura, ma perché la fertilità maschile non cala con l'invecchiamento con la stessa rapidità di quella femminile<sup>86</sup>.

Con la pubertà i fianchi di una ragazza si allargano perché la pelvi cresce e sui fianchi si deposita grasso, che funge da riserva calorica utilizzabile durante la gravidanza. Il rapporto tra la misura della vita e quella dei fianchi cala nella maggior parte delle donne fertili fino a valori tra 0,67 e 0,80, mentre per gran parte degli uomini, dei bambini e delle

donne dopo la menopausa questo valore si situa tra 0,80 e 0,95. Nelle donne, è stato riscontrato, un basso rapporto vita-fianchi è correlato a giovinezza, salute, fertilità, al non essere gravide e al non esserlo mai state. La psicologa Devendra Singh ha mostrato a centinaia di persone di entrambi i sessi e di diverse età e culture fotografie e immagini generate al computer di corpi femminili, differenti per dimensioni e conformazioni. Tutti hanno trovato il rapporto vita-fianchi di 0,70 il più attraente. Tale rapporto, tra l'altro, rispecchia vecchi luoghi comuni come quelli che parlano di corpi tutti curve, di vite da vespa e di 90-60-90 come misure ideali; Singh ha anche preso le

misure delle donne raffigurate nei pieghevoli di «Playboy» e delle vincitrici dei concorsi di bellezza per oltre sette decenni. Il loro peso è calato, ma il rapporto vita-fianchi è rimasto lo stesso. Anche la maggior parte delle statuine di veneri del paleolitico superiore, scolpite decine di migliaia di anni fa, ha le proporzioni giuste<sup>87</sup>.

Un tempo la geometria della bellezza era indice di giovinezza, salute e assenza di gravidanze, ma non necessariamente è così anche oggi. Oggi le donne hanno meno bambini, li mettono al mondo in età più avanzata, sono meno esposte agli agenti atmosferici e sono meglio nutrite e meno tormentate dalle malattie rispetto alle loro antenate. Così

possono somigliare a un'adolescente ancestrale quando hanno raggiunto da un pezzo la mezza età. Inoltre hanno a loro disposizione tutta una tecnologia per simulare o accentuare i segni di giovinezza, femminilità e salute: il trucco per gli occhi (che li fa apparire più grandi), il rossetto, l'uso di strapparsi le sopracciglia (per ridurre l'aspetto mascolino dell'arcata sopraccigliare), il trucco per il volto (per sfruttare gli effetti delle ombre sulle forme, come abbiamo visto nel [capitolo IV](#)), i prodotti che esaltano lucentezza, spessore e colore dei capelli, i reggiseni e gli indumenti che simulano seni giovani, e centinaia di pozioni che pretendono di conservare alla pelle un

aspetto giovanile. La dieta e l'esercizio fisico possono assottigliare la vita e abbassare il rapporto vita-fianchi, e illusioni si possono ottenere con busti, corsetti, crinoline, fasce, pieghe, strozzature e larghe cinture. La moda femminile non ha mai previsto niente di simile a quelle voluminose fasce di seta che gli uomini usavano indossare con lo smoking.

Al di fuori della letteratura scientifica, l'aspetto della bellezza su cui si è scritto di più è il peso della donna. In Occidente, nei decenni passati, le immagini femminili hanno ritratto donne sempre più magre; e in questo si è voluto vedere una dimostrazione dell'arbitrarietà della bellezza e

dell'oppressione che si esercita sulle donne, dalle quali si pretende che si adeguino a questi standard per quanto irragionevoli possano essere. Alle esili modelle si dà generalmente la colpa dell'anoressia delle adolescenti, e un libro recente è stato intitolato *Il grasso è una questione femminista*. Il peso, tuttavia, è forse l'aspetto meno importante della bellezza. Singh ha scoperto che le donne molto grasse e quelle molto magre sono giudicate meno attraenti (e infatti sono meno fertili), ma che esiste tutta una gamma di pesi considerati attraenti, e che la conformazione (il rapporto vita-fianchi) è più importante della taglia<sup>88</sup>. Il gran baccano che si fa attorno alla magrezza

ha più a che vedere con donne che posano per altre donne che con donne che posano per gli uomini. Twiggy e Kathe Moss sono indossatrici di moda, non pin-up; Marilyn Monroe e Jayne Mansfield erano pinup, non indossatrici di moda. Il peso gioca un ruolo soprattutto nella competizione tra donne per la posizione sociale in un'epoca in cui, rovesciando il rapporto tradizionale, è più facile che sia magra una donna ricca che una povera.

Tuttavia le donne che posano per entrambi i sessi sono oggi più magre delle loro colleghe nel corso della Storia, e forse non semplicemente perché sono cambiati i segni di status. La mia ipotesi è che le magrissime top-



model e pin-up dei nostri giorni non avrebbero avuto difficoltà a trovare un partner in nessuna epoca storica, perché non somigliano alle donne macilente da cui si rifuggiva nei secoli passati. Le parti del corpo non variano in modo indipendente l'una dall'altra. Gli uomini alti tendono ad avere grandi piedi, chi ha la vita larga tende ad avere il doppio mento e così via. Le donne malnutrite possono tendere ad avere un corpo più maschile e quelle ben nutrite più femminile, quindi nella storia le donne più attraenti possono essere state tendenzialmente più pesanti. Nessun tipo di donna ha la conformazione più bella immaginabile (alla Jessica Rabbit, per esempio), perché i corpi reali non si

sono evoluti come esche sessuali da esibire sulle copertine delle riviste. Essi sono un compromesso tra le esigenze di essere attraenti, correre, sollevare pesi, partorire, allattare e sopravvivere alle carestie. Un'esca sessuale l'ha fabbricata forse la tecnologia moderna, non con il pennello del disegnatore, ma con la selezione artificiale. In un mondo di cinque miliardi di persone devono esserci donne con i piedi larghi e la testa piccola, uomini con le orecchie grandi e il collo scheletrico e qualsivoglia altra combinazione di parti del corpo. E ci sarà qualche migliaio di donne con combinazioni fuori dal comune di vita piccola, addome piatto, seni grossi e turgidi e fianchi curvi ma

di taglia media: illusioni ottiche che fanno balzare ai massimi livelli gli indicatori di fertilità e assenza di figli. Quando si rendono conto che possono sfruttare i loro insoliti corpi per ottenere fama e denaro, queste donne vengono allo scoperto ed esaltano i loro doni con il trucco, la ginnastica e le foto seducenti. Corpi come quelli che compaiono nelle pubblicità della birra forse non si sono mai visti prima nella Storia.

La bellezza non è, come hanno sostenuto alcune femministe, una cospirazione degli uomini per trasformare le donne in oggetti e opprimerle. Le società veramente sessiste avvolgono le donne in chador

dalla testa ai piedi. A farsi critici della bellezza, nel corso della Storia, sono stati uomini potenti, capi religiosi, a volte donne anziane e medici, sui quali si può sempre contare perché dichiarino che la mania del momento in fatto di bellezza è pericolosa per la salute delle donne. Le donne stesse, invece, della bellezza sono entusiaste. La spiegazione è semplice in termini economici e politici (anche se non per l'analisi femminista ortodossa, peraltro alquanto offensiva per le donne, secondo cui queste ultime sono delle credulone che, con un lavaggio del cervello, sono state convinte a fare ogni sforzo per qualcosa che in realtà non vogliono). Le donne nelle società aperte vogliono apparire

belle perché questo dà loro un vantaggio nella competizione per il marito, per la posizione sociale e per l'attenzione dei potenti. Gli uomini nelle società chiuse detestano la bellezza perché rende indiscriminatamente attraenti per gli altri uomini le loro mogli e figlie, consentendo loro un certo controllo sui profitti derivanti dalla propria sessualità e sottraendoli dunque agli uomini (e, nel caso delle figlie, alle madri). Una logica economica simile fa sì che anche gli uomini tengano ad apparire belli, ma in questo caso la pressione del mercato è più debole o diversa, perché la bellezza maschile importa alle donne meno di quanto la bellezza femminile importi agli uomini<sup>89</sup>.

Anche se l'industria della bellezza non è una cospirazione contro le donne, non per questo è innocua. Il nostro gusto estetico si calibra sulle persone che vediamo intorno a noi, compresi i nostri illusori vicini nei mass media. Un'abbuffata quotidiana di persone virtuali di inusitata bellezza può tarare le scale su nuovi valori e farci apparire brutti gli individui reali, compresi noi stessi<sup>90</sup>.

Per gli esseri umani, come per gli uccelli, la vita è complicata a causa di due caratteristiche riproduttive. I maschi investono nella prole, ma la fecondazione avviene fuori dalla loro vista, all'interno del corpo femminile,

per cui un maschio non sa mai con certezza quale figlio sia suo. Una femmina, al contrario, può essere certa che qualsiasi uovo o bambino che esca dal suo corpo contiene i suoi geni. Un maschio tradito è in condizioni peggiori di uno celibe nella lotta evuzionistica, e contro questo rischio gli uccelli maschi hanno sviluppato delle difese. Altrettanto hanno fatto gli uomini. La gelosia sessuale è presente in ogni cultura<sup>91</sup>.

Entrambi i sessi possono provare un'intensa gelosia al pensiero di un compagno che flirta, ma le loro emozioni differiscono sotto due aspetti. La gelosia delle donne sembra essere sotto il controllo di un software più

sofisticato, che permette loro di valutare le circostanze e stabilire se il comportamento del partner mette a rischio i loro interessi di fondo. La gelosia dell'uomo è più grezza e scatta più facilmente. (Una volta che si è scatenata, comunque, la gelosia femminile sembra raggiungere la stessa intensità di quella maschile). Nella maggior parte delle società vi sono donne che condividono senza difficoltà un marito, ma in nessuna il marito condivide senza problemi la moglie. Una donna che ha rapporti sessuali con un altro è sempre una minaccia per gli interessi genetici del suo partner, perché potrebbe raggirarlo e farlo lavorare per i geni di un concorrente; un uomo che ha



rappporti sessuali con un'altra, invece, non è necessariamente una minaccia per gli interessi genetici della sua partner, perché il suo eventuale figlio illegittimo sarà un problema di un'altra donna. Diviene una minaccia soltanto se l'uomo dirotta il proprio investimento da lei e dai suoi bambini verso l'altra e i bambini di quest'ultima, temporaneamente o, nel caso dell'abbandono, per sempre.

Quindi gli uomini e le donne dovrebbero essere gelosi di cose diverse. Gli uomini dovrebbero agitarsi al pensiero che la moglie o fidanzata faccia l'amore con un altro; le donne al pensiero che il marito o fidanzato dedichi tempo, risorse, attenzione e

affetto a un'altra. Naturalmente a nessuno fa piacere pensare che il proprio compagno offra sesso o affetto a qualcun altro, ma anche a tale riguardo le ragioni possono essere diverse; gli uomini potrebbero essere turbati da un tradimento sul piano dell'affetto perché potrebbe sfociare nel sesso; le donne da un tradimento sessuale perché potrebbe portare all'affetto. Buss ha riscontrato che uomini e donne si ingelosiscono tanto al pensiero di un tradimento sessuale quanto a quello di un tradimento affettivo, ma quando si è chiesto loro di scegliere tra i due mali, la maggior parte degli uomini hanno dichiarato di essere più turbati dal pensiero che il partner fosse infedele

sessualmente piuttosto che sentimentalmente, mentre la maggior parte delle donne ha avuto la reazione opposta. (Le stesse differenze si riscontrano quando gli uomini e le donne immaginano che il partner sia infedele sia sessualmente sia emotivamente e si chiede loro quale dei due aspetti del tradimento li turbi di più. Questo dimostra che la differenza tra i sessi non sta solo nel fatto che un uomo e una donna si aspettano e temono cose diverse dal comportamento del partner; l'uomo che una donna che ha dei rapporti sessuali debba essere anche innamorata, e la donna che un uomo innamorato debba anche avere dei rapporti sessuali). Buss ha poi applicato

ai suoi soggetti degli elettrodi e ha chiesto loro di immaginare i due tipi di tradimento. Gli uomini sudavano, si accigliavano e palpitavano di più per immagini di tradimento sessuale; le donne sudavano, si accigliavano e palpitavano di più per quelle di tradimento sentimentale. (Ho citato questo esperimento nel [capitolo IV](#) per illustrare il potere delle immagini mentali). Risultati simili sono stati ottenuti in diversi Paesi europei e asiatici<sup>92</sup>.

Per commettere un adulterio bisogna essere in due e gli uomini, che sono sempre il sesso più violento, hanno diretto la loro rabbia contro entrambe le parti. La più frequente causa di violenza

e omicidio all'interno di una coppia è la gelosia sessuale, quasi sempre dell'uomo. Gli uomini picchiano e uccidono le mogli e le fidanzate per punirle di infedeltà reali o immaginarie e per dissuaderle dal tradirli o abbandonarli. Le donne picchiano e uccidono i mariti come autodifesa o dopo anni di abusi. I critici del femminismo hanno dato grosso peso all'occasionale dato statistico secondo cui gli uomini statunitensi sono vittime di violenze e omicidi da parte dei coniugi in numero quasi pari alle donne. Ma questa non è la realtà nella maggior parte delle comunità umane, e anche nelle poche in cui lo è, la causa sta quasi sempre nella gelosia e

nell'intimidazione da parte del marito. Capita spesso che un uomo affetto da una gelosia morbosa segreghi in casa la moglie e interpreti ogni telefonata che arriva come una prova della sua infedeltà. Il rischio diviene massimo quando la donna minaccia di lasciare il compagno o lo lascia effettivamente. L'uomo abbandonato può darle la caccia, scovarla e ucciderla sempre in base allo stesso ragionamento: «Se non posso averla io, non l'avrà nessuno». Il crimine è insensato, ma è l'esito indesiderato di una tattica paradossale, una macchina della fine del mondo. Per ogni assassinio di una moglie o fidanzata che se n'è andata devono esserci migliaia di minacce rese credibili da

segni che indicano che l'uomo è abbastanza folle da portarle a compimento senza curarsi del loro costo<sup>93</sup>.

Molti sapientoni, negli Stati Uniti, addossano la colpa della violenza perpetrata contro le donne a questo o quell'aspetto della società, dalla circoncisione alle armi giocattolo, a James Bond o al calcio. Ma il fenomeno si verifica in ogni parte del mondo, anche nelle società di cacciatori-raccoglitori. Tra gli Yanomamö un uomo che sospetta la moglie di infedeltà può sfregiarla con un machete, colpirla con una freccia, ustionarla con un tizzone ardente, mozzarle le orecchie o ucciderla. Anche tra gli idilliaci !Kung

San del deserto del Kalahari, nell'Africa meridionale, gli uomini picchiano con violenza le mogli quando hanno il sospetto che li tradiscano. Per inciso, nessuna di queste osservazioni «giustifica» la violenza o significa che «non è colpa dell'uomo», come a volte si sostiene. Conclusioni indebite del genere potrebbero venire applicate a qualsiasi spiegazione, compresa la diffusa teoria femminista secondo cui gli uomini subiscono un lavaggio del cervello da parte dei media con le loro immagini che esaltano la violenza contro le donne.

In tutto il mondo gli uomini commettono violenze e omicidi anche contro gli uomini con i quali le loro



partner li hanno, o essi ritengono che li abbiano, traditi. Si ricordi che la competizione per le donne è la causa principale di violenze, omicidi e conflitti armati nelle popolazioni di cacciatori-raccoglitori. Come è scritto nei Proverbi, 6,34: «...La gelosia accende lo sdegno del marito, che non avrà pietà nel giorno della vendetta».

A differenza degli uccelli, tuttavia, gli esseri umani innestano la loro gelosia sessuale in una macchina cognitiva barocca. Noi pensiamo per metafore, e la metafora che gli uomini hanno sempre usato per le mogli è la proprietà. Nel saggio *The Man Who Mistook His Wife for a Chattel* ('L'uomo che scambiò sua moglie per un bene mobile'), Wilson e

Daly mostrano che gli uomini non mirano semplicemente a tenere sotto controllo le mogli e lontani i rivali, ma rivendicano su di esse, e specialmente sulla loro capacità riproduttiva, un titolo di proprietà identico al diritto del possessore di un bene inanimato. Un proprietario può vendere, scambiare o cedere ciò che gli appartiene, apportargli delle modifiche senza ostacoli di sorta e chiedere un risarcimento per eventuali furti o danni. Questi diritti sono riconosciuti dal resto della società e possono essere fatti rispettare tramite rappresaglie collettive. In una cultura dopo l'altra gli uomini, nel concepire il loro rapporto con le mogli, hanno dispiegato l'intero

apparato cognitivo della proprietà, e fino a tempi recenti hanno formalizzato questa metafora in codici legislativi.

Nella maggior parte delle società il matrimonio è un palese trasferimento della proprietà di una donna dal padre al marito. Nella nostra cerimonia nuziale il padre della sposa la «dà in moglie», ma altrove più spesso la vende. Nel settanta per cento delle società, quando due persone si sposano c'è qualcuno che paga. Nel novantasei per cento dei casi lo sposo o la sua famiglia pagano la famiglia della sposa, a volte in denaro o con una figlia, altre volte con un lavoro svolto dallo sposo per il padre della futura moglie per un periodo prefissato. (Nella Bibbia, Giacobbe lavora per

Labano per sette anni per avere il diritto di sposare sua figlia Rachele, ma al matrimonio Labano sostituisce Rachele con l'altra figlia, Lia, per cui Giacobbe deve lavorare altri sette anni per acquistare Rachele come seconda moglie). Le doti, a noi più familiari, non sono un'immagine speculare del pagamento per la moglie, perché vanno agli sposi e non ai genitori della sposa<sup>94</sup>. Il marito notifica agli altri uomini la sua proprietà con modalità che persistono in molte coppie attuali. La donna, non l'uomo, porta al dito l'anello di fidanzamento, e prende il cognome del marito.

Chi detiene una proprietà ne ha il controllo, e i mariti (e, prima di loro, i

padri e i fratelli) hanno assunto il controllo della sessualità delle donne attraverso dame di compagnia, veli, parrucche, chador, la separazione per sesso, la segregazione, catene alle caviglie, mutilazioni genitali e tanti ingegnosi modelli di cinture di castità. I despoti non solo avevano degli harem, ma li tenevano sotto stretta sorveglianza. Nelle società tradizionali, «proteggere una donna» era un eufemismo per «farla restare casta». («Gli uomini dicono sempre che ti proteggono, ma non dicono mai da che cosa» ha osservato Mae West). Solo le donne fertili erano soggette a questi controlli; le bambine e le donne dopo la menopausa godevano di maggiore libertà.

Il termine «adulterio» è correlato ad «adulterare», e significa rendere una donna impura tramite l'introduzione di una sostanza impropria. L'ignominioso uso di due pesi e due misure, per cui il tradimento di una moglie viene punito più severamente di quello di un marito, è comune nei codici legali e morali di ogni tipo di società. La sua spiegazione razionale è sintetizzata in questo scambio di battute fra James Boswell e Samuel Johnson: «C'è una grande differenza tra il reato di infedeltà commesso da un uomo e quello di sua moglie» osservò Boswell. «La differenza è immensa» rispose Samuel Johnson. «L'uomo non impone alla moglie dei bastardi»<sup>95</sup>. Sia la donna

sposata sia il suo amante sono normalmente punibili per legge (spesso con la morte), ma la simmetria è illusoria, perché è lo stato coniugale della donna, non quello dell'uomo, a rendere la relazione un crimine, e specificamente un crimine contro il marito. Fino a epoca recente, la maggior parte dei sistemi legali nel mondo trattava l'adulterio come un reato contro la proprietà. Il marito aveva diritto al risarcimento dei danni, alla restituzione del prezzo pagato per la sposa, al divorzio o alla vendetta violenta. Lo stupro era un reato contro il marito della donna, non contro di lei. La fuga d'amore era considerata una sottrazione della figlia al padre. Fino a pochissimo

tempo fa, lo stupro di una donna da parte del marito non era un crimine, anzi, non era neppure concepibile: i mariti avevano il diritto a rapporti sessuali con le mogli.

In tutti i Paesi anglofoni la *common law* riconosce tre attenuanti all'omicidio: l'autodifesa, la difesa di parenti stretti e la reazione a contatti sessuali della propria moglie con altri. (Wilson e Daly osservano che si tratta delle tre più serie minacce alla *fitness* darwiniana). In diversi Stati degli Stati Uniti, e in Texas ancora nel 1974, un uomo che coglieva la moglie in flagrante e uccideva il suo amante non era colpevole. Ancora oggi, in molti Paesi, omicidi del genere non vengono



perseguiti, o l'assassino è giudicato con clemenza. Il violento scoppio di gelosia alla vista dell'adulterio commesso dalla moglie è citato come uno dei comportamenti che ci si possono attendere da «un uomo ragionevole».

Mi sarebbe piaciuto poter parlare di psicologia evoluzionistica della sessualità senza digressioni sulla teoria femminista, ma nel clima intellettuale odierno è impossibile. L'approccio darwiniano alla sessualità è spesso tacciato di antifemminismo, ma è un errore. Anzi, è un'accusa sconcertante, specialmente da parte delle molte femministe che hanno sviluppato e messo alla prova quella teoria. Al cuore del femminismo c'è senz'altro

l'obiettivo di porre fine alla discriminazione e allo sfruttamento sessuali, una posizione etica e politica il cui valore non può essere inficiato da alcuna teoria o scoperta scientifica prevedibile. Neanche lo spirito con cui è condotta la ricerca minaccia gli ideali femministi. Le differenze fra i sessi che sono state documentate riguardano la psicologia della riproduzione, non i valori economici o politici, e mettono in cattiva luce gli uomini, non le donne. Tali differenze dovrebbero renderci più coscienti di fronte a incesti, sfruttamenti, molestie, pedinamenti, maltrattamenti, stupri (compreso quello da parte del proprio ragazzo o marito) e alle leggi discriminatorie nei confronti delle

donne. Se esse mostrano come gli uomini siano particolarmente tentati di commettere determinati crimini contro le donne, ne discende che bisogna adottare deterrenti più efficaci e severi, non che i crimini sono in qualche misura meno odiosi. Anche le spiegazioni evoluzionistiche della tradizionale divisione del lavoro tra i sessi non implicano che essa sia imm modificabile, «naturale» nel senso di buona, o che dovrebbe essere imposta agli uomini e alle donne che non la desiderano.

A venire messi in discussione dalla psicologia evoluzionistica non sono gli obiettivi del femminismo, ma alcuni aspetti della moderna ortodossia riguardo alla mente fatti propri

dall'establishment intellettuale del femminismo. Uno è l'idea che le persone siano designate a realizzare gli interessi della propria classe e del proprio sesso, anziché ad agire secondo i propri desideri e convincimenti. Un altro è la tesi che le menti infantili siano plasmate dai genitori, e che quelle degli adulti siano plasmate dal linguaggio e dalle immagini dei media. Un terzo è la dottrina romantica per cui le nostre inclinazioni naturali sono buone e i nostri moventi ignobili provengono dalla società.

Dietro molte delle obiezioni alla teoria darwiniana della sessualità umana c'è la tacita premessa che la natura sia buona. Una vita sessuale spensierata è

naturale e buona, si presume, quindi se qualcuno afferma che gli uomini la desiderano più delle donne, ciò dovrebbe implicare che gli uomini sono sani di mente e le donne nevrotiche e represses. Tale conclusione è inaccettabile, quindi la tesi secondo cui gli uomini vogliono rapporti sessuali spensierati più delle donne non può essere vera. Analogamente, si presume che il desiderio sessuale sia buono, quindi se gli uomini stuprano le donne perché le desiderano (anziché per esprimere la propria rabbia verso di esse), lo stupro non è un male. E invece lo stupro lo è, pertanto la tesi secondo cui gli uomini stuprano mossi dal desiderio sessuale non può essere vera.

Più in generale, si pensa che ciò che piace per istinto sia bene, quindi se agli esseri umani piace la bellezza, la bellezza è un segno di valore. La bellezza invece non è un segno di valore, quindi la tesi secondo cui alla gente piace la bellezza non può essere vera.

Questo tipo di obiezioni unisce una cattiva biologia (la natura è buona), una cattiva psicologia (la mente è creata dalla società) e una cattiva etica (ciò che piace è bene). Il femminismo non perderebbe nulla ad abbandonarle<sup>96</sup>.

## *Rivali*

Ovunque nel mondo si lotta per

sostanze eteree tipo autorità, carisma, dignità, dominio, superiorità, stima, immagine, posizione, preminenza, prestigio, rango, considerazione, reputazione, rispetto, levatura o status. Vi sono persone che soffrono la fame, rischiano la vita e danno fondo alle proprie ricchezze per qualche pezzetto di nastro e metallo. L'economista Thorstein Veblen ha osservato che per fare colpo sugli altri si sacrificano così tante necessità della vita da dare l'impressione che si risponda a un «bisogno spirituale superiore». Status e virtù vanno a braccetto nella mente umana, come rivelano i termini *cavalleresco*, *di classe*, *cortese*, *gentiluomo*, *onorevole*, *nobile*,

*principesco* e loro opposti quali *volgare*, *di basso livello*, *scortese*, *malnato*, *villano* e *ignobile*. Per quanto riguarda le frivolezze dell'aspetto personale, esprimiamo l'ammirazione per il buon gusto usando metafore etiche come *giusto*, *appropriato*, *impeccabile* o *inappuntabile*, e censuriamo il cattivo gusto con toni di solito riservati al peccato (atteggiamento che Quentin Bell ha chiamato «moralità sartoriale») <sup>97</sup>.

Serve a costruire un organismo intelligente, tutto ciò? Da dove provengono moventi così potenti?

Vane decorazioni e rituali costituiscono dei moventi per molti animali, e perché la selezione abbia portato a questo stato di cose non è più



un mistero. Ecco l'idea chiave. Le creature si differenziano per la loro capacità di danneggiare o aiutare gli altri. Alcune sono più forti o più feroci o più velenose; alcune hanno geni migliori o più disponibilità. Tali creature potenti vogliono che tutti sappiano che sono potenti, e anche le creature su cui esse possono influire vogliono sapere quali sono potenti. Ma ogni singola creatura non può esaminare il DNA, la massa muscolare, la composizione biochimica, la ferocia e via dicendo di tutte le altre, quindi le creature che hanno un peso pubblicizzano il proprio valore con un segnale. Purtroppo quelle insignificanti possono contraffare il segnale e

raccoglierne i benefici, riducendone il valore per tutte le altre. Si apre dunque una gara nella quale le creature di peso inventano segnali difficili da contraffare, quelle più insignificanti affinano le proprie capacità di contraffazione, e le terze parti accrescono le loro capacità di discernimento. Come nelle banconote, i segnali sono arzigogolati in modo inimitabile e privi di valore intrinseco, ma vengono trattati come se fossero di valore, il che li rende effettivamente di valore<sup>98</sup>.

La materia preziosa che sta dietro i segnali si può suddividere in predominio (chi può danneggiarti) e status (chi può aiutarti). Spesso essi vanno insieme, perché chi può

danneggiarti può anche aiutarti con la sua capacità di danneggiare gli altri. Ma conviene esaminare i due aspetti separatamente.

Quasi tutti hanno sentito parlare delle gerarchie, stratificazioni sociali e ruoli predominanti tanto presenti nel regno animale. Animali della stessa specie non si combattono all'ultimo sangue ogni volta che devono contendersi qualcosa di valore. Si danno invece a conflitti rituali, esibizioni di armi o lotte di sguardi, finché uno dei due non si tira indietro. Konrad Lorenz e altri pionieri dell'etologia pensavano che le espressioni di resa aiutassero a salvaguardare la specie da stragi

intestine, e che gli esseri umani fossero in pericolo perché le avevano perse. Ma è un'idea frutto dell'erronea convinzione che gli animali si evolvano a vantaggio della specie; non è in grado di spiegare perché un mutante truculento, che non si sia mai arreso e abbia ucciso chiunque si arrendesse, non abbia sbaragliato gli avversari caratterizzando ben presto la specie. I biologi John Maynard Smith e Geoffrey Parker hanno proposto una spiegazione migliore, elaborando un modello sulla capacità delle diverse strategie aggressive adottabili dagli animali di reggere l'una a confronto dell'altra e in se stesse<sup>99</sup>.

Combattere fino alla fine in qualsiasi circostanza è una misera strategia per un

animale, perché è probabile che il suo avversario si sia evoluto per fare altrettanto. Una lotta è costosa per il perdente, che viene ferito o ucciso e quindi sta peggio che se avesse rinunciato al premio fin dal principio. Ma può essere costosa anche per il vincitore, che rischia anch'esso di rimanere ferito nel corso del combattimento. A entrambe le parti converrebbe stabilire in anticipo chi ha le migliori probabilità di uscire vincente e assegnargli la vittoria per semplice rinuncia dell'altro. Perciò gli animali si misurano a vicenda per constatare chi è più grosso, o brandiscono le armi per rendersi conto di chi è più pericoloso, o lottano fino a quando non diviene chiaro

chi è il più forte. Anche se uno solo dei due vince, entrambi vanno via sulle proprie zampe. Il perdente rinuncia perché può cercare migliore fortuna altrove o attendere circostanze più propizie. Quando gli animali si misurano, fanno uso di trucchi per esagerare la propria taglia: tirano fuori collari, rigonfiamenti e criniere, rizzano il pelo o la cresta, s'impennano e si producono in versi la cui bassa tonalità testimonia delle dimensioni della cassa di risonanza del corpo. Se una lotta è costosa e il vincitore non è prevedibile, l'esito può essere deciso da una differenza arbitraria, per esempio chi è arrivato prima, allo stesso modo in cui una disputa tra rivali umani può essere

risolta in quattro e quattr'otto tirando una moneta. Se gli animali combattenti sono allo stesso livello e gli interessi in gioco abbastanza alti (per esempio un harem), si può giungere a una lotta senza tregua che a volte finisce con la morte.

Se entrambe le creature escono vive dal conflitto, è facile che ne ricordino l'esito, e da quel momento il perdente rispetterà il vincitore. Quando molti animali di un gruppo si battono o si misurano l'un l'altro in una sorta di eliminatoria, il risultato è una stratificazione sociale, corrispondente alle probabilità che avrebbe ciascun animale di uscire vincitore da un duello con ognuno degli altri. Se avviene che tali probabilità si modifichino, per

esempio perché un animale che ha il predominio invecchia o si ferisce, o uno sottomesso guadagna forza o esperienza, quest'ultimo può lanciare una sfida e cambiare la gerarchia. Negli scimpanzé il predominio non è solo una questione di valore in battaglia, ma anche di acume politico: una coppia in combutta può spodestare un animale più forte che compete da solo. Molti primati che vivono in gruppo stabiliscono due gerarchie di predominio, una per ciascun sesso; le femmine competono per il cibo, i maschi per le femmine. I maschi che predominano si accoppiano più spesso, sia perché possono estromettere gli altri maschi sia perché le femmine preferiscono accoppiarsi con loro, se



non altro perché un partner di alto rango ha buone probabilità di avere figli di alto rango, che daranno alla femmina più nipoti dei figli di basso rango.

Fra gli esseri umani non esistono stratificazioni rigide, ma in tutte le società si riconosce una forma di gerarchia, soprattutto tra gli uomini. Gli uomini d'alto rango sono rispettati, hanno più voce in capitolo nelle decisioni collettive, di norma dispongono di una quota maggiore delle risorse del gruppo e hanno immancabilmente più mogli, più amanti e più relazioni con mogli altrui. Gli uomini lottano per il rango e lo conquistano in parte con le modalità che ci sono note dai libri di zoologia, in

parte con modalità peculiari della nostra specie. A un rango superiore pervengono i combattenti migliori, e anche coloro che sembrano combattenti migliori. È sorprendente, in una specie di esseri che si autodefiniscono animali razionali, quanto sia potente la pura e semplice altezza fisica. Nella maggior parte delle società di cacciatori-raccoglitori il termine corrispondente a *leader* è *grande uomo*, e di fatto i leader sono in genere uomini grandi. Negli Stati Uniti gli uomini più alti trovano lavoro più facilmente, fanno più carriera, guadagnano di più (circa 250 dollari l'anno per centimetro) e sono eletti presidenti più spesso: delle ventiquattro elezioni succedutesi fra il 1904 e il

1996, venti sono state vinte dal candidato più alto. Un'occhiata alle inserzioni matrimoniali pubblicate dai giornali basta a convincere che le donne cercano uomini alti. Come in altre specie in cui i maschi competono, il maschio umano è più grosso della femmina e ha sviluppato dei modi per apparire ancora più grosso, come la voce bassa e la barba (che fa sembrare più grande la testa e si è evoluta in modo indipendente nei leoni e nelle scimmie). Leonid Brežnev sosteneva di essere arrivato al vertice grazie alle sopracciglia! Ovunque gli uomini esaltano la dimensione della loro testa (con cappelli, elmetti, acconciature e corone), delle spalle (con imbottiture,

spallacci, spalline e nappe) e, in alcune società, del pene (con impressionanti brachette e guaine, lunghe a volte quasi un metro)<sup>100</sup>.

Ma gli esseri umani hanno sviluppato il linguaggio e un nuovo modo di diffondere informazioni su chi predomina: la reputazione. I sociologi sono a lungo rimasti perplessi nel constatare che i moventi che portano più spesso all'omicidio, nelle città statunitensi, non sono il furto, un traffico di stupefacenti andato storto o altri tangibili interessi, bensì quelli che essi chiamano «alterchi per motivi relativamente futili: insulti, imprecazioni, spintonate e simili». Due giovani litigano su chi abbia la

precedenza al tavolo da biliardo del bar, si strattonano l'un l'altro e si scambiano insulti e oscenità. Il perdente, umiliato davanti agli occhi di tutti, corre via e ritorna con una pistola. Questi omicidi sono un esempio perfetto di «violenza insensata», e gli uomini che li commettono vengono spesso liquidati come folli o bestie<sup>101</sup>.

Daly e Wilson fanno osservare che uomini del genere si comportano come se fosse in gioco una posta molto più alta della precedenza a un tavolo da biliardo. E infatti la posta in gioco è molto più alta:

Gli uomini sono conosciuti dai loro compagni come «quelli a cui si può comandare a bacchetta» e «quelli che non

si lasciano prendere a pesci in faccia», persone che alle parole fanno seguire fatti e fanfaroni, tipi con le cui ragazze si può civettare impunemente e tipi con cui è meglio non avere a che fare. Nella maggior parte degli ambienti sociali, la reputazione di un uomo dipende in parte dal mantenimento di una minaccia credibile di uso della violenza. I conflitti d'interesse sono endemici in una società, ed è probabile che i propri interessi saranno violati dai concorrenti, se essi non ne vengono dissuasi. Per una deterrenza efficace dobbiamo convincere i rivali che qualsiasi tentativo di far valere i loro interessi a nostre spese sarà punito così severamente che la competizione si concluderà per loro con una perdita netta, tale da far rimpiangere di averla scatenata<sup>102</sup>.

Se una sfida pubblica non viene raccolta, anche se la posta in gioco non è rilevante, la credibilità del deterrente rischia di venir meno. Inoltre, se uno sfidante sapesse che chi ha preso a bersaglio è un freddo calcolatore di costi e benefici, potrebbe estorcergli la resa sotto la minaccia di una lotta pericolosa per entrambi. Ma a una testa calda che non si ferma davanti a nulla pur di salvaguardare la propria reputazione (una macchina della fine del mondo) non si può estorcere niente.

Il membro della banda del quartiere che accoltella chi lo ha provocato ha onorevoli equivalenti in ogni cultura del mondo. La stessa parola *onore* significa in molte lingue (come in uno dei suoi

sensi in inglese) determinazione a vendicare gli oltraggi, se necessario con il sangue. In numerose società di cacciatori-raccoglitori un ragazzo diventa uomo solo dopo aver ucciso. Il rispetto di cui un uomo gode cresce con il crescere delle sue vittime documentate, il che ha portato a costumi affascinanti come l'asportazione dello scalpo o il taglio della testa. Il duello tra «uomini d'onore» era una tradizione nel Sud degli Stati Uniti, e i successi in duello hanno contribuito a far conquistare posizioni di potere a molti. L'uomo raffigurato sul biglietto da dieci dollari, il ministro del Tesoro Alexander Hamilton, fu ucciso in duello dal vicepresidente Aaron Burr, e quello



raffigurato sul biglietto da venti, il presidente Andrew Jackson, vinse due duelli e tentò di provocarne altri.

Perché non si vedono dentisti o professori universitari sfidarsi a duello per un parcheggio? In primo luogo, essi vivono in un mondo in cui lo Stato detiene il monopolio dell'uso legittimo della violenza. Dove lo Stato non giunge, come nei quartieri malavitosi urbani o nelle località rurali di frontiera, o in epoche in cui lo Stato non esisteva, come tra le bande di cacciatori-raccoglitori in cui ci siamo evoluti, una minaccia credibile di uso della violenza è la sola protezione di cui si dispone. In secondo luogo, i beni di dentisti e professori, dalle case ai conti in banca,

sono difficili da rapinare. La «cultura dell'onore» nasce quando reagire in fretta a una minaccia è essenziale perché la propria ricchezza non venga portata via da qualcun altro. Essa si sviluppa tra i pastori, i cui animali possono essere rubati, più spesso che tra gli agricoltori, le cui terre sono inamovibili. E si sviluppa tra i gruppi le cui ricchezze si presentano in altre forme mobili, come contanti o stupefacenti. Ma forse la ragione principale è che dentisti e professori non sono maschi, poveri e giovani.

L'essere maschi è di gran lunga, quanto a violenza, il maggior fattore di rischio. Daly e Wilson citano trentacinque saggi statistici relativi a

omicidi commessi in quattordici Paesi, incluse società di cacciatori-raccoglitori e prive di lingua scritta e l'Inghilterra del Diciottesimo secolo. Da tutte risulta che gli uomini uccidono altri uomini molto di più di quanto le donne uccidano altre donne, in media ventisei volte più spesso.

Inoltre, i vendicatori delle sale da biliardo e le loro vittime sono dei «non»: non istruiti, non sposati, non ricchi e spesso disoccupati. Tra i mammiferi poliginici come noi, il successo riproduttivo varia enormemente tra i maschi, e la competizione più feroce si può averla sul fondo, tra i maschi le cui prospettive oscillano fra lo zero e il non zero. Gli

uomini attraggono le donne grazie alla ricchezza e allo status sociale, quindi se un uomo non dispone di questi mezzi e non ha modo di procurarseli è su una strada a senso unico verso la nullità genetica. Come gli uccelli che si avventurano in territori pericolosi quando stanno per morire di fame, e gli allenatori di hockey che sostituiscono il portiere con un pattinatore in più quando sono sotto di un goal e manca un minuto al termine, un uomo non sposato senza futuro può essere disposto a correre qualsiasi rischio. Come ha sottolineato Bob Dylan: «Quando non hai niente, non hai niente da perdere».

La giovinezza peggiora ancora di più la situazione. Il genetista Alan Rogers ha

calcolato in base a dati attuariali che i giovani di sesso maschile dovrebbero «scontare» radicalmente il futuro, e infatti è così. I giovani maschi commettono crimini, guidano a velocità eccessiva, ignorano le malattie e si dedicano a passatempi pericolosi come gli stupefacenti, gli sport estremi e il surf sui tetti dei tram e degli ascensori. La combinazione di mascolinità, giovinezza, povertà, assenza di speranze e anarchia rende i giovani del tutto spericolati nel difendere la propria reputazione<sup>103</sup>.

E non è detto che i professori (o chi svolge una qualsiasi professione competitiva) non duellino per i tavoli da biliardo, in senso figurato. Gli

accademici sono conosciuti dai loro colleghi come «quelli a cui si può comandare a bacchetta» e «quelli «che non si lasciano prendere a pesci in faccia», persone che alle parole fanno seguire i fatti e fanfaroni, tipi il cui lavoro può essere criticato impunemente e tipi con i quali è meglio non avere a che fare. Brandire un coltello a serramanico nel corso di un'erudita conferenza stonerebbe un po', ma c'è sempre la domanda pungente, la replica che annichilisce, lo sdegno moralistico, l'invettiva raggelante, la confutazione sdegnata, e i modi per farsi valere nelle revisioni dei manoscritti e nei comitati per l'assegnazione dei finanziamenti. Le istituzioni accademiche cercano

naturalmente di inibire questi costumi, ma sradicarli è difficile. Scopo di un'argomentazione è rendere una tesi così forte (si noti la metafora) che gli scettici siano costretti a crederci: non possono negarla, se vogliono continuare a dichiararsi razionali<sup>104</sup>. In linea di principio, sono le idee stesse che, come usiamo dire, s'impongono, ma non sempre i loro sostenitori disdegnano di aiutarle con tattiche di predominio verbale quali l'intimidazione («Chiaramente...»), la minaccia («Sarebbe poco scientifico...»), l'autorità («Come ha dimostrato Popper...»), l'insulto («Questo termine manca del necessario rigore...») e la svalutazione («Pochi ormai credono

seriamente che...»). Forse è per questo che H.L. Mencken ha scritto che «le partite di football dei college sarebbero più interessanti se a giocare fossero i docenti anziché gli studenti».

Godere di uno status significa che è pubblicamente noto che si possiedono beni con i quali, se lo si desidera, si può aiutare gli altri. Questi beni possono consistere nella bellezza, in un talento o una competenza insostituibili, nell'ascolto e nella fiducia di persone potenti, ma soprattutto nella ricchezza. I beni che conferiscono uno status tendono a essere fungibili. La ricchezza è suscettibile di portare a conoscenze altolocate e viceversa. La bellezza può



essere messa a profitto per arricchirsi (mediante regali o il matrimonio), può attirare l'attenzione di persone importanti o attrarre più corteggiatori di quelli che la persona di bell'aspetto sappia gestire. I detentori di questi beni, quindi, non sono visti solo come loro proprietari, ma irradiano un'aura di carisma in virtù della quale gli altri ambiscono a entrare nelle loro grazie. È sempre utile avere persone che desiderano entrare nelle nostre grazie, quindi lo status è di per sé qualcosa cui vale la pena anelare. Ma il tempo è limitato e gli adulatori devono scegliere con chi dimostrarsi servili, quindi lo status è una risorsa limitata. Se A ne ha di più, B deve averne di meno, e i due

devono competere<sup>105</sup>.

Anche nel mondo delle leadership tribali, dove cane mangia cane, il predominio fisico non è tutto. Chagnon riferisce che alcuni capi yanomamö sono esuberanti e prepotenti, ma altri conquistano la loro posizione con accortezza e discrezione. Un uomo di nome Kaobawä, pur non mancando di energia, si guadagnò la sua autorità avvalendosi dell'aiuto dei fratelli e dei cugini e intrecciando alleanze con gli uomini con i quali aveva scambiato mogli. Poi conservò la sua autorevolezza dando ordini solo quando era sicuro che tutti li avrebbero eseguiti, e l'esaltò ponendo fine a combattimenti, disarmando folli che brandivano il

machete e andando coraggiosamente in giro da solo per il villaggio quando c'erano predoni in bella vista. La sua pacifica leadership fu ricompensata da sei mogli e altrettante relazioni extraconiugali. Nelle società di cacciatori-raccoglitori si riconosce una condizione elevata anche agli abili cacciatori e ai naturalisti esperti. Se supponiamo che anche i nostri antenati applicassero a volte la meritocrazia, l'evoluzione umana non ha sempre coinciso con la sopravvivenza del più violento.

Gli antropologi romantici sostenevano che i cacciatori-raccoglitori non erano motivati nelle loro azioni dalla ricchezza, ma il fatto è che i popoli che

essi studiavano non ne avevano alcuna. C'è un solo aspetto sotto il quale i cacciatori-raccoglitori del Ventesimo secolo non sono rappresentativi dell'Umanità: vivono in terre che nessun altro vuole, terre non coltivabili. Essi non preferiscono necessariamente i deserti, le foreste pluviali o le tundre in cui abitano, ma non hanno scelta, perché i popoli dediti all'agricoltura, come il nostro, hanno occupato il resto. Anche se i cacciatori-raccoglitori non possono raggiungere quelle imponenti diseguaglianze che nascono dal coltivare e accumulare il cibo, conoscono delle diseguaglianze, sia di ricchezza sia di prestigio.

I Kwakiutl della costa canadese del

Pacifico potevano approfittare del passaggio annuale dei salmoni e di un'abbondanza di mammiferi marini e di bacche. Essi si stabilivano in villaggi presieduti da ricchi capi che cercavano di surclassarsi a vicenda in feste competitive chiamate *potlatches*. Gli ospiti erano invitati a ingozzarsi di salmone e bacche e il capo, con fare vanaglorioso, li inondava di barili d'olio, ceste di bacche e cumuli di coperte. Gli ospiti umiliati tornavano ai loro villaggi e si vendicavano organizzando una festa ancora più imponente, in cui non solo regalavano oggetti di valore, ma li distruggevano con ostentazione. Il capo appiccava un fuoco crepitante al centro della sua

abitazione e lo alimentava con olio di pesce, coperte, pellicce, remi, canoe, e a volte con la stessa casa, in un'esibizione di spreco che il mondo non avrebbe più rivisto fino ai *bar mitzvah* nordamericani<sup>106</sup>.

Veblen ha ipotizzato che la psicologia del prestigio sia guidata da tre «canoni di gusto pecuniari»: abbondanti agi, abbondanti consumi e abbondanti sprechi. Gli status symbol sono sfoggiati e ambiti non necessariamente perché siano utili o attraenti (i ciottoli, le margherite e i piccioni sono piuttosto belli, come riscopriamo quando incantano i bambini), ma spesso perché sono così rari, dispendiosi o inutili che solo i ricchi possono permetterseli. Tra

di essi vi sono gli indumenti troppo delicati, ingombranti, attillati o suscettibili di macchiarsi per essere portati al lavoro, gli oggetti troppo fragili da essere usati con tranquillità o prodotti con materiali introvabili, quelli senza alcuna funzione ma frutto di incredibili fatiche, le decorazioni che consumano energia, e la pelle chiara nelle terre in cui la gente comune lavora nei campi o viceversa abbronzata dove si lavora al chiuso. La logica è: non puoi vedere tutta la mia ricchezza e la mia capacità di guadagno (il mio conto in banca, le mie terre, tutti i miei alleati e lacchè), ma puoi vedere i rubinetti d'oro del mio bagno. Nessuno potrebbe permetterseli senza disporre di una

ricchezza sovrabbondante, quindi sai che sono ricco.

Un consumo esagerato è contro il buon senso, perché dissipare la ricchezza può solo farla diminuire, riducendo lo scialacquatore al livello dei rivali. Ma funziona quando la considerazione da parte degli altri è abbastanza utile come contropartita e quando non tutta la ricchezza o la capacità di guadagno viene sacrificata. Se ho cento dollari e tu ne hai quaranta, io posso consumarne cinquanta ma tu no; farò colpo sugli altri e sarò ancora più ricco di te. Il principio è stato confermato da una fonte imprevedibile, la biologia evoluzionistica. A partire da Darwin i biologi si sono arrovellati di



fronte a esibizioni come la coda del pavone, che fa colpo sulla femmina ma consuma risorse nutritive, ostacola il movimento e attira i predatori. Il biologo Amotz Zahavi ha avanzato l'ipotesi che queste esibizioni si siano evolute proprio perché erano degli handicap. Solo gli animali in perfetta salute potevano permetterselo, e le femmine, per accoppiarsi, scelgono gli uccelli più sani. I biologi teorici all'inizio erano scettici, ma uno di essi, Alan Grafen, ha infine dimostrato che la teoria era fondata<sup>107</sup>.

Il consumo smodato funziona quando solo i più ricchi possono permetterselo. Quando la struttura di classe si indebolisce oppure i beni sontuosi (o

loro buone imitazioni) diventano più facilmente disponibili, la classe medio-superiore può emulare quella superiore, la classe media può emulare quella mediosuperiore e così via lungo la scala. La classe superiore non può restare con le mani in mano quando comincia a somigliare alla plebe; deve adottare un nuovo look. Ma questo look viene nuovamente emulato dalla classe medio-superiore e la catena ricomincia, il che stimola la classe superiore a lanciarsi su un look ancora diverso e così via. Il risultato è la moda. Il caotico succedersi di stili in cui quello che è chic in un decennio diviene dozzinale o trasandato, frivolo o volgare nel decennio successivo, è stato spiegato

come una cospirazione dell'industria dell'abbigliamento, o un'espressione di nazionalismo, o un riflesso dell'economia e in molti altri modi. Ma Quentin Bell, nella sua classica analisi sulla moda, *On Human Finery*, ha mostrato che solo una spiegazione funziona: la gente segue la regola che dice «cerca di somigliare a quelli più in alto di te; se sei in cima, cerca di distinguerti da quelli sotto di te»<sup>108</sup>.

Ancora una volta, gli animali hanno scoperto per primi questo trucco. Gli altri damerini del regno animale, le farfalle, non hanno evoluto i loro colori per far colpo sulle femmine. Alcune specie con l'evoluzione sono divenute velenose o di sapore sgradevole, e

hanno sviluppato colori sgargianti per avvertire i loro predatori. Altre specie velenose hanno copiato gli stessi colori, avvantaggiandosi della paura già disseminata. Ma a quel punto alcune farfalle non velenose hanno imitato anch'esse quei colori, godendo della protezione senza dover sostenere la spesa di divenire esse stesse nauseabonde. Quando gli imitatori si sono fatti troppo abbondanti, il colore ha perso il suo ruolo di veicolo di informazione e non ha più dissuasione i predatori. Le farfalle disgustose hanno assunto nuovi colori, che sono poi stati imitati da quelle di sapore buono, e così via<sup>109</sup>.

La ricchezza non è il solo bene a

venire ostentato e ambito. In una società complessa si compete in numerosi campionati, non tutti dominati dai plutocrati. Bell ha aggiunto alla lista di Veblen un quarto canone: un comportamento ostentatamente scandaloso. La maggior parte di noi dipende dall'approvazione degli altri. Abbiamo bisogno di godere del favore di capi, insegnanti, genitori, clienti, acquirenti o potenziali suoceri, e questo richiede una certa dose di rispetto e di discrezione. Un anticonformismo aggressivo segnala che si è talmente sicuri della propria posizione o delle proprie capacità da poter mettere a repentaglio la benevolenza altrui senza finire emarginati e indigenti. Il

messaggio è: «Ho tante doti, sono così ricco, popolare o ben introdotto che posso permettermi di offenderti». Il Diciannovesimo secolo ha visto la baronessa George Sand fumare sigari e portare pantaloni, e Oscar Wilde con i calzoni al ginocchio, i capelli lunghi e un girasole in mano. Nella seconda metà del Ventesimo secolo lo scandalo è diventato la regola e abbiamo dovuto assistere a una tediosa sfilata di ribelli, fuorilegge, selvaggi, bohémien, fricchettoni, punk, capelloni, travestiti, mau-mau, ragazzacci, gangster, pornostar, vamp, vagabondi e *material girls*. L'essere al passo con i tempi ha rimpiazzato l'essere di classe come motore della moda, ma la psicologia

dello status non è cambiata. Chi fa moda sono i membri delle classi superiori che adottano gli stili delle classi inferiori per distinguersi dalle classi medie, che neanche a morire adotterebbero tali stili, perché sono loro che rischiano di essere confusi con la classe inferiore. Lo stile si diffonde verso il basso, il che spinge a cercare una nuova forma di anticonformismo. Man mano che i media e i commercianti imparano a lanciare sul mercato con sempre maggiore efficienza ogni nuova moda, il carosello dell'avanguardia procede sempre più in fretta. Accade regolarmente che sui giornali cittadini si trovi una presentazione favorevole di una band «alternativa» seguita da lettere

sprezzanti che spiegano che erano bravi quando pochi li conoscevano ma ormai si sono venduti. Nei suoi mordaci saggi di critica sociale (*The Painted World*, *Maledetti architetti: dal Bauhaus a casa nostra*, *Lo chic radicale*) Tom Wolfe documenta come la fame di status, l'essere sempre sulla cresta dell'onda, orienti le scelte nel mondo dell'arte, dell'architettura e nelle idee guida dell'élite culturale.



## *Amici e conoscenti*

Anche senza essere parenti e senza che vi siano in gioco interessi sessuali, avviene che ci si elargiscano favori a vicenda. Perché persino il più egoista degli organismi sia disposto a farlo, non è difficile da capire. Se il favore è contraccambiato, e il valore di ciò che si riceve è, per chi riceve, superiore al valore di ciò che si dà, entrambe le parti ci guadagnano. Un esempio chiaro è un bene il cui beneficio, oltre un certo limite, decresce. Se ho due chili di carne ma non ho frutta, e tu hai due chili di frutta ma non hai carne, il secondo chilo di carne per me ha un valore inferiore al primo, (di carne, in una volta sola, non

posso mangiarne più di tanto), e lo stesso vale nel tuo caso per il secondo chilo di frutta. Lo scambio conviene a entrambi: offre quello che gli economisti chiamano un utile.

Quando lo scambio è simultaneo, la cooperazione è facile. Se l'altro si tira indietro, non gli si dà la carne o la si riprende. La maggior parte dei favori, però, come passare un'informazione, salvare uno che sta annegando o andare in aiuto in battaglia, non li si può riprendere. Inoltre, raramente lo scambio può essere simultaneo. I bisogni possono mutare; se ti aiuto adesso in cambio di protezione per il figlio che mi nascerà, non potrò avere la mia contropartita finché il bambino non

sarà nato. Spesso, poi, i surplus sono scaglionati; se tutti e due abbiamo appena ucciso un'antilope, non ha senso barattarle. Lo scambio ha senso solo se tu ne hai uccisa una oggi e io ne ucciderò una tra un mese. Una soluzione è il denaro, ma si tratta di un'invenzione recente che non può aver avuto un ruolo nella nostra evoluzione<sup>110</sup>.

Come abbiamo visto nel [capitolo VI](#), il problema degli scambi differiti, o della reciprocità, è che si può imbrogliare, accettare un favore oggi e non ricambiarlo domani. Naturalmente converrebbe a tutti che nessuno imbrogliasse; ma la sola possibilità che l'altro imbrogli (inevitabile quando gli individui possono essere diversi) può

bastare a dissuadermi dal fargli un favore che sul lungo periodo risulterebbe vantaggioso per entrambi. Il problema è stato condensato in una parabola detta il Dilemma del prigioniero. Due complici in un crimine sono rinchiusi in celle separate e l'inquisitore propone a ciascuno di essi un patto. Se tu accusi del delitto il tuo compagno e lui tace, tu vieni liberato e lui viene condannato a dieci anni. Se tacete entrambi, entrambi venite condannati a sei mesi. Se vi accusate l'un l'altro, la condanna è a cinque anni a testa. I complici non possono comunicare e nessuno dei due sa cosa farà l'altro. Ciascuno pensa: se il mio complice parla e io taccio, mi

condannano a dieci anni; se lui parla e io anche, mi condannano a cinque anni; se lui tace e io anche, mi condannano a sei mesi; se lui tace e io parlo, mi liberano. Indipendentemente da quello che decide lui, a me conviene tradirlo. Ognuno dei due è costretto ad accusare il complice ed entrambi scontano la condanna a cinque anni, ben superiore a quella che avrebbero ricevuto se si fossero fidati l'uno dell'altro. Ma nessuno poteva correre il rischio per via della punizione che avrebbe ricevuto se l'altro non avesse fatto altrettanto. Psicologi sociali, matematici, economisti, filosofi morali e strateghi nucleari si rompono la testa su questo paradosso da decenni. Non c'è

soluzione<sup>111</sup>.

La realtà tuttavia si differenzia dal Dilemma del prigioniero sotto un aspetto. I prigionieri della parabola si trovano di fronte al loro dilemma una volta sola, mentre le persone in carne e ossa si affrontano l'un l'altra in dilemmi di cooperazione più e più volte, ricordano le slealtà e i buoni risultati del passato e si regolano di conseguenza. Possono sentirsi solidali e avere un atteggiamento benevolo o sentirsi danneggiati e cercare vendetta, sentirsi grati e rendere un favore o provare rimorso e fare ammenda. Si ricordi che secondo l'ipotesi di Trivers le emozioni che costituiscono il senso morale possono evolversi quando le

parti interagiscono ripetutamente e possono premiare la cooperazione attuale con una cooperazione futura, o punire un tradimento del momento con un tradimento futuro. Robert Axelrod e William Hamilton hanno confermato questa congettura in un torneo a eliminatorie al computer in cui ognuna delle strategie per affrontare un Dilemma del prigioniero veniva messa a confronto con ogni altra. I due studiosi hanno ridotto il dilemma all'essenziale e hanno attribuito a ogni strategia dei punti in funzione della sua capacità di ridurre al minimo gli anni di galera. Una semplice strategia detta «pan per focaccia» (cooperare alla prima mossa, poi fare quello che ha fatto il partner

nella mossa precedente) ne ha battute altre sessantadue. Gli studiosi hanno quindi condotto una simulazione di vita artificiale in cui ogni strategia «si riproduceva» in proporzione alle sue vittorie e hanno dato il via a un nuovo torneo collettivo tra le copie delle varie strategie. Hanno ripetuto il processo per molte generazioni e hanno riscontrato che la strategia pan per focaccia prendeva il sopravvento nella popolazione. La cooperazione può evolversi quando le parti interagiscono ripetutamente, ricordano i rispettivi comportamenti e li contraccambiano<sup>112</sup>.

Come abbiamo visto nei capitoli V e VI, le persone sanno riconoscere chi imbroglia e sono dotate di emozioni



moralistiche che le spingono a punire i truffatori e premiare i cooperatori. Ciò significa che la strategia pan per focaccia sta alla base della cooperazione che troviamo così diffusa nella specie umana? Senza dubbio sta alla base di gran parte della cooperazione che ha luogo nella nostra società. I registratori di cassa, gli orologi marcatempo, i biglietti dei treni, le ricevute, i libri mastri e gli altri accessori delle transazioni che non si basano sul «sistema dell'onore» sono rilevatori meccanici di imbrogliatori. I truffatori, come gli impiegati che rubano, a volte si ritrovano davanti al giudice, ma più spesso sono semplicemente tagliati fuori dal sistema di scambi

reciproci, cioè licenziati. Allo stesso modo, le aziende che truffano i clienti ben presto li perdono. I giramondo che cercano un lavoro, le aziende sorte dal nulla e gli estranei che propongono al telefono «opportunità di investimento» sono spesso discriminati proprio perché sembrano voler giocare una singola partita anziché un gioco di cooperazione reiterato, e sono quindi immuni al pan per focaccia. Anche gli amici abbastanza stretti, in privato, ricordano gli ultimi regali natalizi e gli inviti a cena e calcolano il modo più opportuno di ricambiare<sup>113</sup>.

Tutta questa contabilità è frutto della nostra alienazione e dei valori borghesi della società capitalista? Una delle

convinzioni più care a molti intellettuali è che esistano culture in cui tutto è in comune. Marx ed Engels pensavano che i popoli privi di lingua scritta rappresentassero uno stadio iniziale nell'evoluzione della civiltà, che essi chiamavano comunismo primitivo, la cui massima era: «Da ognuno secondo le sue capacità, a ognuno secondo i suoi bisogni». È vero, i membri delle società di cacciatori-raccoglitori condividono il cibo e i pericoli. Ma in queste società perlopiù ciascuno interagisce con i parenti, quindi da un punto di vista biologico condivide i beni con estensioni di sé<sup>114</sup>. In molte culture, inoltre, esiste un ideale di condivisione, ma questo significa poco. È naturale per

me dichiarare che sarebbe bellissimo se tu mettesti in comune quello che hai; l'interrogativo è se io sarò disposto a farlo a mia volta.

I cacciatori-raccoglitori, per la verità, condividono i propri beni anche con non parenti, ma non per un'indiscriminata generosità o per fede nei principi socialisti. I dati antropologici mostrano che la condivisione è guidata da analisi costi-benefici e da un'attenta contabilità mentale della reciprocità. Si condivide quando sarebbe suicida non farlo. In generale, le specie sono spinte alla condivisione quando la variabilità del successo nella raccolta del cibo è alta. Supponiamo che in alcune settimane io sia fortunato e abbia più cibo di quello

che riesco a mangiare, mentre in altre sia sfortunato e rischi la fame. Come faccio a immagazzinare il cibo in più nelle settimane prospere e tirarlo fuori in quelle di magra? Non ho il frigorifero. Potrei abbuffarmi e immagazzinarlo sotto forma di grasso, ma è una soluzione che funziona solo fino a un certo punto: non posso mangiare in un giorno quanto mi occorre per sfamarmi in un mese. Posso però conservare il cibo nel corpo di altre persone e nella loro mente sotto forma di ricordo della mia generosità, generosità che si sentiranno in dovere di ripagare quando la fortuna girerà. Quando le prospettive sono rischiose, condividere i rischi conviene.

La teoria è stata confermata sia in specie non umane, come i vampiri, sia nella nostra specie con due eleganti studi che sottopongono a verifica le differenze tra culture contrapponendo le forme di condivisione all'interno di una di esse. Gli Ache del Paraguay cacciano la selvaggina e raccolgono piante commestibili. La caccia è in larga parte una questione di fortuna: in un dato giorno un cacciatore ache ha il quaranta per cento di probabilità di tornare da una battuta di caccia a mani vuote. La raccolta è soprattutto una questione di fatica: più si lavora, più si porta a casa, e un raccoglitore che rientra a mani vuote probabilmente non è sfortunato ma pigro. Come previsto, gli Ache

condividono le piante commestibili solo nell'ambito della cerchia familiare, mentre condividono la carne con tutta la tribù.

I !Kung San del deserto del Kalahari sono forse quanto di più simile al comunismo primitivo esista sulla faccia della Terra. Presso di loro la condivisione è sacra, l'accaparramento e la vanteria sono disprezzati. Questo popolo vive di caccia e raccolta in un ecosistema aspro e a costante rischio di siccità, e le sue materie di scambio sono il cibo e l'accesso alle fonti d'acqua. I //Gana San invece, un ramo dello stesso popolo che vive nelle vicinanze, hanno intrapreso la coltivazione dei meloni, che immagazzinano, e l'allevamento

delle capre; e poiché non sono soggetti a sbalzi così estremi tra periodi di prosperità e di magra, a differenza dei loro cugini, accaparrano il cibo e hanno sviluppato disuguaglianze di ricchezza e di status. Sia negli Ache sia nei San i cibi ad alta variabilità vengono condivisi, quelli a bassa variabilità vengono accaparrati<sup>115</sup>.

Per stimare la variabilità, questi popoli non tirano fuori la calcolatrice. Qual è il loro processo mentale quando decidono di condividere un bene? Cosmides e Tooby osservano che non si tratta di un processo psicologico particolarmente inconsueto: corrisponde al nostro senso di giustizia e di compassione. Pensiamo a che cosa



rende le persone più o meno disponibili ad aiutare chi è senza fissa dimora. Chi sostiene che tutti dovremmo mettere qualcosa in comune con le persone senza casa pone l'accento sulla casualità, sulla variabilità in senso statistico della loro condizione. Esse sono meritevoli di aiuto perché sono sfortunate; sono le disgraziate vittime di circostanze come la disoccupazione, la discriminazione o la malattia mentale. Chi perora questa causa ci invita a pensare: «Potrei, essere anch'io così; è solo una questione di fortuna». Coloro che si oppongono a spartire qualcosa con loro, invece, sottolineano che nella nostra società le ricompense per chiunque accetti di mettersi al lavoro sono più che

prevedibili. Coloro che sono senza fissa dimora non meritano aiuto perché sono persone fisicamente capaci ma pigre, o perché hanno scelto di ficcarsi in quella situazione dedicandosi all'alcol o alla droga. Chi li difende ribatte che l'uso di stupefacenti è una malattia che potrebbe colpire chiunque<sup>116</sup>.

Anche al massimo della loro munificenza, i cacciatori-raccoglitori si comportano come si comportano non perché il loro cuore trabocchi di generosità: essi praticano l'etica della condivisione memorizzando con precisione ossessiva chi ha contribuito, nella chiara aspettativa di un contraccambio, e coloro che rifiutano il proprio contributo sono oggetto di

maligni pettegolezzi. Tutto ciò, inoltre, non elimina ancora i sentimenti egoistici. L'antropologo Melvin Konner, che ha vissuto per anni con i !Kung San e ha descritto con rispettosa sensibilità i loro costumi, racconta:

Nella loro cultura tradizionale egoismo, arroganza, avarizia, cupidigia, furore, bramosia, tutte queste forme di ingordigia sono tenute a freno allo stesso modo in cui è tenuta a freno la semplice ingordigia alimentare: non ci sono perché la situazione non lo permette. E non, come suppongono alcuni, perché il popolo o la sua cultura siano in qualche modo migliori. Non dimenticherò mai il giorno in cui un !kung, padre di famiglia sui quarant'anni, uomo buono e ben messo in tutti i sensi, che godeva di grande rispetto

nella comunità, mi chiese di tenergli da parte una zampa di antilope che aveva ucciso. Ne aveva data via la maggior parte, come si doveva fare. Ma vedeva l'opportunità di nasconderne un po', per il futuro, per se stesso e la sua famiglia. Normalmente, è chiaro, non ci sarebbe stato un posto in cui nascondere quella zampa in tutto il Kalahari; sarebbe stata o alla mercé dei mangiatori di carogne o alla mercé di lontani parenti predatori. Ma la presenza di stranieri offriva un'interfaccia con un altro mondo, ed egli voleva infilare la carne, temporaneamente, in una crepa di quell'interfaccia, l'unico nascondiglio immaginabile<sup>117</sup>.

Quando si tratta di amicizia, l'altruismo reciproco suona falso. Sarebbe di cattivo gusto che un ospite a cena tirasse fuori il portafoglio e si offrisse di

pagare il pasto a chi l'ha invitato. E ricambiare l'invito giusto la sera dopo non sarebbe molto meglio. Il pan per focaccia non cementa un'amicizia, ma la danneggia. Niente è più imbarazzante per dei buoni amici di una transazione commerciale tra l'uno e l'altro, come la compravendita di un'automobile. Lo stesso vale per il migliore amico della vita, il proprio coniuge. Le coppie che tengono un conteggio meticoloso di quello che uno ha fatto per l'altro sono le meno felici.

L'amore tra amici, l'emozione che sta dietro l'amicizia stretta e il legame duraturo del matrimonio (l'amore che non è né romantico né sessuale), ha una psicologia tutta propria. Gli amici o i

coniugi si sentono come se fossero ciascuno in debito con l'altro, ma i debiti non vengono misurati e l'obbligo del pagamento non è oneroso, ma profondamente gratificante. Si prova un piacere spontaneo nell'aiutare un amico o un coniuge, senza prefigurarsi una contropartita o rammaricarsi del favore fatto se la contropartita non arriva mai. Naturalmente i favori possono venire registrati da qualche parte nella mente, e se la bilancia piega troppo da un lato può accadere di chiedere la restituzione del debito o porre fine a crediti futuri, ovvero interrompere l'amicizia. Ma si può contare su un forte scoperto e su una grande indulgenza per quanto riguarda i termini di pagamento. L'affetto tra

amici, insomma, non contraddice nel vero senso della parola la teoria dell'altruismo reciproco, ma ne rappresenta una versione elastica in cui le garanzie emotive (simpatia, solidarietà, gratitudine e fiducia) sono portate all'estremo<sup>118</sup>.

Che cosa sia l'affetto tra amici è abbastanza chiaro, ma perché si è evoluto? Tooby e Cosmides hanno cercato di sottoporre a ingegneria inversa la psicologia dell'amicizia richiamando l'attenzione su un aspetto della logica dello scambio che essi chiamano il Paradosso del banchiere. Molti di coloro a cui è stato rifiutato un prestito hanno imparato che una banca è disposta a prestare una somma di denaro

esattamente pari a quella di cui si può dimostrare di non aver bisogno. Come ha detto Robert Frost: «Una banca è un luogo in cui ti prestano un ombrello con il bel tempo e te lo chiedono indietro non appena inizia a piovere». Le banche dicono che hanno una quantità limitata di denaro da investire e che ogni investimento è una scommessa. I loro investimenti devono procurare un profitto, altrimenti uscirebbero dal mercato, e quindi valutano i rischi dei crediti e scartano i meno affidabili<sup>119</sup>.

La stessa logica crudele vale per l'altruismo tra i nostri antenati. Una persona che medita se elargire un grosso favore è come una banca. Deve preoccuparsi non solo dei truffatori (il



beneficiario ha intenzione di restituirlo?), ma anche dei rischi connessi al credito (il beneficiario sarà in grado di restituirlo?). Se chi lo riceve muore, diviene inabile o nullatenente, o abbandona il gruppo, il favore sarà stato sprecato. Purtroppo sono coloro che incarnano i maggiori rischi per il creditore – gli ammalati, gli affamati, i feriti, gli emarginati – che hanno più bisogno di favori. Chiunque può subire un rovescio di fortuna, specialmente nella dura esistenza di un cacciatore-raccoglitore che, se abbandonato a se stesso quando si trova nei guai, ha ben poche speranze di sopravvivere. Che tipo di pensieri e di sentimenti può evolversi per costituire una sorta di

assicurazione grazie alla quale gli altri ci concederanno un «credito» anche se la sfortuna dovesse renderci a rischio?

Una strategia è quella di rendersi insostituibili. Coltivando una capacità che nessuno nel gruppo è in grado di riprodurre, per esempio la fabbricazione di utensili, l'orientamento o la risoluzione di conflitti, si può rendere se stessi una risorsa cui rinunciare costerebbe caro nel momento del bisogno: ognuno dipende troppo da noi per rischiare di lasciarci morire. Oggi le persone passano gran parte della loro vita sociale pubblicizzando le loro capacità uniche e preziose o cercando una cricca in cui tali capacità siano uniche e preziose. Rendersi insostituibili

è uno dei moventi che spingono alla ricerca della posizione sociale.

Un'altra strategia consiste nell'associarsi a persone che traggono beneficio da ciò da cui noi stessi traiamo beneficio. Semplicemente conducendo la propria vita e perseguendo i propri interessi si possono realizzare, come effetto collaterale, gli interessi di altre persone. L'esempio più evidente è il matrimonio: marito e moglie condividono l'interesse per il benessere dei figli. Un altro esempio è stato sottolineato da Mao Tse-tung nel suo libretto rosso: «Il nemico del mio nemico è mio amico». Un terzo è il possesso di un'abilità il cui esercizio è utile ad altri oltre che a se

stessi, per esempio essere bravi a ritrovare la strada di casa. Altri esempi ancora sono dati dal dividere una stanza con persone a cui piace la stessa temperatura che piace a noi, o la stessa musica. In tutti questi casi si elargisce un beneficio ad altri senza essere altruisti, nel senso biologico di dover sopportare un costo e quindi di aver bisogno di una contropartita perché ne valga la pena. La questione dell'altruismo ha attirato su di sé una tale attenzione che si è spesso trascurata una forma più diretta di aiuto presente in natura: la simbiosi, in cui due organismi, come le alghe e i funghi che formano i licheni, si associano perché gli effetti collaterali dei rispettivi modi di vivere risultano, in

modo fortuito, vicendevolmente vantaggiosi. I simbioti ricevono ed elargiscono benefici, ma nessuno paga un costo. I compagni di stanza con gli stessi gusti musicali sono un esempio di coppia simbiotica, e ciascuno può apprezzare l'altro senza che si scambino favori.

Una volta che ci si è resi preziosi per qualcun altro, egli diviene prezioso per noi, e lo teniamo in grande considerazione, perché, se dovessimo finire nei guai, avrebbe interesse, sia pure un interesse egoista, a tirarcene fuori. Ma una volta che uno è divenuto prezioso per noi, noi a nostra volta dovremmo diventarlo ancora di più per lui: non solo per le nostre abilità o

abitudini, ma perché avremmo interesse a correre in suo aiuto se dovesse attraversare momenti difficili. Quanto più valore si attribuisce a un altro, tanto più questi ne attribuisce a noi, e così via. Tale processo a catena è ciò che chiamiamo amicizia. Se chiedete a degli amici perché sono amici, la probabile risposta sarà: «Ci piacciono le stesse cose e sappiamo che ci saremo sempre l'uno per l'altro».

L'amicizia, al pari di altre forme di altruismo, è esposta alle truffe, come ci ricorda il proverbio per cui «l'amico si vede nel momento del bisogno». I falsi amici carpiscono i benefici del sodalizio con una persona preziosa e simulano manifestazioni d'affetto nello

sforzo di divenire a loro volta preziosi. Ma quando qualcosa non va, li si perde di vista. C'è una risposta emotiva che sembra concepita appositamente per scartare i falsi amici. Quando ci troviamo nel massimo bisogno, una mano tesa ci colpisce profondamente. Siamo commossi, non dimentichiamo più la generosità e ci sentiamo in dovere di dichiarare all'amico che ricorderemo per sempre il suo gesto. Gli amici si vedono nel momento del bisogno perché lo scopo dell'amicizia, in termini evolucionistici, è di salvarci in quei momenti difficili in cui nessun altro si prenderebbe la briga di farlo.

Tooby e Cosmides ipotizzano inoltre che la struttura delle emozioni

dell'amicizia può spiegare l'alienazione e la solitudine che tanti avvertono nella società odierna. I baratti espliciti e la reciprocità alterna sono le forme di altruismo in cui ricadiamo quando manca l'amicizia e la fiducia è scarsa. Ma nelle moderne economie di mercato scambiamo favori con estranei a un ritmo senza precedenti, e questo può creare la sensazione di non avere rapporti profondi con i nostri compagni e di rischiare di trovarci abbandonati nei momenti difficili. E, per ironia, l'ambiente confortevole che ci rende più sicuri sul piano fisico può renderci meno sicuri su quello emotivo, perché riduce al minimo le crisi che ci dicono chi sono i nostri veri amici.



## *Alleati e nemici*

Nessun resoconto dei rapporti umani potrebbe essere completo se non parlasse della guerra. La guerra non è universale, ma i membri di tutte le culture sentono di essere membri di un gruppo (una banda, una tribù, un clan o una nazione) e provano animosità verso gli altri gruppi. E il conflitto armato in sé è un aspetto fondamentale della vita delle tribù di cacciatori-raccoglitori. Molti intellettuali credono che gli atti bellici tra i primitivi siano rari, moderati e ritualizzati, o perlomeno che fossero così finché i nobili selvaggi non sono stati contaminati dal contatto con gli occidentali. Ma si tratta di

un'insensatezza romantica. La guerra è sempre stata un inferno.

I villaggi yanomamö non fanno che assaltarsi a vicenda. Il settanta per cento degli adulti oltre i quarant'anni ha perso un familiare in uno scontro violento. Il trenta per cento degli uomini viene ucciso da altri uomini. Il quarantaquattro per cento degli uomini ha ucciso almeno una persona. Gli Yanomamö si autodefiniscono il «popolo feroce», ma in altre tribù primitive le percentuali sono analoghe. L'archeologo Lawrence Keeley ha documentato che gli aborigeni della Nuova Guinea e dell'Australia, gli indigeni delle isole del Pacifico e gli indiani d'America sono stati devastati dalle guerre, soprattutto nei secoli

precedenti alla Pax Britannica, che mise fine in gran parte del mondo a quella che per gli amministratori coloniali era una vera e propria seccatura. Nella guerra primitiva la mobilitazione era più totale, le battaglie più frequenti, le vittime più numerose, i prigionieri più scarsi e le armi più distruttive. La guerra risponde, a dir poco, a una forte pressione della selezione, e poiché sembra sia stata un elemento ricorrente nella nostra storia evuzionistica, deve aver contribuito a plasmare la psiche umana.

Perché qualcuno è così stupido da dare inizio a una guerra? I popoli tribali possono combattere per qualsiasi cosa abbia un valore, e le cause delle guerre tribali sono difficili da sceverare quanto

quelle della Prima Guerra Mondiale. Ma c'è un movente che compare ripetutamente e che appare sorprendente a occhi occidentali: nelle società di cacciatori-raccoglitori gli uomini vanno in guerra per conquistare o tenersi le donne. Non che questo sia necessariamente lo scopo cosciente dei guerrieri (comunque spesso lo è), ma è la remunerazione ultima che ha assecondato l'evoluzione della propensione a combattere. L'accesso alle donne è il fattore limitante del successo riproduttivo maschile. Avere due mogli può raddoppiare il numero di figli di un uomo, averne tre può triplicarlo, e così via. Per un uomo che non stia per morire, nessun'altra risorsa

ha un impatto paragonabile sulla *fitness* evolucionistica. Le donne sono il bottino più comune nelle guerre tribali. Gli incursori uccidono gli uomini, rapiscono le donne giovani, le stuprano in gruppo e se le distribuiscono come mogli. Chagnon ha scoperto che gli uomini yanomamö che avevano ucciso un nemico avevano tre volte più mogli e tre volte più figli di quelli che non ne avevano mai ucciso uno. La maggior parte dei giovani che avevano ucciso erano sposati; la maggior parte di quelli che non lo avevano mai fatto non lo era. Tale differenza non è una conseguenza fortuita di altre differenze tra uccisori e non uccisori, per esempio di taglia, forza o numero di parenti. Coloro che

avevano ucciso erano tenuti in alta considerazione nei villaggi yanomamö, attraevano ed era più facile che venissero concesse loro più mogli<sup>120</sup>.

A volte gli Yanomamö organizzano incursioni appositamente per rapire le donne. Più spesso le organizzano per vendicare un'uccisione o un rapimento del passato, ma anche in questi casi non manca mai il tentativo di rapire qualche donna. Le faide, in cui i parenti di un ucciso lo vendicano uccidendo a loro volta l'assassino o suoi parenti, sono ovunque il più forte incentivo al perpetuarsi della violenza; il movente che le anima, come si è visto nel **capitolo VI**, ha un'ovvia funzione deterrente. Le faide possono protrarsi

per decenni o anche di più, perché ciascuna delle parti tiene il conto delle vittime in modo diverso e quindi in ogni momento ciascuna ricorda torti che devono essere ripagati. (Pensate a che sentimenti avreste verso un popolo vicino che vi avesse massacrato il marito, i fratelli e i figli o stuprato e rapito la moglie, le figlie e le sorelle). Ma chi è coinvolto in una faida non si ferma all'occhio per occhio e dente per dente; se vede la possibilità di risolvere la questione una volta per tutte massacrando i suoi nemici, è facile che lo faccia, e le donne in questo caso sono un incentivo extra. Il desiderio di donne non contribuisce solo ad alimentare le faide, ma anche a farle scoppiare. Il

primo omicidio avviene di solito a causa di una donna: un uomo seduce o rapisce la moglie di un altro, o si rimangia un accordo per lo scambio di una figlia<sup>121</sup>.

I popoli moderni faticano a credere che le tribù primitive facciano la guerra per le donne. Un antropologo ha scritto a Chagnon: «Donne? Combattere per le donne? Oro e diamanti posso capirlo, ma le donne? Mai». Dal punto di vista biologico, è chiaro, una reazione così non sta in piedi. Altri antropologi hanno ipotizzato che gli Yanomamö soffrissero di un deficit proteico e combattessero per la selvaggina. Ma il loro fabbisogno proteico, quando è stato misurato, si è rivelato più che soddisfatto. Da un capo



all'altro del mondo i popoli cacciatori-raccoglitori meglio nutriti sono quelli più guerrafondai. Quando Chagnon ha citato ai suoi informatori yanomamö l'ipotesi della carenza di carne, essi hanno riso increduli e hanno risposto: «Anche se la carne ci piace, le donne ci piacciono molto di più». E in questo, sottolinea Chagnon, non sono diversi da noi: «Provate, un sabato sera, a entrare in un qualche bar malfamato dove le risse sono frequenti. Per che cosa scoppiano di solito? Per la quantità di carne nell'hamburger? O passate in rassegna i testi di una decina di canzoni country. Ce n'è qualcuna che dice: “Tieni la tua mucca chiusa a chiave”?»<sup>122</sup>.

Le analogie sono più profonde. La guerra tra i popoli occidentali è diversa da quella primitiva sotto molti aspetti, ma è simile sotto almeno un punto di vista: gli invasori stuprano o rapiscono le donne. A codificarlo è stata la Bibbia:

«Marciarono dunque contro Madian come il Signore aveva ordinato a Mosè, e uccisero tutti i maschi... Gli Israeliti fecero prigioniere le donne di Madian e i loro fanciulli e depredarono tutto il loro bestiame, tutti i loro greggi e ogni loro bene... Mosè disse loro: “Avete lasciato in vita tutte le femmine?... Ora uccidete ogni maschio tra i fanciulli e uccidete ogni donna che si è unita con un uomo; ma tutte le fanciulle che non si sono unite con uomini, conservatele in vita per voi”».

(Numeri 31)

«Quando ti avvicinerai a una città per attaccarla, le offrirai prima la pace... Ma se non vuol far pace con te e vorrà la guerra, allora l'assedierai. Quando il Signore tuo Dio l'avrà data nelle tue mani, ne colpirai a fil di spada tutti i maschi; ma le donne, i bambini, il bestiame e quanto sarà nella città, tutto il suo bottino, li prenderai come tua preda». (Deuteronomio 20)

«Se andrai in guerra contro i tuoi nemici e il Signore tuo Dio te li avrà messi nelle mani e tu avrai fatto prigionieri, se vedrai tra i prigionieri una donna bella d'aspetto e ti sentirai legato a lei tanto da volerla prendere in moglie, te la condurrà a casa. Essa si raderà il capo, si taglierà le unghie, si leverà la veste che portava quando fu presa, dimorerà in casa tua e piangerà suo

padre e sua madre per un mese intero; dopo, potrai accostarti a lei e comportarti da marito verso di lei e sarà tua moglie».

(Deuteronomio 21)<sup>123</sup>

Secondo l'Iliade, la guerra di Troia iniziò con il rapimento di Elena. Durante la prima crociata i soldati cristiani, attraversando l'Europa verso Costantinopoli, si diedero a stupri. Enrico V, nell'omonimo dramma di Shakespeare, durante la Guerra dei Cent'anni ammonisce gli abitanti di un villaggio francese che, rifiutando di arrendersi, sarà colpa loro «se le vostre vergini dovranno soggiacere al furore dello stupro violento»:

«Altrimenti – eh – statevi accorti non abbiate da vedere tra un attimo i nostri

soldati, ebbri di strage, slacciar con mani sporche di sangue le trecce delle vostre figliole, sordi alle loro grida e ai loro strilli; e strappare le bianche barbe dei padri vostri, e sfracellare contro i muri le loro teste canute; e infilar sulle picche i vostri figlioletti ignudi mentre le madri, impazzite, feriranno le nubi con un tumulto d'ululi, come già un tempo le madri della Giudea contro gli aguzzini di Erode pazzi di sangue»<sup>124</sup>.

La scrittrice femminista Susan Brownmiller ha documentato che lo stupro è stato praticato sistematicamente dagli inglesi nel Nord della Scozia, dai tedeschi durante l'invasione del Belgio nella Prima Guerra Mondiale e in Europa orientale durante la Seconda, dai giapponesi in Cina, dai pakistani in

Bangladesh, dai cosacchi durante i pogrom, dai turchi nella persecuzione degli armeni, dal Ku Klux Klan nel Sud degli Stati Uniti e, in misura minore, dai soldati russi in marcia verso Berlino e da quelli statunitensi in Vietnam<sup>125</sup>. Di recente si sono aggiunti alla lista i serbi in Bosnia e gli hutu in Ruanda. La prostituzione, che durante una guerra è spesso difficile distinguere dallo stupro, è ovunque una gratifica dei soldati. I capi possono a volte servirsi dello stupro come tattica terroristica per conseguire altri scopi, ed è questo evidentemente il caso di Enrico V, ma la tattica è efficace proprio perché i soldati non vedono l'ora di metterla in pratica, come Enrico si dà da fare per ricordare

ai francesi. Di fatto un tale comportamento si ritorce spesso contro gli aggressori, perché costituisce per i difensori uno straordinario incentivo a continuare la lotta, e probabilmente è proprio per questo, più che per compassione delle donne nemiche, che gli eserciti moderni lo hanno messo fuorilegge. Anche quando lo stupro non è un aspetto importante del conflitto armato, noi, come gli Yanomamö, investiamo comunque i condottieri di un enorme prestigio, e ormai conosciamo gli effetti del prestigio sull'attrattiva sessuale di un uomo e, fino a epoca recente, sul suo successo riproduttivo<sup>126</sup>.

La guerra, ovvero l'aggressione da parte di una coalizione di individui, è

rara nel regno animale. Sembra ipotizzabile che il secondo, il terzo e il quarto elefante marino in ordine di forza si coalizzino per uccidere il primo e dividersi il suo harem, mai questo non accade mai. A parte gli insetti sociali, il cui peculiare sistema genetico li rende un caso a sé, solo gli esseri umani, gli scimpanzé, i delfini e forse gli scimpanzé nani si riuniscono in gruppi di quattro o più esemplari per attaccare altri maschi. Queste specie sono tra quelle con il cervello più grande, il che fa pensare che forse la guerra richiede una strumentazione mentale sofisticata. La logica adattiva dell'aggressione di gruppo e i meccanismi cognitivi necessari a sostenerla sono stati



decifrati da Tooby e Cosmides. (Il che non vuol dire, naturalmente, che a loro giudizio la guerra sia inevitabile o «naturale» nel senso di «buona»)<sup>127</sup>.

Spesso le persone sono chiamate alle armi d'autorità, ma a volte si arruolano con entusiasmo. Lo sciovinismo si può evocare con allarmante facilità, anche in assenza di una risorsa scarsa per cui battersi. In numerosi esperimenti condotti da Henri Tajfel e da altri psicologi sociali, i partecipanti sono stati suddivisi in due gruppi, in realtà a caso ma apparentemente sulla base di qualche criterio di poco conto, come il fatto di sottostimare o sovrastimare il numero di puntini su uno schermo o di preferire i dipinti di Klee o di

Kandinsky. I membri di ciascuno dei due gruppi provavano immediatamente avversione e disistima verso quelli dell'altro, e facevano in modo da evitare che ricevessero ricompense anche se questo comportava un costo per il proprio gruppo. Questo etnocentrismo istantaneo può essere evocato anche se lo sperimentatore lascia perdere la farsa dei puntini o dei dipinti e suddivide i soggetti in due gruppi tirando una moneta davanti ai loro occhi! Le conseguenze comportamentali non sono affatto secondarie. In un classico esperimento il sociopsicologo Muzafer Sherif ha selezionato con attenzione un gruppo di ragazzi statunitensi di classe media ben integrati per un campo estivo,

e li ha suddivisi a caso in due gruppi che hanno gareggiato in vari sport e scherzi. Nel giro di qualche giorno i due gruppi hanno preso a trattarsi brutalmente e ad assalirsi l'un l'altro con bastoni, mazze da baseball e calzini imbottiti di sassi, costringendo gli sperimentatori a intervenire per evitare che si facessero male<sup>128</sup>.

L'enigma della guerra è perché mai delle persone partecipino volontariamente a un'attività che ha ottime probabilità di ucciderli. Come può essersi evoluto il desiderio di giocare alla roulette russa? Tooby e Cosmides lo spiegano con il fatto che la selezione naturale favorisce i tratti che accrescono in media l'adattamento. Ogni

gene che contribuisce a un dato tratto è racchiuso in numerosi individui di molte generazioni, quindi, se uno di costoro muore senza figli, il successo di tanti altri individui dotati dello stesso gene può compensare la perdita. Si immagini una sfida alla roulette russa in cui se non si resta uccisi si ha un figlio in più. Un gene che induca a unirsi al gioco può essere favorito dalla selezione, perché cinque volte su sei lascerebbe una copia in più nel pool genico e una volta su sei non ne lascerebbe nessuna. In media questo dà 0,83 copie in più che se si restasse fuori dal gioco. Aggregarsi a una coalizione di altri cinque uomini che è certa di catturare cinque donne ma anche di subire una perdita è, in effetti,

la stessa scelta. L'idea chiave è che la coalizione, agendo unita, può guadagnare un beneficio che i suoi membri singolarmente non possono ottenere, e che il bottino viene distribuito sulla base dei rischi a cui ci si è esposti. (Ci sono diverse complicazioni, che però non cambiano la sostanza del discorso).

Di fatto, se il bottino è sicuro e viene diviso in modo equo, l'entità del pericolo non ha importanza. Supponiamo che una coalizione conti undici membri e possa tendere un agguato a una coalizione nemica di cinque uomini e prendere le rispettive donne. Se è probabile che un membro della prima coalizione venga ucciso, si hanno dieci

probabilità su undici di sopravvivere, il che significa che si ha una probabilità su due (cinque donne per dieci uomini) di guadagnare una moglie; il guadagno previsto è quindi di 0,45 mogli (come media di numerose situazioni in cui si hanno questi esiti). Se nell'imboscata rischiano di restare uccisi due membri, la probabilità di sopravvivere è minore (nove su undici), ma chi sopravvive ha una probabilità maggiore di ottenere una moglie, dato che gli alleati morti non partecipano alla spartizione. Il guadagno medio ( $9/11 \times 5/11$ ) è lo stesso, cioè 0,45 mogli. Persino se è probabile che sei membri restino uccisi, cosa che riduce le probabilità di sopravvivenza a meno della metà (5 su 11), il bottino

viene diviso tra meno candidati (cinque donne per cinque vincitori), quindi chi sopravvive ha la certezza di avere una moglie e il guadagno che si può aspettare è, ancora una volta, di 0,45 mogli.

I calcoli di Tooby e Cosmides presuppongono che i figli di un uomo possano cavarsela senza grossi problemi anche se egli muore, e quindi che la perdita di *fitness* con la morte sia zero e non negativa. Questo ovviamente non è vero, ma gli studiosi sottolineano che se il gruppo è abbastanza prospero, le probabilità di sopravvivenza degli orfani di padre possono non diminuire troppo e agli uomini può comunque convenire darsi a incursioni. Secondo

tale previsione gli uomini dovrebbero essere più propensi a combattere quando il gruppo ha buone disponibilità di cibo piuttosto che quando rischia la fame; in contrasto con l'ipotesi del deficit proteico<sup>129</sup>. I dati avvalorano questa previsione. Un'altra implicazione è che le femmine non dovrebbero mai avere interesse a iniziare una guerra (anche se disponessero di armi o alleati che compensassero le loro minori dimensioni corporee). Il motivo per cui le femmine non hanno mai sviluppato il desiderio di aggregarsi in bande e compiere razzie nei villaggi vicini a caccia di mariti è che il successo riproduttivo di una donna è di rado limitato dal numero di maschi



disponibili, quindi mettere a rischio la vita per avere dei compagni in più è per lei una pura e semplice perdita di *fitness* prevedibile. (Le donne cacciatrici-raccogliatrici, tuttavia, incoraggiano gli uomini a combattere in difesa del gruppo e a vendicare i familiari uccisi). La teoria spiega anche perché nella guerra moderna la maggior parte delle persone siano contrarie a mandare in combattimento le donne, e provino una forte indignazione morale quando le vittime appartengono al sesso femminile, anche se non c'è nessuna ragione etica per cui la loro vita debba essere più preziosa di quella dell'uomo. È difficile contrastare l'idea che la guerra sia un gioco che avvantaggia gli uomini (come

in effetti è stato per gran parte della nostra storia evolutivistica) e che quindi il rischio spetti a loro.

La teoria prevede anche che gli uomini debbano essere pronti a combattere insieme solo se credono nella vittoria e se nessuno sa in anticipo chi rimarrà ferito o ucciso. Se è probabile una sconfitta, è inutile continuare a combattere. E se si corrono rischi maggiori di quelli che a ognuno spettano (per esempio, se i compagni di reparto ci espongono a un pericolo nel tentativo di salvarsi la pelle), proseguire il combattimento è anche in questo caso insensato. Questi due principi plasmano la psicologia della guerra.

Tra i cacciatori-raccoglitori, le bande

di guerrieri sono di solito fazioni della stessa popolazione e possiedono lo stesso tipo di armi, quindi nel nostro passato evolutivistico a predire la vittoria era la pura e semplice consistenza numerica. La parte che contava più combattenti era invincibile e le probabilità di vittoria potevano essere stimate in base al numero di uomini di ognuno dei fronti. Proprio per questo motivo gli Yanomamö sono ossessionati dalle dimensioni dei villaggi e spesso stabiliscono alleanze o recedono da secessioni, sapendo che in guerra i villaggi più piccoli sono inermi. Anche nelle società moderne avere la massa dalla propria parte è incoraggiante e averla contro è

terrorizzante. Radunare la folla è una tattica comune per eccitare sentimenti patriottici e una dimostrazione di massa può suscitare il panico anche in un governante militarmente protetto. Un principio strategico fondamentale sul campo di battaglia è quello di accerchiare l'unità nemica in modo da far sì che la sconfitta appaia inevitabile, gettare il nemico nel panico e metterlo in rotta.

Altrettanto importante è l'equa distribuzione del rischio. In guerra si pone come non mai il problema dell'altruismo. Ognuno è incentivato a imbrogliare, sottraendosi ai rischi ed esponendo gli altri a un maggior pericolo. Come la cooperazione

benevola non può evolversi se chi dispensa il favore non smaschera e punisce gli imbroglianti, così la cooperazione aggressiva non può evolversi se i combattenti non scoprono e puniscono i codardi e gli imboscanti. Il coraggio e la disciplina sono l'ossessione dei combattenti ed esercitano la loro influenza a tutti i livelli, da quello del soldato, che preferisce avere con sé in trincea dei compagni piuttosto che altri, a quello della struttura di comando, che obbliga i soldati a dividersi equamente i rischi, ricompensa il coraggio e punisce la diserzione. La guerra è rara nel regno animale perché gli animali, al pari degli esseri umani, tendono a essere codardi

se non possono imporre un patto a più contraenti per dividere i rischi. E, a differenza dei nostri antenati umani, essi non possedevano la strumentazione cognitiva da cui potessero facilmente evolversi meccanismi d'imposizione.

Ecco un'altra peculiarità della logica e della psicologia della guerra. Un uomo è disposto a restare in una coalizione finché non sa d'essere sul punto di morire. Può sapere quante probabilità ha che ciò accada, ma non se la morte si sta avvicinando proprio a lui. A un certo punto, tuttavia, può vederla venire. Può scorgere un arciere che l'ha preso di mira, o accorgersi di un agguato imminente, o rendersi conto che è stato mandato in una missione suicida. A

questo punto tutto cambia e la sola mossa razionale è disertare. Naturalmente, se l'incertezza viene meno solo pochi secondi prima della morte è troppo tardi. Quanto più in anticipo un combattente riesce a prevedere che sta per diventare un milite ignoto, tanto più è facile che disertare e che la coalizione si dissolva. In una coalizione di animali che attaccano un'altra coalizione o un individuo, un attaccante gode di qualche preavviso se sta per essere fatto oggetto di un contrattacco, e può fuggire prima. Per questo una coalizione di animali sarebbe particolarmente suscettibile di dissolversi. Ma gli esseri umani hanno inventato armi, da lance e frecce a

proiettili e bombe, che fanno sì che il destino sia ignoto fino all'ultimo istante. Dietro questo velo di ignoranza, gli uomini possono essere motivati a combattere fino all'ultimo.

Decenni prima che Tooby e Cosmides spiegassero nei dettagli questa logica, lo psicologo Anatol Rapoport la illustrò con un paradosso tratto dalla Seconda Guerra Mondiale. (Egli riteneva l'episodio autentico, ma non ebbe la possibilità di verificarlo). In una base di bombardieri nel Pacifico, un aviatore aveva solo il venticinque per cento di probabilità di sopravvivere alla sua quota di missioni. Qualcuno calcolò che se gli aviatori avessero portato il doppio delle bombe, una missione si



sarebbe potuta realizzare con la metà dei voli. Ma il solo modo per accrescere il carico utile era di ridurre il carburante, il che significava che gli aeroplani sarebbero dovuti partire per missioni senza ritorno. Se gli aviatori fossero stati disponibili a tirare a sorte e accettare una probabilità del cinquanta per cento di volare verso una morte certa, anziché restare con il loro settantacinque per cento di probabilità di volare verso una morte imprevedibile, avrebbero raddoppiato le loro speranze di sopravvivenza: solo metà di loro sarebbe morta anziché i tre quarti. Inutile a dirsi, il piano non fu mai attuato. Pochi di noi accetterebbero un'offerta del genere, sebbene sia del

tutto equa e suscettibile di salvare molte vite, inclusa forse la nostra. Il paradosso è una vivida dimostrazione del fatto che la nostra mente è predisposta per accettare il rischio di morte in una coalizione, ma solo se ignoriamo quando essa giungerà<sup>130</sup>.

## *Umanità*

A questo punto ci resta solo da prendere il veleno e farla finita? C'è chi crede che la psicologia evoluzionistica sostenga di avere scoperto che la natura umana è egoista e malvagia; ma è adulare i ricercatori e chiunque proclami di avere scoperto il contrario. Non c'è alcun bisogno degli scienziati

per valutare se gli esseri umani siano inclini alla furfanteria. Alla domanda rispondono già i libri di Storia, i giornali, le testimonianze etnografiche e le rubriche dei settimanali che prodigano consigli. Eppure si continua a parlarne come di una questione aperta, quasi che un giorno la scienza potesse scoprire che è stato tutto un brutto sogno e ci si potesse svegliare accorgendosi che è nella natura umana amarsi l'un l'altro. L'obiettivo della psicologia evoluzionistica non è di concentrarsi sulla natura umana, compito che è meglio lasciare ad altri. È di offrire quel genere soddisfacente di visione che solo la scienza può offrire: collegare ciò che sappiamo sulla natura umana con il resto

delle nostre conoscenze su come funziona il mondo, e spiegare il maggior numero possibile di fatti con il minor numero di presupposti. E già possibile mostrare come gran parte della nostra psicologia sociale, ben documentata in laboratorio e sul campo, discenda da qualche presupposto relativo a selezione parentale, investimento genitoriale, altruismo reciproco e teoria computazionale della mente.

La natura umana ci condanna dunque a un incubo di sfruttamento da parte di inesorabili massimizzatori di *fitness*? Ancora una volta, è stupido rivolgersi alla scienza per cercare la risposta. Tutti sanno che le persone sono capaci di immensa bontà e sacrificio. La mente ha

molte componenti, e in essa trovano posto non solo moventi malvagi, ma anche amore, amicizia, cooperazione, senso della giustizia e capacità di prevedere le conseguenze delle nostre azioni. Le diverse parti della mente combattono per spingere o rilasciare il pedale della frizione del comportamento, quindi i cattivi pensieri non sempre portano a cattive azioni. Jimmy Carter, in una famosa intervista a «Playboy», dichiarò: «Ho guardato innumerevoli donne con desiderio. Nel mio cuore ho commesso più volte adulterio». Ma l'indiscreta stampa statunitense non è riuscita a provare che ne abbia commesso uno nella realtà.

E, su una scena più ampia, la Storia

ha visto scomparire per sempre abiezioni terribili, a volte solo dopo anni di lotte sanguinose, altre volte come d'incanto. La schiavitù, i despoti degli harem, le conquiste coloniali, le faide, la donna come proprietà, il razzismo e l'antisemitismo istituzionalizzati, il lavoro minorile, l'apartheid, il fascismo, lo stalinismo, il leninismo e la guerra sono scomparsi da regioni del mondo che ne erano state funestate per decenni, secoli o millenni. I tassi di omicidio nelle più degradate giungle urbane americane sono venti volte inferiori a quelli di molte società di cacciatori-raccoglitori. I britannici moderni corrono venti volte meno il rischio di venire uccisi dei loro antenati

medievali<sup>131</sup>.

Se il cervello non è cambiato nei secoli, come può essere migliorata la condizione umana? Parte della risposta, credo, è che l'alfabetizzazione, il sapere e lo scambio di idee hanno minato alla radice alcune forme di sfruttamento. Non è che le persone dispongano di un pozzo di bontà a cui le esortazioni morali possono attingere. È che l'informazione può essere inquadrata in modi che fanno apparire gli sfruttatori ipocriti o stupidi. Uno dei nostri istinti più bassi, rivendicare autorità col pretesto della beneficenza o della competenza, può essere astutamente ritorto verso gli altri. Quando tutti vedono vivide immagini di sofferenza non è più possibile sostenere

che non si sta facendo alcun male. Quando una vittima dà in prima persona un resoconto con le stesse parole che potrebbe usare il carnefice, è più difficile sostenere che le vittime sono esseri di tipo inferiore. Quando si mostra che chi parla ripete le stesse parole del suo nemico, o quelle di un oratore del passato le cui politiche hanno portato alla catastrofe, la sua autorità può sbriciolarsi. Quando si scrivono servizi su vicini pacifici è più arduo insistere che la guerra è inevitabile. Quando Martin Luther King ha detto «Ho un sogno, che un giorno questa nazione si alzi in piedi e metta in pratica il vero senso del suo credo: “Riteniamo che queste verità siano



autoevidenti, che tutti gli uomini sono creati uguali”», ha reso impossibile per i segregazionisti professarsi patrioti senza apparire ciarlatani.

E, come ho detto all’inizio, se il conflitto è un universale umano, lo sono anche gli sforzi per ridurlo. La mente umana qualche volta afferra un barlume della cruda verità economica per cui spesso gli avversari possono uscire entrambi vincitori dividendosi il surplus creato dall’aver depresso le armi. Persino tra gli Yanomamö alcuni vedono la futilità dei loro costumi e cercano ardentemente un modo per spezzare il ciclo delle vendette. Nel corso della Storia sono state inventate tecnologie ingegnose che volgono una parte della

mente contro un'altra e tirano fuori incrementi di civiltà da una natura umana non fatta dalla selezione per la bontà: la retorica, le denunce pubbliche, la mediazione, le misure per salvare la faccia, i contratti, i deterrenti, le pari opportunità, i tribunali, l'applicazione delle leggi, la monogamia, i limiti alle diseguaglianze economiche, l'abiura della vendetta e molti altri. Gli utopisti teorici dovrebbero essere umili di fronte a questa saggezza pratica. È probabile che essa continui a dimostrarsi più efficace delle proposte «culturali» per riformare il modo di crescere i figli, il linguaggio e i media, e delle proposte «biologiche» di scandagliare i cervelli e i geni dei criminali alla ricerca di

indicatori di aggressività o distribuire pillole anti violenza nei ghetti urbani.

Tenzin Gyatso, il Dalai Lama del Tibet, è stato identificato a due anni di età come la quattordicesima reincarnazione del Buddha della compassione, Santo signore, Gloria gentile, Eloquente, Compassionevole, Sapiente difensore della fede, Oceano di saggezza. È stato condotto a Lhasa e educato da monaci devoti che lo hanno istruito in filosofia, medicina e metafisica. Nel 1950 è divenuto il leader spirituale e secolare in esilio del popolo tibetano. Pur non avendo un potere concreto, è riconosciuto come uno statista di livello mondiale per la sola forza della sua autorità morale. Nel

1989 ha ricevuto il premio Nobel per la pace. Nessun essere umano potrebbe essere più predisposto, per il modo in cui è cresciuto e per il ruolo che gli è stato affidato, ad avere pensieri nobili e puri.

Nel 1993 un giornalista del «New York Times» gli ha chiesto di parlare di sé. Il Dalai Lama ha raccontato che da ragazzo amava le armi giocattolo e specialmente il suo fucile ad aria compressa. Ora che era adulto, si rilassava guardando fotografie di campi di battaglia e aveva appena ordinato una storia illustrata in trenta volumi della Seconda Guerra Mondiale edita da Time-Life. Come a tutti ovunque, gli piace studiare immagini di dispositivi

militari quali carri armati, aeroplani, navi da guerra, sommergibili e soprattutto portaerei. Fa sogni erotici e si sente attratto dalle belle donne, tanto che spesso deve ricordare a se stesso «sono un monaco!». Nulla di tutto ciò gli ha impedito di essere uno dei grandi pacifisti della Storia. E, nonostante l'oppressione di cui è vittima il suo popolo, rimane un ottimista e prevede che il Ventunesimo secolo sarà più pacifico del Ventesimo. «Perché?» gli ha chiesto l'intervistatore. «Perché io credo», ha risposto, «che nel Ventesimo secolo l'Umanità abbia imparato qualcosa dalle sue tante, tante esperienze, qualcuna positiva e molte negative. Quanta infelicità, quanta

distruzione! Mai sono stati uccisi tanti esseri umani come nelle due guerre mondiali di questo secolo. Ma la natura umana è tale che quando siamo di fronte a una situazione tremendamente critica, la nostra mente sa risvegliarsi e trovare un'alternativa. Questa è una facoltà dell'uomo»<sup>132</sup>.

## VIII. IL SENSO DELLA VITA

Non si vive di solo pane, né di solo talento, sicurezza, figli o sesso. In ogni parte del mondo le persone dedicano tutto il tempo che possono ad attività che, nella lotta per sopravvivere e riprodursi, sembrano inutili. In tutte le culture la gente racconta storie e recita poesie. Scherza, ride e si prende in giro. Canta e balla. Decora superfici. Esegue rituali. Si chiede le cause della buona sorte e di quella cattiva, e presta fede a credenze sul soprannaturale che contraddicono tutto il resto delle sue

conoscenze sul mondo. Elabora teorie sull'universo e sul proprio posto in esso<sup>1</sup>.

Come se tutto ciò non fosse già abbastanza enigmatico, quanto più l'attività è frivola e inutile sul piano biologico, tanto più è esaltata. L'arte, la letteratura, la musica, l'umorismo, la religione e la filosofia sono ritenute non solo piacevoli ma nobili. Sono la migliore opera della mente, quel che rende la vita degna di essere vissuta. Perché perseguiamo l'insignificante e il futile e lo viviamo come sublime? A molte persone di cultura la domanda sembra orribilmente incolta e grossolana, se non immorale. Ma è un interrogativo ineludibile per chiunque



sia interessato alla costituzione biologica dell'*Homo sapiens*. I membri della nostra specie compiono atti insensati come prendere voti di castità, vivere per la musica, vendere il sangue per comprare biglietti del cinema<sup>2</sup>, andare all'università. Perché? Come si può interpretare la psicologia delle arti, dell'umorismo, della religione e della filosofia secondo l'impostazione di questo libro, che vede la mente come un computer neurale prodotto dalla selezione naturale?

Ogni università ha una facoltà di studi umanistici, che di solito è la più importante sia per numero di iscritti sia agli occhi del pubblico. Ma l'esistenza di decine di migliaia di studiosi e di

milioni di pagine di studi eruditi non ha gettato quasi nessuna luce sul perché mai la gente debba dedicarsi a discipline umanistiche. La loro funzione è quasi provocatoriamente oscura, e a spiegarla intervengono a mio parere diverse ragioni.

Una è che lettere e arti non impegnano solo la psicologia dell'estetica, ma anche la psicologia dello status<sup>3</sup>. La stessa inutilità dell'arte, che la rende così incomprensibile alla biologia evoluzionistica, la rende fin troppo comprensibile all'economia e alla psicologia sociale. Quale miglior prova che si dispone di denaro in sovrappiù dell'avere la possibilità di spenderlo per gingilli e bravate che non riempiono

la pancia e non riparano dalla pioggia, ma richiedono materiali preziosi, anni di pratica, la padronanza di oscuri testi o rapporti di familiarità con l'élite? Le analisi sul gusto e la moda dovute a Thorstein Veblen e Quentin Bell, secondo cui le vistose ostentazioni di consumo, svago e mancanza di rispetto da parte dell'élite sono emulate dalla massa, il che spinge l'élite alla ricerca di nuove ostentazioni inimitabili, spiega bene le stranezze altrimenti inesplicabili delle arti. Gli stili grandiosi di un secolo divengono di cattivo gusto in quello successivo, come rivelano vocaboli che sono sia etichette di periodi storici sia epiteti ingiuriosi (*gotico, manierista, barocco, rococò*).

Da sempre i mecenati delle arti sono i membri dell'aristocrazia e chi vuole unirsi a loro. La maggior parte delle persone smetterebbe di apprezzare un brano musicale se sapesse che lo si compra al supermercato o tramite le televendite, e anche l'opera di artisti prestigiosi come Pierre-Auguste Renoir è oggetto di recensioni irridenti quando viene presentata in una mostra «da videocassetta». Il valore dell'arte è in gran parte disgiunto dall'estetica: un capolavoro inestimabile perde tutto il suo valore se si scopre che è un falso; i barattoli di Campbell e i fumetti diventano arte elevata quando il mondo dell'arte li dichiara tali, e a quel punto i loro prezzi si fanno vertiginosi. Le opere

moderne e postmoderne non sono concepite per dare piacere, ma per confermare o sconvolgere le teorie di una corporazione di critici e analisti, per *épater la bourgeoisie* o per lasciare sconcertati i poveri diavoli.

La banale constatazione che la psicologia dell'arte è in parte psicologia dello status è stata sottolineata più volte non solo da cinici e barbari, ma da eruditi commentatori di costume quali Quentin Bell e Tom Wolfe. Nell'università odierna, tuttavia, non se ne fa parola e, anzi, non è ammesso farne parola. Gli accademici e gli intellettuali sono malati di cultura. In un ritrovo d'élite, oggi, è perfettamente accettabile scherzare sul fatto che si è

superato a stento l'esame di «fisica per poeti» o «scienze naturali per atleti» e si è rimasti ignoranti in materia di scienza, nonostante l'evidente importanza della cultura scientifica se si vuole compiere scelte consapevoli di salute personale e pubblica. Ma confessare di non aver mai sentito parlare di James Joyce, o di avere provato una volta ad ascoltare Mozart ma preferire Andrew Lloyd Webber, è scioccante come soffiarsi il naso con la manica o annunciare che nella nostra azienda facciamo lavorare i bambini, anche se è evidente che le nostre preferenze in materia di tempo libero non hanno pressoché alcuna importanza concreta. La convergenza che si opera a livello mentale tra arte,

status e virtù è un'estensione del principio della moralità sartoriale di Bell che abbiamo incontrato nel [capitolo VII](#): si trovano onorevoli i segni di un'esistenza onorevolmente futile svincolata da tutte le umili necessità<sup>4</sup>.

Cito questi fatti non per denigrare arti e lettere ma per chiarire il mio intento. Vorrei che guardaste alla psicologia delle arti (e più avanti dell'umorismo e della religione) con l'occhio distaccato del biologo alieno che cerca di comprendere la specie umana, anziché come membri della specie direttamente coinvolta, che tiene al modo in cui le arti vengono ritratte. Certo che nella contemplazione dei prodotti artistici e letterari proviamo piacere e

illuminazione, e non tutto si esaurisce nell'orgoglio del condividere i gusti della bella gente. Ma per capire quel che resta della psicologia delle arti dopo aver sottratto la psicologia dello status, bisogna lasciarsi alle spalle il terrore di essere scambiati per quel genere di persone che preferisce Andrew Lloyd Webber a Mozart. Non bisogna cominciare da Mahler, T.S. Eliot e Kandinsky ma dalle canzoni popolari, dalla *pulp fiction* e dai dipinti su velluto nero. E questo non significa compensare l'essersi abbassati a tale livello adornando la materia vile di una «teoria» cervellotica, un'analisi semiotica dei *Peanuts*, un'esegesi psicoanalitica di Archie Bunker, una



decostruzione di «Vogue». Significa porsi una semplice domanda: che cosa, nella nostra mente, fa sì che si tragga piacere da forme, colori, suoni, scherzi, racconti e miti?

A differenza degli interrogativi sull'arte in generale, questa domanda potrebbe trovare risposta. Le teorie dell'arte portano in sé i germi della propria distruzione. In un'epoca in cui chiunque può comprare cd, dipinti e romanzi, gli artisti si costruiscono la carriera cercando modi per evitare il trito, per stimolare gusti ormai sazi, per differenziare i conoscitori dai dilettanti, per sbeffeggiare le idee correnti su che cos'è l'arte (da cui i tentativi infruttuosi nei decenni di definirla). Qualsiasi

discussione che manchi di riconoscere questa dinamica è destinata a rimanere sterile. Definendo la «musica» in modo da comprendere il jazz atonale, le composizioni cromatiche e altri esercizi intellettuali, non si potrà mai spiegare perché la musica piace all'orecchio. Definendo l'umorismo come l'arguzia straordinaria di un Oscar Wilde, non si potranno mai capire le risate oscene e le canzonature conviviali tanto importanti nella vita quotidiana. La sofisticazione estrema e l'avanguardia sono fatte per palati raffinati, frutto di anni di immersione in un genere e di familiarità con le sue convenzioni e i suoi cliché. Esse fanno affidamento sulla capacità di essere sempre un passo avanti agli altri,

su allusioni arcane ed esibizioni di virtuosismo. Per quanto siano affascinanti e meritevoli di adesione, non sanno chiarire la psicologia dell'estetica, bensì tendono a oscurarla.

Un'altra ragione per cui la psicologia delle arti è oscura è che le arti non sono adattive nel senso biologico del termine. Il presente libro parla della struttura adattiva delle principali componenti della mente, ma non per questo intendo affermare che tutto quanto fa la mente sia adattivo in senso biologico. La mente è un computer neurale, dotato dalla selezione naturale di algoritmi combinatori per il ragionamento causale e probabilistico circa piante, animali, oggetti e persone. Essa è guidata da

obiettivi che sono stati funzionali per la *fitness* biologica negli ambienti ancestrali, quali il cibo, il sesso, la sicurezza, la paternità o la maternità, l'amicizia, la posizione sociale e la conoscenza. Questa cassetta degli attrezzi, tuttavia, può essere utilizzata anche per mettere insieme i progetti per la domenica pomeriggio, di dubbio valore adattivo.

Alcune parti della mente registrano il perseguimento degli incrementi di *fitness* dandoci una sensazione di piacere. Altre parti utilizzano la conoscenza dei meccanismi di causa-effetto per raggiungere determinati obiettivi. Mettendo insieme le due cose si ricava una mente che si eleva a una

sfida biologicamente insensata: escogitare il modo di accedere ai circuiti cerebrali del piacere e somministrare piccole scosse di godimento senza l'inconveniente di spremere veri incrementi di *fitness* dal duro mondo circostante. Quando un topo ha accesso a una leva che invia impulsi elettrici a un elettrodo impiantato nel fascio mediale del prosencefalo, spinge la leva furiosamente finché non crolla esausto, trascurando di mangiare, bere e accoppiarsi. Le persone non si sottopongono ancora a interventi neurochirurgici per farsi impiantare elettrodi nei centri del piacere, ma hanno trovato il modo di stimolarli con altri mezzi. Un esempio evidente sono

gli stupefacenti, che si infiltrano nelle giunzioni chimiche dei circuiti del piacere.

Un'altra via d'accesso a questi circuiti sono i sensi, che li stimolano quando ci si trova in ambienti che avrebbero accresciuto la *fitness* nelle generazioni passate. È chiaro che un ambiente favorevole alla *fitness* non può annunciarsi come tale direttamente; trasmette pattern di suoni, visioni, odori, sapori e sensazioni tattili che i sensi sono designati a registrare. Ora, se le facoltà intellettive potessero identificare i pattern che danno piacere, depurarli e concentrarli, il cervello potrebbe autostimolarsi senza il fastidio di

elettrodi o droghe. Potrebbe somministrarsi intense dosi artificiali delle visioni, dei suoni e degli odori che di norma sono emanati da ambienti salutarì. Se ci piace la torta di panna con le fragole non è perché abbiamo evoluto quel gusto specifico, ma perché abbiamo evoluto circuiti che ci hanno fatto provare rivoli di piacere per il sapore dolce della frutta matura, per la sensazione cremosa in bocca dei grassi vegetali e animali, per la freschezza dell'acqua. La torta alla panna comunica una scossa sensoriale che non ha eguali in natura perché è una mistura di megadosi di stimoli gradevoli elaborata con l'esplicito scopo di schiacciare i nostri pulsanti del piacere. La

pornografia è un'altra tecnologia del piacere. In questo capitolo avvanzerò l'ipotesi che le arti ne rappresentano una terza.

C'è un altro modo in cui la struttura della mente può deviare verso attività affascinanti ma prive di utilità biologica. L'intelletto si è evoluto per rompere le difese delle entità del mondo naturale e sociale. È costituito da moduli per ragionare su come funzionano oggetti, manufatti, esseri viventi, animali e le altre menti umane ([capitolo V](#)). Ma esistono diversi problemi: da dove proviene l'universo, come può il corpo materiale dare origine a menti senzienti, perché succedono cose brutte a brave persone, cosa ne è dei nostri pensieri e



sentimenti quando muoriamo. La mente è capace di porsi queste domande, ma non è detto che sia equipaggiata per trovarne le risposte, anche se delle risposte esistono. Dato che la mente è un prodotto della selezione naturale, non si vede perché dovrebbe possedere la capacità miracolosa di essere in comunione con tutte le verità; deve semplicemente essere in grado di risolvere problemi sufficientemente simili alle ordinarie sfide per la sopravvivenza affrontate dai nostri antenati. Secondo un detto, se a un ragazzo si dà un martello, il mondo intero diverrà un chiodo. Se si dà a una specie una comprensione elementare della meccanica, della biologia e della

psicologia, l'intero mondo diverrà una macchina, una giungla e una società. La mia ipotesi è che religione e filosofia siano in parte l'applicazione di utensili mentali a problemi che essi non sono stati progettati per risolvere.

Alcuni lettori potranno sorprendersi nel leggere che, dopo sette capitoli in cui ho sottoposto a ingegneria inversa le componenti principali della mente, giungo alla conclusione che alcune delle attività che consideriamo più profonde sono sottoprodotti non adattivi. Ma entrambi i tipi di ragionamento fanno capo agli stessi criteri, quelli dell'adattamento biologico. Per il medesimo motivo per cui è sbagliato liquidare il linguaggio, la visione

stereoscopica e le emozioni (cioè la loro struttura universale, complessa, affidabile nel suo sviluppo, ben congegnata, che favorisce la riproduzione) come accidenti evolucionistici, è sbagliato anche inventare funzioni per attività che mancano di tali caratteristiche strutturali solo per nobilitarle con l'imprimatur dell'adattività biologica. Molti autori hanno scritto che la «funzione» delle arti è di unificare la comunità, di aiutarci a vedere il mondo con occhi nuovi, di darci un senso di armonia con il cosmo, di permetterci di sperimentare il sublime e così via. Tutte queste affermazioni sono vere, ma nessuna ha a che fare con ciò che costituisce la spina dorsale di

questo libro, l'adattamento nel senso tecnico del termine: un meccanismo che provoca effetti che, nell'ambiente in cui ci siamo evoluti, avrebbero accresciuto il numero di copie dei geni destinati a costruire il meccanismo stesso. Alcuni aspetti delle arti, a mio parere, hanno delle funzioni in questo senso, ma la maggior parte no.

### *Arti e divertimento*

Le arti visive sono un esempio perfetto di tecnologia progettata per scassinare le serrature che proteggono i nostri pulsanti del piacere e premere questi ultimi in svariate combinazioni. Si ricordi che la visione risolve il

problema insolubile di recuperare una descrizione del mondo a partire dalla sua proiezione sulla retina avanzando una serie di presupposti su come il mondo è messo insieme, per esempio i presupposti per cui le ombre sono opache e uniformi, le superfici coese e le forme non allineate una all'altra. Le illusioni ottiche, e non solo quelle prodotte dai giochini che si trovano nelle scatole di corn-flakes, ma anche quelle che utilizzano la finestra di Leonardo, come i dipinti, le fotografie, i film e la televisione, violano astutamente questi presupposti e trasmettono pattern di luce che ingannano il nostro sistema visivo facendogli vedere scene inesistenti. Lo

scassinamento della serratura è questo. I pulsanti del piacere sono il contenuto delle illusioni. Le fotografie e i dipinti di ogni giorno (pensiamo, lo si ricordi, alla «stanza d'albergo», non al «museo d'arte moderna») ritraggono piante, animali, paesaggi e persone. Nei capitoli precedenti abbiamo visto come la geometria della bellezza sia il segnale visibile di oggetti che hanno un valore adattivo: habitat sicuri, ricchi di cibo, esplorabili e conoscibili; e partner sessuali e figli sani e fertili<sup>5</sup>.

Meno evidente è la ragione per cui ci dà piacere l'arte astratta: gli zigzag, i motivi a scacchi, a tweed, a pois, le righe parallele, i cerchi, i quadrati, le stelle, le spirali e le macchie di colore

con cui si decorano oggetti e corpi in tutto il mondo. Non può essere una coincidenza che esattamente in questi tipi di motivi gli studiosi della visione abbiano proposto di riconoscere le caratteristiche del mondo a cui si agganciano i nostri analizzatori percettivi nel cercare di dare un senso alle superfici e agli oggetti al di fuori di noi (vedi il [capitolo IV](#)). Le linee rette e quelle parallele, le curve regolari e gli angoli retti sono alcune delle proprietà non accidentali che il sistema visivo ricerca perché sono indizi di parti del mondo che contengono oggetti solidi o che sono state forgiate dal movimento, dalla tensione, dalla gravità e dalla coesione. Una zona del campo visivo

disseminata di ripetizioni di un dato motivo di solito proviene da un'unica superficie del mondo, come il tronco di un albero, un campo coltivato, una superficie rocciosa o uno specchio d'acqua. Un confine netto tra due regioni di solito è dato da una superficie che ne occlude un'altra. La simmetria bilaterale viene quasi sempre da animali, parti di piante o manufatti umani<sup>6</sup>.

Altri motivi che troviamo belli ci aiutano a riconoscere gli oggetti dalle loro forme tridimensionali. Si fanno corrispondere quadri di riferimento a forme allungate connesse, a forme simmetriche, a forme dai bordi paralleli o quasi paralleli; dopo di che, esse vengono mentalmente ritagliate in geoni



(coni, cubi e cilindri) e poi confrontate con la memoria.

Tutti i caratteri geometrici ottimali per l'analisi visiva che ho elencato negli ultimi due capoversi sono comuni nelle decorazioni visive. Ma come si spiega la coincidenza? Perché la materia prima ottimale per l'elaborazione visiva è bella da guardare?

In primo luogo, sembra che traiamo piacere dal guardare versioni purificate e concentrate dei motivi geometrici che, in forma diluita, ci danno microgratificazioni quando ci orientiamo verso contesti informativi e sintonizziamo la nostra visione perché ci offra di essi un'immagine chiara. Si pensi al fastidio che si prova quando un

film è sfocato e al sollievo che sentiamo quando il proiezionista si sveglia e regola l'obiettivo. L'immagine confusa somiglia all'immagine che si ha sulla retina quando il cristallino non mette bene a fuoco. Il fastidio è l'impulso a correggere la messa a fuoco; il sollievo ci dice quando ci siamo riusciti. Immagini contrastate, sature, terse, brillanti, che vengano da un televisore di lusso o da un dipinto colorato, possono esaltare l'impulso di piacere che proviamo quando regoliamo a dovere gli occhi.

È frustrante inoltre, o può fare addirittura paura, guardare una scena in condizioni di scarsa visibilità (da lontano, di notte o attraverso la nebbia,

l'acqua o il fogliame) e non riuscire a venirne a capo; non capire, per esempio, se un qualcosa è una buca o un dosso o dove finisce una superficie e ne comincia un'altra. Una tela limpidamente suddivisa in forme solide e sfondi continui può acuire il sollievo che proviamo quando incontriamo condizioni di visibilità che risolvono il campo visivo in superfici e oggetti privi di ambiguità.

Infine, troviamo alcune parti del mondo elegantissime e altre desolate nella misura in cui esse ci informano su oggetti e forze improbabili, ricchi di informazioni, importanti. Immaginate di raccogliere l'intera scena che avete di fronte, metterla in un gigantesco

frullatore regolato alla massima potenza e versarvi poi i detriti davanti agli occhi. La scena non contiene più alcun oggetto d'interesse. Cibi, predatori, ripari, nascondigli, punti d'osservazione, utensili e materie prime sono stati ridotti in poltiglia. E questa come si presenta? Non ha linee, né forme, né simmetria, né motivi ripetuti. È marrone, proprio il colore che vien fuori quando i bambini mescolano tutti assieme quelli dei loro tubetti. Non ha niente a cui guardare perché non contiene niente. L'esperimento mentale mostra che la monotonia deriva da un ambiente che non ha nulla da offrire e il suo opposto, la vivacità visiva, da un ambiente che contiene oggetti cui vale la

pena fare attenzione. Siamo progettati, insomma, per essere insoddisfatti da scene desolate e povere di dettagli e attratti da quelle colorate e ricche di motivi. È questo pulsante del piacere che premiamo con vividi colori e motivi artificiali.

La musica è un enigma. In *Molto rumore per nulla*, Benedick chiede: «Non è strano che le viscere della pecora debbano rapire l'animo umano dal corpo?». In tutte le culture certi suoni ritmici suscitano negli ascoltatori un piacere intenso ed emozioni profonde. Che beneficio può esserci nel dedicare tempo ed energie a creare suoni pizzicati, o a sentirsi tristi quando

non è morto nessuno? Sono state proposte molte spiegazioni: la musica aumenta la coesione nel gruppo sociale, coordina le azioni, esalta i rituali, allevia la tensione; ma così si aggira l'enigma anziché spiegarlo. Perché i suoni ritmici uniscono il gruppo, dissipano la tensione, e così via? In termini di cause ed effetti biologici, la musica è inutile. Non mostra alcun segno di essere stata progettata per conseguire uno scopo quale una vita lunga, dei nipoti o un'accurata percezione e previsione della realtà. A differenza del linguaggio, della visione, del ragionamento sociale e delle abilità fisiche, potrebbe svanire dalla nostra specie lasciando essenzialmente

immutato il nostro modo di vivere sotto ogni altro aspetto. La musica sembra essere una pura tecnologia del piacere, un cocktail di droghe ricreative che ingeriamo attraverso l'orecchio per stimolare tutti insieme una massa di circuiti del piacere<sup>7</sup>.

«La musica è la lingua universale» dice il luogo comune, ma è un'affermazione fuorviante. Chiunque sia scampato alla mania per la musica raga indiana, resa di moda da George Harrison negli anni Sessanta, si rende conto che gli stili musicali variano da cultura a cultura e che alla gente piace di più lo stile con cui è cresciuta. (Durante il concerto per il Bangladesh, Harrison rimase mortificato quando il pubblico

applaudì Ravi Shankar perché accordava il suo sitar). Anche il grado di affinamento in musica varia a seconda delle persone, delle culture e dei periodi storici in termini sconosciuti al linguaggio. Tutti i bambini neurologicamente normali parlano e comprendono spontaneamente una lingua complessa, e la complessità degli idiomi parlati varia poco da una cultura e da un periodo all'altro. Al contrario, anche se a tutti piace ascoltare musica, molti non sono in grado di tenere una nota, meno ancora sanno suonare uno strumento, e coloro che ne sono capaci hanno bisogno di una specifica formazione e di abbondante pratica. Gli stili musicali variano molto per complessità a seconda



delle epoche, delle culture e delle subculture. E la musica non comunica altro che emozioni informi. Anche una trama semplice come «un ragazzo incontra una ragazza, un ragazzo perde una ragazza» non può essere narrata da una sequenza di note in nessuno stile musicale. Tutto ciò fa pensare che la musica sia piuttosto diversa dalla lingua parlata, e che sia una tecnologia, non un adattamento.

Tuttavia alcuni paralleli ci sono. Come vedremo, la musica può prendere a prestito una parte del software mentale del linguaggio. E, come le lingue di tutto il mondo rispondono a una grammatica universale astratta, gli stili musicali di tutto il mondo si conformano a una

grammatica musicale universale astratta. L'idea è stata abbozzata per la prima volta dal compositore e direttore d'orchestra Leonard Bernstein in *The Unanswered Question*, appassionato tentativo di applicare alla musica le idee di Noam Chomsky. La più ricca teoria della grammatica musicale universale è stata elaborata da Ray Jackendoff in collaborazione con il teorico musicale Fred Lerdahl, e fa proprie le idee di molti musicologi precedenti, tra i quali spicca Heinrich Schenker. Secondo tale teoria la musica è costruita con un repertorio di note e una serie di regole. Le regole mettono le note in sequenza e le organizzano in tre strutture gerarchiche, tutte sovrapposte sulla

stessa sequenza di note. Comprendere un brano musicale significa assemblare queste strutture mentali mentre lo si ascolta<sup>8</sup>.

I mattoni costitutivi di un idioma musicale sono le note del suo repertorio, cioè, grossolanamente, i diversi suoni che uno strumento musicale è progettato per emettere. Le note vengono suonate e udite come eventi discreti che hanno un inizio e una fine, e una tonalità e un colore di suono da ottenere. Questo distingue la musica dalla maggior parte degli altri flussi sonori, che slittano continuamente in su o in giù, come l'ululato del vento, il rombo di un motore o l'intonazione di un discorso. La differenza tra le note sta nella misura

in cui appaiono stabili all'ascoltatore. Alcune danno un senso di conclusione o di compiutezza, e sono adatte per terminare una composizione; altre appaiono instabili, e quando vengono suonate l'ascoltatore percepisce una tensione che si risolve quando il brano ritorna su una nota più stabile. In alcuni idiomi musicali sono colpi di tamburo con timbri differenti (per colorito o qualità). In altri sono altezze ordinate dall'alto al basso ma non collocate a intervalli precisi. In molti idiomi, tuttavia, le note sono toni di un'altezza precisa; le nostre sono state etichettate «do, re, mi...» o «C, D, E...». Il significato musicale di un'altezza non può essere definito in termini assoluti,

ma solo mediante un intervallo tra di essa e l'altezza di riferimento, di solito quella più stabile dell'insieme.

La percezione dell'altezza è determinata dalla frequenza della vibrazione del suono. Nella maggior parte delle forme di musica tonale, le note del repertorio sono correlate direttamente alle frequenze di vibrazione. Quando un oggetto è messo in vibrazione sostenuta (viene pizzicata una corda, percosso un corpo cavo, riverbera una colonna d'aria), esso vibra contemporaneamente a diverse frequenze. La frequenza più bassa e spesso di maggiore intensità, quella fondamentale, determina in genere l'altezza che udiamo, ma l'oggetto vibra

anche al doppio della frequenza fondamentale (normalmente, però, con intensità minore), al triplo (con intensità ancora minore), al quadruplo (minore ancora) e così via. Queste vibrazioni sono dette armonici. Essi non sono percepiti come altezze distinte dalla fondamentale, ma quando li si sente tutti insieme danno alla nota la sua ricchezza, o timbro.

Ma ora immaginiamo di scomporre un tono complesso e di suonare ognuno dei suoi armonici separatamente e allo stesso volume. Supponiamo che la frequenza fondamentale sia di 64 vibrazioni al secondo, il secondo do sotto il do centrale del pianoforte. Il primo armonico è una vibrazione di 128

cicli al secondo; il doppio della frequenza del tono fondamentale. Eseguito da solo, suona più alto di quest'ultimo, ma alla stessa tonalità; sul pianoforte, corrisponde al do successivo risalendo la tastiera, quello sotto il do centrale. L'intervallo tra le due note è detto ottava, e qualsiasi persona (anzi, qualsiasi mammifero) percepisce i toni separati da un'ottava come aventi la stessa qualità di altezza. Il secondo armonico vibra al triplo della frequenza fondamentale, 192 volte al secondo, e corrisponde al sol sotto il do centrale; l'intervallo tra le altezze è detto quinta perfetta. Il terzo armonico, quadruplo del tono fondamentale (256 vibrazioni al secondo), è due ottave al di sopra di

esso ed è il do centrale. Il quarto armonico, cinque volte il tono fondamentale (320 vibrazioni al secondo), è il mi sopra al do centrale, da cui è separato da un intervallo detto terza maggiore.

Queste tre altezze sono il cuore del repertorio di altezze della musica occidentale e di molti altri idiomi. La nota più bassa e più stabile, il do nel nostro esempio, è detta tonica, e la maggior parte delle melodie tende a tornarvi e a terminare con essa, dando all'ascoltatore un senso di quiete. La quinta perfetta, o sol, è detta dominante e le melodie tendono ad avvicinarvisi e soffermarvisi in punti intermedi. La terza maggiore, o mi, in molti casi (ma non in



tutti) dà un senso di brillantezza, di piacere o di gioia. Per esempio, l'apertura di *Rock around the clock* di Bill Haley inizia con la tonica («one o'clock, two o'clock, three o'clock, rock»), procede verso la terza maggiore («four o'clock, five o'clock, six o'clock, rock»), arriva alla dominante («seven o'clock, eight o'clock, nine o'clock, rock») e vi resta per diversi tempi prima di lanciarsi nei versi principali, ognuno dei quali termina sulla tonica.

Repertori di altezze più complicati si ottengono aggiungendo alla tonica e alla dominante altre note, che spesso corrispondono nella tonalità agli armonici sempre più alti (e sempre più tenui) di una vibrazione complessa. Il

settimo armonico della nostra nota di riferimento (448 vibrazioni al secondo) è vicino al la centrale (ma, per motivi complicati, non corrisponde esattamente a esso). Il nono (576 vibrazioni al secondo) è il re dell'ottava superiore al do centrale. Se si mettono insieme le cinque altezze nella stessa ottava si ottiene la scala a cinque note o pentatonica, frequente in sistemi musicali da un capo all'altro del mondo. (Questa, perlomeno, è una spiegazione diffusa dell'origine delle scale musicali; non tutti però l'accettano). Se si aggiungono le altezze dei due armonici distinti successivi (fa e si) si ottiene la scala a sette note, o diatonica, che costituisce il cuore di tutta la musica

occidentale, da Mozart ai canti popolari, al rock punk e alla maggior parte del jazz. Con ulteriori armonici si ottiene la scala cromatica, cioè tutti i tasti bianchi e neri del pianoforte. Anche l'esoterica musica colta del Ventesimo secolo, incomprensibile ai non iniziati, tende a aderire alle note della scala cromatica piuttosto che a usare insiemi arbitrari di frequenze. Oltre alla sensazione che la maggior parte delle note «vogliono» tornare alla tonica (do), tra le note esistono altre tensioni. In molti contesti musicali, per esempio, il si vuole salire al do, il fa vuole essere trascinato verso il mi, e il la vuole andare verso il sol<sup>9</sup>.

I repertori di altezze possono contenere anche note che aggiungono un

colorito emotivo. Nella scala di do maggiore, se il mi è ridotto d'altezza di un semitono, a mi bemolle, formando rispetto al do un intervallo detto terza minore, allora rispetto alla sua controparte maggiore tende a evocare un senso di tristezza, pena o pathos. La settima minore è un'altra «blue note», che evoca una dolce malinconia o cupezza. Altri intervalli provocano sentimenti che sono stati definiti stoico, anelante, bisognoso, dignitoso, disarmonico, trionfale, raccapricciato, incrinato e risoluto. I sentimenti sono evocati sia che le note vengano suonate in successione come parte di una melodia sia che vengano suonate simultaneamente come parte di un

accordo o di un'armonia. Le connotazioni emotive degli intervalli musicali non sono realmente universali, perché per avvertirle bisogna avere dimestichezza con un idioma, ma non sono nemmeno arbitrarie. Già a quattro mesi i bambini preferiscono la musica con intervalli consonanti, quali la terza maggiore, a quella con intervalli dissonanti quali una seconda, minore. E per apprendere i più complessi coloriti emotivi della musica non occorre un condizionamento di tipo pavloviano, per esempio ascoltare degli intervalli abbinati a testi gioiosi o malinconici o mentre si è in uno stato d'animo gioioso o malinconico. Non si deve far altro che ascoltare melodie in un particolare

idioma più e più volte, assimilando le configurazioni degli intervalli e i loro contrasti, e le connotazioni emotive si sviluppano automaticamente<sup>10</sup>.

Queste sono le altezze; come sono legate nelle melodie? Jackendoff e Lerdahl mostrano come le melodie siano formate da sequenze di altezze organizzate, nello stesso tempo, in tre modi diversi. Ogni schema di organizzazione è colto in una rappresentazione mentale. Prendiamo l'apertura di *This land is your land* di Woody Guthrie:

This land is your land, this land is my land from Ca- li- for- nia, to the New York Is- land

The image shows a musical score for the song "This Land is Your Land". The score is written on a single treble clef staff in 4/4 time. The lyrics are: "This land is your land, this land is my land from Ca- li- for- nia, to the New York Is- land". Below the staff, there are two levels of brackets illustrating a hierarchical structure. The top level consists of four large square brackets, each spanning one of the four measures of the music. The bottom level consists of smaller square brackets that group individual notes and rests within each measure, showing how the larger phrases are composed of smaller units.

La prima rappresentazione è detta struttura a gruppi. L'ascoltatore sente che gruppi di note sono uniti in motivi, i quali a loro volta sono raggruppati in frasi, che sono raggruppate in sezioni, che sono riunite in strofe, movimenti e pezzi. Questo albero gerarchico è simile alla struttura in frasi di un periodo, e quando la musica è accompagnata da un testo le due strutture in parte si corrispondono. La struttura a gruppi è illustrata qui dalle parentesi quadre sotto il pentagramma. I frammenti di

melodia per «this land is your land» e per «this land is my land» sono i pezzetti più piccoli. A unirli fra loro, essi formano un pezzo più grande, che si congiunge con il pezzo combinato «from California to New York Island» a formare un pezzo ancora più grande, e così via.

La seconda rappresentazione è una struttura metrica, la sequenza ripetuta di tempi forti e deboli che contiamo come «UN-due-TRE-quattro, UN-due-TRE-quattro». Nella notazione musicale lo schema complessivo è riassunto nell'indicazione della misura, per esempio 4/4, e i confini principali della struttura stessa sono demarcati da linee verticali che separano la musica in



battute. Ogni battuta contiene quattro tempi, distribuiti fra le diverse note; il primo dà la maggiore enfasi, il terzo un'enfasi intermedia, mentre il secondo e il quarto restano deboli. La struttura metrica in questo esempio è illustrata dalle colonne di puntini sotto le note. Ogni colonna corrisponde a un battito di un metronomo. Quanti più sono i puntini nella colonna, tanto più forte è l'accento su quella nota.

La terza rappresentazione è una struttura riduzionale, che scompone la melodia in parti essenziali e ornamenti. Si eliminano gli ornamenti e le parti essenziali vengono scomposte in parti ancora più essenziali e relativi ornamenti. La riduzione prosegue finché

la melodia non è ridotta a un nudo scheletro di poche note importanti. Ecco *This land* ridotta prima a semitoni, poi a quattro toni interi e poi a due soli toni interi:

The image displays a musical score for the piece 'This Land' in 4/4 time, with a key signature of one sharp (F#). The score is presented in four staves, illustrating a step-by-step reduction of the melody. The first staff shows the original melody with various note values and rests. The second staff shows the melody reduced to semitones, with notes connected by a slur. The third staff shows the melody reduced to four whole tones, with each note represented by a single whole note. The fourth staff shows the final reduction to two whole tones, with two whole notes per measure.

L'intero brano è sostanzialmente un modo fantasioso di passare dal do al si. Udiamo la struttura riduzionale di una melodia negli accordi delle sezioni per chitarra ritmica e, anche, quando la banda che accompagna un ballerino di

tip tap suona una delle strofe a tempo fermo, eseguendo una singola nota invece di un intero brano di musica affinché il tambureggiamento sia più facile da sentire. Lo percepiamo, infine, quando riconosciamo variazioni di un brano di musica classica o jazz. Lo scheletro della melodia si è conservato, mentre gli ornamenti sono diversi da una variazione all'altra.

Jackendoff e Lerdahl suggeriscono che in realtà vi siano due modi di scomporre le melodie in scheletri sempre più semplici. Vi ho mostrato il primo, la riduzione di tempi, che si accompagna alle strutture a gruppi e metriche e designa alcuni dei gruppi e dei tempi come ornamenti di altri.

Jackendoff e Lerdahl chiamano la seconda modalità «riduzione di prolungamento». Essa coglie il senso del flusso musicale attraverso le frasi, l'accumulo e l'allentamento della tensione all'interno di brani sempre più lunghi lungo il corso della composizione, che culmina in una sensazione finale di massima quiete. La tensione si accumula quando la melodia si allontana dalle note più stabili dirigendosi verso le meno stabili e si scarica quando torna alle stabili. Le curve di tensione e rilassamento sono definite anche dal passaggio da accordi dissonanti ad accordi consonanti, da note non accentate ad accentate, da note più alte a note più basse e da note

prolungate a note non prolungate.

Il musicologo Deryck Cooke ha elaborato una teoria della semantica emotiva della riduzione di prolungamento<sup>11</sup>. Ha mostrato come la musica trasmetta tensione e scioglimento mediante transizioni tra intervalli instabili e stabili, e trasmetta gioia e pena mediante transizioni tra intervalli maggiori e minori. Semplici motivi di sole quattro o cinque note, ha spiegato, trasmettono sentimenti come «gioia beata e innocente», «orrore demoniaco», «struggimento lungo e piacevole» e «scoppio d'angoscia». Brani più lunghi, e passaggi con motivi inclusi in altri motivi, possono trasmettere intricate trame di sentimenti. Un passaggio,

secondo l'analisi di Cooke, esprime «la sensazione di un appassionato prorompere di emozione dolorosa, che non si ribella oltre ma ricade nell'accettazione, un fluire e rifluire del dolore. Non essendo né un'assoluta ribellione né una piena accettazione, ha un effetto di afflizione senza requie»<sup>12</sup>.

Cooke corrobora le sue analisi con serie di esempi di composizioni la cui interpretazione è unanime, molti dei quali accompagnati da testi che offrono un'ulteriore conferma. Alcuni musicologi deridono teorie come quella di Cooke, trovando controesempi per ogni affermazione, ma le eccezioni provengono tendenzialmente dalla musica classica raffinata, che usa

sezioni intercalate, una dentro l'altra e ambigue per sfidare le aspettative semplicistiche e stimolare gli ascoltatori sofisticati. Le specifiche analisi di Cooke possono essere discutibili, ma la sua idea portante che esistano regolari connessioni tra configurazioni di intervalli e configurazioni di emozioni va decisamente nella direzione giusta.

Questa è dunque la struttura essenziale della musica. Ma se la musica non procura alcun vantaggio adattivo, da dove viene e perché funziona? La mia ipotesi è che sia una torta alla panna uditiva, una squisita composizione preparata ad arte per stuzzicare i punti sensibili di almeno sei

delle nostre facoltà mentali. Un brano standard li stuzzica tutti insieme, ma possiamo distinguere gli ingredienti in diversi tipi di non-proprio-musica che ne escludono l'uno o l'altro.

1. La lingua. Possiamo mettere in musica delle parole, e trasaliamo quando un paroliere pigro pone una sillaba accentata in corrispondenza con una nota che non lo è o viceversa. Ciò fa pensare che la musica prenda a prestito una parte dei suoi dispositivi mentali dalla lingua, in particolare dalla prosodia, la curva sonora che abbraccia molte sillabe. La struttura metrica di tempi forti e deboli, l'andamento dell'intonazione con l'altezza che sale e scende, e i raggruppamenti gerarchici di



frasi dentro frasi funzionano tutti con modalità simili nella lingua e nella musica. Il parallelo può spiegare la sensazione istintiva che un pezzo musicale veicoli un messaggio complesso, che faccia asserzioni introducendo temi e commentandoli, che enfatizzi alcuni punti e altri li sussurri come digressioni. Si è detto che la musica è un «discorso intensificato», e può letteralmente sfumare nel discorso. Alcuni cantanti, come Bob Dylan, Lou Reed e Rex Harrison in *My Fair Lady*, scivolano nel «recitativo» anziché portare avanti la melodia. Sembrano una via di mezzo tra narratori eloquenti e cantanti stonati. La musica rap, l'oratoria ritmata dei predicatori e la

poesia sono altre forme intermedie<sup>13</sup>.

2. L'analisi della scena uditiva. Come l'occhio riceve un caotico mosaico di macchie e deve separare superfici da sfondi, così l'orecchio riceve una caotica cacofonia di frequenze e deve isolare flussi sonori provenienti da fonti diverse: il solista in un'orchestra, una voce in mezzo al chiasso, il richiamo di un animale in una foresta piena di cinguettii, il fischio del vento tra lo stormire delle foglie. La percezione uditiva è acustica inversa: l'*input* è un'onda sonora, l'*output* una specificazione delle fonti di suoni che nel mondo le hanno dato origine. I principi dell'analisi della scena uditiva sono stati elaborati dallo psicologo

Albert Bregman, che ha mostrato in che modo il cervello colleghi tra loro le note di una melodia come se si trattasse di un flusso sonoro proveniente da un'unica fonte<sup>14</sup>.

Uno degli stratagemmi del cervello nell'identificare le fonti sonore nell'ambiente consiste nel prestare attenzione alle relazioni armoniche. L'orecchio interno disseziona un rumore nelle frequenze che lo compongono e il cervello torna a unire alcune di tali componenti per percepirle come un tono complesso. Le componenti che stanno tra loro in relazioni armoniche (una componente a una data frequenza, un'altra a frequenza doppia, un'altra ancora a frequenza tripla e così via)

vengono raggruppate tutte insieme e percepite come un tono singolo anziché come toni separati. Presumibilmente, il cervello fonde insieme tali componenti per far sì che la nostra percezione sonora rifletta la realtà. Suoni simultanei in relazioni armoniche, è la sua supposizione, sono probabilmente armonici di un singolo suono, emesso da un'unica fonte nel mondo reale. È una buona congettura, perché molti corpi che risuonano, come corde pizzicate, oggetti cavi percossi e animali che emettono richiami, emanano suoni composti da molti armonici.

Che cosa ha a che fare tutto ciò con la melodia? Si dice a volte che le melodie tonali sono «armonici in serie».

Costruire una melodia è come affettare un suono armonico complesso nei suoi armonici e disporli uno di seguito all'altro in un dato ordine. Forse le melodie sono piacevoli per l'orecchio per la stessa ragione per cui disegni ripetitivi, paralleli, regolari e simmetrici sono piacevoli per l'occhio: esaltano la sensazione di essere in un ambiente che contiene segnali chiari, forti e discernibili provenienti da oggetti interessanti ed efficaci<sup>15</sup>. Un ambiente visivo che non può essere visto con chiarezza o che è formato da una poltiglia omogenea appare come un amorfo mare di marrone o di grigio. Un ambiente uditivo che non può essere udito con chiarezza o che è composto da

rumori omogenei suona come un flusso informe di scariche elettriche alla radio. Quando udiamo toni in relazioni armoniche tra loro, il nostro sistema uditivo è soddisfatto per avere ritagliato con successo il mondo uditivo in parti che appartengono a oggetti importanti del mondo, cioè a fonti sonore quali persone, animali e oggetti cavi.

Proseguendo il ragionamento, potremmo osservare che le note più stabili in una scala corrispondono agli armonici più bassi e generalmente di maggiore intensità emanati da una singola fonte, e si può fiduciosamente metterli insieme con la frequenza fondamentale di tale fonte, la nota di riferimento. Le note meno stabili

corrispondono agli armonici: più alti e generalmente più deboli, e, anche se possono giungere dalla stessa fonte della nota di riferimento, l'assegnazione è meno sicura. Analogamente, se si può essere certi che note separate da un intervallo maggiore giungano da una singola fonte, quelle separate da un intervallo minore potrebbero essere armonici molto alti (e quindi deboli e incerti), oppure potrebbero provenire da una fonte di forma e materia complicate che non emette un suono ben chiaro, o ancora potrebbero non provenire affatto da un'unica fonte. Forse l'ambiguità della fonte di un intervallo minore dà al sistema uditivo un senso di incertezza che in un'altra area del cervello si

traduce in tristezza<sup>16</sup>. Le campanelle che tintinnano nel vento, le campane delle chiese, il fischio dei treni, i clacson e le sirene trillanti riescono a evocare una risposta emotiva con due sole note in relazione armonica. Si ricordi che una manciata di salti tra le note costituisce il cuore della melodia; tutto il resto sono strati su strati di ornamenti.

3. I richiami emotivi. Darwin ha osservato che i richiami di molti uccelli e primati sono composti di note discrete in relazioni armoniche, e ha ipotizzato che si siano evoluti perché erano facili da riprodurre. (Se fosse vissuto un secolo più tardi, avrebbe detto che le rappresentazioni digitali sono più ripetibili di quelle analogiche). Secondo



una sua ipotesi, la musica umana si sarebbe sviluppata a partire dai richiami sessuali dei nostri antenati. Non è un'ipotesi granché plausibile, ma può avere senso se viene estesa fino a includere tutti i richiami emotivi. Il piagnucolare, il gemere, il gridare, il piangere, il lamentarsi, il grugnire, il tubare, il ridere, il guaire, l'ululare, l'acclamare e altri versi portano come delle firme acustiche. Forse le melodie evocano forti emozioni perché i loro scheletri somigliano a modelli digitalizzati dei richiami emotivi della nostra specie. Quando si cercano di descrivere a parole dei brani musicali, si usano come metafore questi richiami emotivi. I musicisti soul mescolano al

canto brontolii, grida, gemiti e piagnucolii, e i cantanti di canzoni popolari melodrammatiche e di musica country ricorrono a sussulti e incrinature della voce, esitazioni e altri tic emotivi. L'emozione surrogata è uno scopo comune dell'arte e delle attività ricreative; ne discuterò le ragioni in un paragrafo successivo<sup>17</sup>.

4. La selezione dell'habitat. Noi facciamo attenzione alle caratteristiche del mondo visivo che segnalano habitat sicuri, insicuri o mutevoli, come la possibilità di vedere a distanza, la vegetazione, l'accumularsi di nubi e i tramonti (vedi [capitolo VI](#)). Forse la stessa attenzione dedichiamo anche alle caratteristiche del mondo uditivo che

segnalano habitat sicuri, insicuri o mutevoli<sup>18</sup>: tuoni, vento, acqua che scorre, canto degli uccelli, ringhi, passi, battiti del cuore e schiocchi di ramoscelli hanno tutti effetti emotivi, presumibilmente perché sono emessi da eventi del mondo degni di attenzione. Forse alcuni dei motivi e dei ritmi ridotti all'osso che stanno al cuore della musicalità sono modelli semplificati di suoni ambientali evocativi. Nella musica detta descrittiva i compositori cercano intenzionalmente di evocare in una melodia suoni ambientali, come il tuono o il canto degli uccelli.

Un esempio puro del trascinamento emotivo della musica si può forse trovare nelle colonne sonore dei film.

Molti film e spettacoli televisivi orchestrano letteralmente le emozioni degli spettatori dall'inizio alla fine con arrangiamenti paramusicali. Questi ultimi non hanno davvero un ritmo, una melodia o una concatenazione, ma riescono a sbalottare lo spettatore da un sentimento all'altro: le scale ascendenti fino a un culmine dei film muti, le monotone musiche per archi nelle scene sentimentali dei vecchi film in bianco e nero (fonte del termine *sviolinata* e del gesto sarcastico che lo indica, che significa «stai cercando di ottenere con l'inganno la mia simpatia»), il sinistro motivo a due note di *Lo squalo*, i piatti e i colpi di tamburo che creano suspense nella serie televisiva *Mission*

*Impossible*, le furiose cacofonie delle scene di lotte e inseguimenti. Non è chiaro se questa pseudomusica distilli i caratteri di suoni ambientali, del parlato, di grida emotive o una qualche combinazione di tutto ciò, ma è innegabilmente efficace.

5. Il controllo motorio. Il ritmo è la componente universale della musica, e in molti stili è quella primaria o unica. Al suono della musica si balla, si ondeggia, ci si dimena, si ruota su se stessi, si accennano passi, si battono le mani e si schioccano le dita: è un forte indizio che essa ha a che vedere con il sistema del controllo motorio. Azioni ripetitive quali camminare, correre, tagliare, grattare e scavare hanno un

ritmo ottimale (di solito una configurazione ottimale di ritmi all'interno di ritmi), che è determinato dalle resistenze del corpo e degli strumenti o delle superfici con cui esso lavora. Un buon esempio è spingere un bambino su un'altalena. Un andamento ritmico costante è un modo ottimale di scandire nel tempo tali movimenti, e quando riusciamo a mantenere questo ritmo ne traiamo un certo piacere, e diciamo che andiamo a tempo o battiamo il tempo. La musica e la danza possono essere una dose concentrata di questo stimolo al piacere. Anche il controllo muscolare comprende sequenze di tensione e rilassamento (per esempio quando si salta o si danno colpi), azioni

eseguite con urgenza, entusiasmo o apatia, e posture corporee erette o accasciate che riflettono fiducia, sottomissione o depressione. Diversi teorici musicali di orientamento psicologico, tra cui Jackendoff, Manfred Clynes e David Epstein ritengono che la musica ricrei le componenti motivazionali ed emotive del movimento<sup>19</sup>.

6. Qualcos'altro. Qualcosa che spieghi come il tutto sia più della somma delle parti. Qualcosa che spieghi perché guardare una diapositiva passare da a fuoco a sfocata o trascinare uno schedario su per una rampa di scale non rapisca le anime umane ai loro corpi. Forse una risonanza nel cervello tra

neuroni che si attivano in sincronia con un'onda sonora e un'oscillazione naturale nei circuiti emozionali? Una controparte inutilizzata, nell'emisfero destro, delle aree del linguaggio del sinistro? Una sorta di zona cieca o cortocircuito o giunzione, frutto fortuito del modo in cui circuiti uditivi, emotivi, del linguaggio e motori sono riuniti nel cervello?

Quest'analisi della musica è speculativa, ma è un buon complemento ai discorsi sulle facoltà mentali del resto del libro. Se ho voluto parlare di queste ultime è perché esse mostrano i segni più chiari di essere adattamenti. Se ho voluto parlare di musica è perché essa mostra i segni più chiari di non esserlo.



«Il fatto è che io sono proprio felice in un film, anche in un brutto film. Altri, a quanto ho letto, fanno tesoro dei momenti memorabili della loro vita». Perlomeno il narratore del romanzo di Walker Percy, *L'uomo che andava al cinema*, riconosce la differenza. Le emittenti televisive ricevono lettere dagli spettatori delle soap-opera con minacce di morte per i personaggi malvagi, consigli per quelli che si struggono in amori tormentati, regalini per i bambini. Si è avuta notizia di spettatori messicani che hanno crivellato lo schermo di pallottole. Gli attori lamentano di essere confusi dai fan con i personaggi che interpretano. Leonard Nimoy ha scritto una memoria intitolata

*Non sono Spock*, poi si è arreso e ne ha scritta un'altra intitolata *Sono Spock*. Questi aneddoti compaiono regolarmente sui giornali, di solito per insinuare che al giorno d'oggi le persone sono una massa di sempliciotti incapaci di distinguere la fantasia dalla realtà. Il mio sospetto, invece, è che non ci facciamo veramente ingannare, ma ci spingiamo agli estremi per esaltare il piacere che tutti proviamo a perderci nella finzione narrativa. Da dove viene questa motivazione, presente in tutti i popoli?

Orazio scrisse che scopo della letteratura è «allietare e istruire», una funzione ribadita secoli dopo da John Dryden che definì il dramma

«un'immagine esatta e vivace della natura umana, che rappresenta le sue passioni e i suoi umori, e le alterne fortune a cui è soggetta; per allietare e istruire il genere umano». È opportuno distinguere l'allietare, forse frutto di una tecnologia senza scopi pratici volta a premere i pulsanti del piacere, dall'istruire, che può essere frutto di adattamento cognitivo<sup>20</sup>.

La tecnologia della finzione narrativa offre una simulazione della vita nella quale il pubblico può entrare restando nella comodità della sua grotta, del suo divano o della sua poltrona a teatro. Le parole possono evocare immagini mentali, capaci di attivare le parti del cervello che registrano la realtà nei

momenti in cui la percepiamo effettivamente. Altre tecnologie violano i presupposti dell'apparato percettivo e ci ingannano con illusioni che riproducono in parte l'esperienza di vedere e udire eventi reali; tra esse vi sono i costumi, i trucchi cosmetici, gli scenari, gli effetti sonori, la cinematografia e l'animazione. Forse in un futuro non lontano si potrà aggiungere alla lista la realtà virtuale, e in un futuro più distante le sensazioni surrogate del *Mondo nuovo* di Huxley.

Quando l'illusione funziona, è superfluo chiedersi perché alla gente piace la finzione narrativa: è come chiedersi perché alla gente piace la vita. Quando siamo presi da un libro o da un

film, riusciamo a vedere paesaggi mozzafiato, a conversare amichevolmente con persone importanti, a innamorarci di uomini e donne affascinanti, a proteggere quelli che amiamo, a raggiungere obiettivi impossibili e sconfiggere nemici malvagi. Non è un cattivo affare, per qualche migliaio di lire<sup>21</sup>!

Naturalmente non tutte le storie hanno un lieto fine. Perché dovremmo pagare un biglietto per una simulazione della vita che ci deprime? A volte, come nel caso dei film d'arte, per guadagnare in termini di posizione sociale facendo del machismo culturale. Si sopporta una scarica di pugni nello stomaco per differenziarsi dai crassi ignoranti che

vanno al cinema per divertirsi. A volte è il prezzo che si paga per soddisfare due desideri inconciliabili: storie a lieto fine e storie con un finale imprevedibile, che salvaguardi l'illusione di essere in un mondo reale. Deve esserci qualche storia in cui l'assassino riesce a raggiungere l'eroina nel seminterrato, altrimenti non proveremmo mai la suspense e il sollievo delle storie in cui l'eroina ce la fa a sfuggirgli. L'economista Steven Landsburg osserva che il lieto fine predomina quando il regista non è disposto a sacrificare la popolarità del proprio film al bene superiore di una maggiore suspense nel cinema in generale<sup>22</sup>.

Ma allora come si spiegano i film

strappalacrime, destinati a un mercato di spettatori a cui piace sprofondare in un illusorio dolore? Lo psicologo Paul Rozin li associa ad altri esempi di masochismo benigno, quali fumare, andare sulle montagne russe, mangiare peperoncini piccanti e farsi una sauna. Il masochismo benigno, si ricordi, è quello che induce i collaudatori di aerei di Tom Wolfe a spingere l'esterno dell'involucro. Esso accresce la gamma di opzioni disponibili nella vita permettendo di saggiare, a piccoli passi, quanto ci si può avvicinare all'orlo dell'abisso senza precipitarvi. Naturalmente la teoria sarebbe inconsistente se offrisse una facile spiegazione di qualsiasi atto

inesplicabile, e sarebbe falsa se prevedesse che le persone sono disposte a pagare per farsi conficcare aghi sotto le unghie. Ma l'idea è più sottile. I masochisti benigni devono essere fiduciosi che non capiterà loro niente di grave. Devono procurarsi il dolore o la paura a passi misurati, e avere la possibilità di controllare e mitigare il danno. La tecnologia strappalacrime sembra rispondere a questi requisiti. Gli spettatori sanno in ogni momento che quando usciranno dal cinema troveranno i loro cari sani e salvi. L'eroina viene uccisa da un male progressivo, non da un infarto o da un pezzo di hot dog conficcatosi in gola, quindi ci si può preparare emotivamente alla tragedia.



Dobbiamo solo accettare la premessa astratta che essa morirà; siamo esentati dall'assistere ai dettagli sgradevoli. (Greta Garbo, Ali MacGraw e Debra Winger avevano tutte un aspetto piuttosto piacevole mentre venivano consumate dalla tisi e dal cancro). Inoltre, lo spettatore deve identificarsi con le persone più vicine all'eroina, vivere in prima persona la lotta per far fronte alla situazione e nutrire la certezza che la vita andrà avanti. Le narrazioni strappalacrime simulano un trionfo sulla tragedia<sup>23</sup>.

Anche seguire le piccole debolezze di persone comuni virtuali che vivono la loro vita può premere un pulsante del piacere, quello etichettato come

«pettegolezza». Il pettegolezza è uno dei passatempi preferiti in tutte le società umane perché la conoscenza è potere. Sapere chi ha bisogno di favori e chi è nelle condizioni di offrirne, chi è affidabile e chi bugiardo, chi è disponibile (o pronto a rendersi disponibile) e chi è sotto la protezione di un coniuge o di una famiglia gelosi, sono tutte informazioni che danno vantaggi strategici nelle partite della vita. Questo è vero soprattutto quando l'informazione non è ancora diffusa e si può essere i primi a sfruttare un'opportunità, equivalente sociale dell'*insider trading*. Nelle piccole tribù in cui si è evoluta la nostra mente tutti conoscevano tutti e quindi ogni

pettegolezze era utile. Oggi, quando sbirciamo nelle vite private di personaggi fittizi, ci procuriamo lo stesso tipo di passatempo<sup>24</sup>.

La letteratura, tuttavia, oltre ad allietare istruisce. L'informatico Jerry Hobbs ha cercato di sottoporre a ingegneria inversa la narrativa in un saggio che aveva la tentazione di intitolare *I robot avranno mai una letteratura?*. I romanzi, ha concluso, funzionano come esperimenti. L'autore colloca un personaggio immaginario in una situazione ipotetica di un mondo per altri versi reale, dove gli avvenimenti che accadono e le leggi che vigono sono quelli ordinari, e permette al lettore di esplorare le conseguenze. Possiamo

immaginare che a Dublino ci sia stata una persona di nome Leopold Bloom con la personalità, la famiglia e l'occupazione che James Joyce gli ha attribuito, ma avremmo da ridire se di punto in bianco venissimo a sapere che il sovrano inglese all'epoca non era la Regina Vittoria ma Re Vittorio. Anche nella fantascienza ci viene richiesto di sospendere la nostra fiducia in alcune leggi fisiche, per esempio di collocare gli eroi nella galassia vicina, ma per il resto gli eventi si svolgono secondo leggi di causa-effetto. Una storia surreale come *La Metamorfosi* di Kafka inizia con una premessa non realistica, che un uomo possa trasformarsi in insetto, e ne elabora le conseguenze in

un mondo dove tutto il resto rimane immutato. L'eroe conserva la sua coscienza umana e lo seguiamo mentre cerca una via d'uscita e la gente reagisce a lui come reagirebbero persone normali a un insetto gigante. Solo nella narrativa che verte sul rapporto tra logica e realtà, come in *Alice nel Paese delle Meraviglie*, può verificarsi qualsiasi tipo di stranezza<sup>25</sup>.

Una volta che il mondo fittizio è stato allestito, al protagonista viene assegnato un obiettivo, e noi lo osserviamo mentre lo persegue al di là di una serie di ostacoli. Non è una coincidenza che questa definizione standard di trama sia identica alla definizione di intelligenza che ho proposto nel [capitolo II](#). I

personaggi in un mondo fittizio fanno esattamente quello che la nostra intelligenza ci permette di fare nel mondo reale. Guardiamo quanto accade loro e mentalmente prendiamo nota degli esiti delle strategie e delle tattiche che essi utilizzano per perseguire i loro obiettivi.

Quali sono questi obiettivi? Un darwiniano direbbe che in ultima analisi gli organismi ne hanno solo due: sopravvivere e riprodursi. E si tratta esattamente degli obiettivi che muovono gli organismi umani nella narrativa. La maggior parte delle trentasei trame del catalogo di Georges Polti sono definite dall'amore o dal sesso o da una minaccia alla sicurezza del protagonista

o di suoi parenti (per esempio «gelosia immotivata», «vendetta di parenti su parenti» e «scoperta del disonore di una persona amata»). La differenza tra la narrativa per bambini e quella per adulti viene riassunta comunemente in due parole: sesso e violenza. L'omaggio di Woody Allen alla letteratura russa è intitolato *Amore e guerra*. Pauline Kael ha tratto il titolo di un suo libro di critica cinematografica dal poster di un film italiano che a suo dire conteneva «la più breve formulazione immaginabile dell'attrattiva base dei film»: *Kiss Kiss Bang Bang*<sup>26</sup>.

Sesso e violenza non sono il chiodo fisso solo della narrativa pulp e della tv spazzatura. Il mago del linguaggio

Richard Lederer e il programmatore di computer Michael Gilleland presentano i seguenti titoli da giornale popolare scandalistico:

«Autista di Chicago strangola la figlia del padrone, la fa a pezzi e la infila nella caldaia».

«La moglie di un medico e un pastore della chiesa locale esposti al pubblico disprezzo per avere concepito una figlia illegittima».

«Doppio suicidio di due adolescenti; le famiglie giurano di porre fine alle vendette di sangue».

«Studente confessa di avere ucciso a colpi d'ascia un'usuraia e la sorella».



«Proprietario di garage segue un ricco uomo d'affari nella sua piscina e gli spara».

«Folle segregata da tempo in una soffitta manda a fuoco la casa, poi si butta dalla finestra e muore».

«Scoperto il suo passato di prostituta, ex-insegnante finisce in manicomio».

«Principe assolto: ha ucciso la madre per vendicare l'assassinio del padre».

Vi suonano familiari? Leggete la nota<sup>27</sup>.

La narrativa è particolarmente irresistibile quando gli ostacoli che il protagonista deve affrontare per raggiungere i suoi obiettivi sono rappresentati da altre persone che perseguono obiettivi incompatibili. La

vita è come gli scacchi, e le trame sono come quei libri di partite famose che gli scacchisti seri studiano per essere preparati se dovessero trovarsi in situazioni analoghe. I libri sono utili perché gli scacchi sono un gioco combinatorio: a ogni momento della partita ci sono troppe sequenze possibili di mosse e contromosse perché un giocatore possa figurarsele tutte nella mente. Strategie generali quali «fare uscire presto la regina» sono troppo generiche per essere d'aiuto, visti i miliardi di situazioni che le regole permettono. Un buon allenamento consiste nel crearsi un catalogo mentale di decine di migliaia di situazioni di gioco e delle mosse che hanno permesso

a buoni giocatori di uscirne con successo. Nel campo dell'intelligenza artificiale, si parla di ragionamento basato sui casi<sup>28</sup>.

La vita ha ancora più mosse degli scacchi. Le persone sono sempre, in qualche misura, in conflitto tra loro, e le loro mosse e contromosse si moltiplicano fino a costituire un insieme di interazioni di dimensioni inimmaginabili. I partner, come i prigionieri nell'ipotetico dilemma, possono cooperare o andare ognuno per conto proprio, nella mossa in corso e in quelle successive. Genitori, figli e fratelli e sorelle, in virtù della loro parziale identità genetica, hanno sia interessi in comune sia interessi in

competizione, e qualsiasi atto che una parte indirizza verso un'altra può essere egoista, altruista o una combinazione delle due cose. Quando un ragazzo incontra una ragazza, uno dei due o entrambi possono vedere l'altro come uno sposo, come un partner occasionale o come nulla di tutto questo. I coniugi possono essere fedeli o adulteri. Gli amici possono essere falsi amici. Gli alleati possono assumersi una quota di rischio inferiore a quella che spetterebbe loro, o possono disertare quando il destino sta per chiamarli. Gli estranei possono essere concorrenti o nemici aperti. Questi giochi sono portati a dimensioni maggiori dalla possibilità dell'inganno, che fa sì che parole e atti

possano essere veritieri o falsi, e dalla possibilità dell'autoinganno, che fa sì che parole e atti sinceri possano essere veritieri o falsi. Sono inoltre espansi a dimensioni ancora maggiori dalle serie di tattiche e controtattiche paradossali, con le quali una persona abbandona volontariamente i suoi obiettivi consueti, come il controllo, la ragione e la conoscenza, per rendersi insensibile alle minacce, credibile o troppo pericolosa da sfidare.

Gli intrighi delle persone in conflitto possono moltiplicarsi in così tanti modi che nessuno può figurarsi mentalmente le conseguenze di tutte le linee di condotta. La narrativa ci offre un catalogo mentale degli enigmi fatali a cui un giorno

potremmo trovarci di fronte e degli esiti delle strategie che potremmo mettere in atto. Quali sono le scelte possibili se sospetto che mio zio abbia ucciso mio padre, ne abbia preso il posto e abbia sposato mia madre? Se il mio sventurato fratello maggiore non ha goduto di alcuna stima in famiglia, ci sono circostanze che potrebbero spingerlo a tradirmi? Qual è la cosa peggiore che potrebbe accadere se venissi sedotto da una cliente mentre mia moglie e mia figlia sono via per il fine settimana? Qual è la cosa peggiore che potrebbe accadere se avessi una relazione extraconiugale per ravvivare la mia tediosa vita di moglie di un medico di campagna? Come posso evitare un

confronto suicida con i predoni che vogliono la mia terra oggi senza apparire un codardo e dunque cedergliela domani? Le risposte si trovano in qualsiasi libreria o videoteca<sup>29</sup>. Il cliché che la vita imita l'arte è vero perché la funzione di alcune forme d'arte è appunto che la vita le imiti.

Si può dire qualcosa sulla psicologia dell'arte? Il filosofo Nelson Goodman ha avuto un'intuizione esaminando le differenze tra l'arte e altri simboli. Supponiamo che per coincidenza un elettrocardiogramma e un disegno del monte Fuji di Hokusai siano formati dalla stessa linea frastagliata. Entrambi i tracciati stanno per qualcosa, ma

nell'elettrocardiogramma la sola parte che importa è la posizione di ognuno dei punti per cui passa la linea. Il colore, lo spessore, le dimensioni del tracciato, e il colore e la sfumatura della carta sono irrilevanti. Se venissero cambiati, il diagramma rimarrebbe lo stesso. Ma nel disegno di Hokusai nessuna delle caratteristiche può essere ignorata o modificata a caso; ognuna può essere frutto di una deliberata scelta dell'artista. Goodman chiama questa proprietà dell'arte «saturazione»<sup>30</sup>.

Un buon artista sfrutta la saturazione per mettere a profitto ogni caratteristica del mezzo che impiega. E fa bene a farlo. Ha già per sé gli occhi e le orecchie del pubblico e l'opera, non



avendo alcuna funzione pratica, non deve rispondere a particolari requisiti meccanici; si può scegliere qualsiasi soluzione. Heathcliff deve sfogare da qualche parte la sua passione e la sua furia; perché non nelle burrascose e spettrali brughiere dello Yorkshire? Una scena va dipinta a colpi di pennello; perché non adoperare vortici vibranti per accrescere l'effetto di una notte stellata, o una macchia di verde su un volto per dare la sensazione dei riflessi variegati che definiscono l'atmosfera di una scena pastorale? Una canzone deve avere una melodia e un testo; in *Ev'ry Time We Say Goodbye* di Cole Porter, i versi sono cantati alternatamente in una chiave maggiore e una minore, e le

parole sono:

Quando sei qui, c'è un'aria di  
primavera  
Sento un'allodola che da qualche  
parte inizia a cantare  
Non c'è canzone d'amore più bella  
Ma com'è strano il passaggio dal  
maggiore al minore  
Ogni volta che ci diciamo addio.

La canzone parla del passaggio dalla gioia alla tristezza quando ci si separa dalla persona amata; la melodia passa dal tono gioioso al triste; i versi dicono che lo stato d'animo cambia dalla gioia alla tristezza usando la metafora di una melodia che da gioiosa diviene triste. Nello sforzo di forgiare un flusso di

suoni che evochi questa transizione, nulla è andato sprecato.

Un abile impiego della saturazione non fa impressione soltanto perché evoca una sensazione piacevole attraverso diversi canali contemporaneamente. Alcune parti all'inizio appaiono anomale, e quando risolviamo l'anomalia, scopriamo le astuzie cui l'artista è ricorso per plasmare le diverse componenti del mezzo in modo da ottenere lo stesso effetto allo stesso tempo. Perché, ci chiediamo, è improvvisamente venuto fuori un vento che ulula? Perché la donna ha una macchia verde sulla guancia? Perché una canzone d'amore parla di chiavi musicali? Nel risolvere

gli enigmi, il pubblico è portato a porre attenzione a una componente in genere poco appariscente del mezzo, e l'effetto desiderato ne esce rafforzato. L'intuizione viene dal tour de force di Arthur Koestler sulla creatività, *L'atto della creazione*, e sta alla base della sua analisi ingegnosa dell'altro grande enigma della psicologia umana, l'umorismo.

*Che c'è da ridere?*

Ecco come Koestler introduce il problema dell'umorismo:

Qual è il valore di sopravvivenza della contrazione simultanea e involontaria di quindici muscoli facciali associati a certi

rumori spesso irrefrenabili? Il riso è un riflesso, ma la sua unicità è costituita dal fatto che apparentemente non ha alcun fine biologico; si potrebbe definirlo un riflesso di lusso. La sua unica funzione utilitaria, a quanto è dato di vedere, è quella di alleggerire momentaneamente le pressioni utilitarie. A livello dell'evoluzione in cui il riso fa la sua comparsa, pare che un elemento di frivolezza sembri insinuarsi nel severo universo governato dalle leggi della termodinamica e dalla sopravvivenza dei più forti.

Il paradosso si può presentare in modo diverso. Troviamo ragionevole che una luce vivida che colpisce l'occhio faccia contrarre la pupilla o che un colpo di spillo su un piede provochi un immediato movimento all'indietro del piede, perché sia lo «stimolo» che la «risposta» sono sullo stesso livello fisiologico. Ma che

una complessa attività mentale, come la lettura di una pagina di Thurber, provochi una specifica risposta motoria al livello dei riflessi, è un fenomeno aberrante che fin dall'antichità ha sconcertato i filosofi<sup>31</sup>.

Mettiamo insieme i suggerimenti che giungono dall'analisi di Koestler, dalle idee più recenti nel campo della psicologia evoluzionistica e dagli studi sull'umorismo e il riso.

Il riso, osserva Koestler, è involontariamente rumoroso. Come ben sa ogni maestra di scuola, distoglie l'attenzione da chi sta parlando e rende difficile continuare. Ed è contagioso. Lo psicologo Robert Provine, che ha documentato l'etologia del riso negli

esseri umani, ha scoperto che si ride trenta volte più spesso quando si è in compagnia che quando si è soli. Anche quando si ride da soli, spesso si immagina di essere con altri: si stanno leggendo parole scritte da altri, ascoltando voci altrui alla radio o guardando altri in televisione. Si ride quando si sente ridere; è per questo che in alcune commedie televisive, per compensare l'assenza di un pubblico dal vivo, si introducono risate fuori campo. (Il rullo di tamburo che accompagnava le battute nei vaudeville era un precursore di quest'uso)<sup>32</sup>.

Tutto ciò suggerisce due cose. In primo luogo, il riso non è rumoroso perché è uno sfogo di energia psichica

repressa, bensì per poter essere udito; è una forma di comunicazione. In secondo luogo, è involontario per lo stesso motivo per cui sono involontarie altre esibizioni emotive ([capitolo VI](#)). Il cervello manda in onda una propaganda onesta, costosa e non falsificabile di uno stato mentale trasferendo il controllo dai sistemi computazionali che stanno alla base dell'azione volontaria ai controllori di basso livello dell'impianto fisico del corpo. Come per le manifestazioni di ira, simpatia, vergogna e paura, il cervello compie un certo sforzo per convincere un pubblico che uno stato interiore è sincero e non simulato<sup>33</sup>.

Il riso sembra avere omologhi in altre



specie di primati. L'etologo umano Irenäus Eibl-Eibesfeldt sente il rumore ritmico della risata nel richiamo di raduno che emettono le scimmie quando si riuniscono per minacciare o attaccare un nemico comune. Gli scimpanzé emettono un suono diverso che i primatologi descrivono come risata. È un respiro ansimante prodotto sia nell'esprire che nell'inspirare e ha un suono più simile a quello del legno che viene segato che all'*ah-ah-ah* della risata umana. (Si conoscono anche altri tipi di risate degli scimpanzé). Gli scimpanzé «ridono» quando, come i bambini, si fanno il solletico l'un l'altro. Il solletico consiste nel toccarsi in un finto attacco le parti vulnerabili del

corpo. Molti primati, e i bambini in tutte le società, si affrontano per gioco in zuffe che servono da allenamenti alla lotta. Giocare a fare la lotta comporta un dilemma per i lottatori: la baruffa dev'essere abbastanza realistica da essere utile come prova di attacco e difesa, ma ognuna delle parti vuole che l'altra sappia che l'attacco è simulato, in modo che la lotta non cresca di tono fino a produrre danni reali. Il riso degli scimpanzé e le espressioni facciali da gioco di altri primati si sono evoluti come segnali che l'aggressione avviene, come diciamo noi, per scherzo. Quali precursori della risata abbiamo quindi due candidati: un segnale di aggressione collettiva e un segnale di aggressione

simulata. Essi non si escludono a vicenda, ed entrambi possono gettare luce sull'umorismo negli esseri umani<sup>34</sup>.

L'umorismo è spesso una forma di aggressione. La derisione è una manifestazione di ostilità e viene vissuta come un attacco. La comicità si basa spesso su schiaffi e insulti e in ambienti meno raffinati, incluse le società di cacciatori-raccoglitori in cui ci siamo evoluti, l'umorismo può essere apertamente sadico. I bambini spesso ridono in modo isterico quando altri bambini si fanno male o hanno qualche inconveniente. Molti resoconti della letteratura scientifica sull'umorismo tra i cacciatori-raccoglitori dicono la stessa cosa. Quando l'antropologo Raymond

Hames viveva nella foresta amazzonica con gli Ye'kwana, gli capitò di battere la testa sulla traversa all'ingresso di una capanna e di accasciarsi a terra, sanguinando a profusione e contorcendosi dal dolore. Gli astanti erano piegati in due dal ridere. E noi non siamo poi tanto diversi. Le esecuzioni in Inghilterra erano occasioni in cui le famiglie accorrevano compatte e ridevano del condannato che veniva condotto al patibolo e impiccato. In *1984*, Orwell offre una satira del divertimento popolare attraverso il diario di Winston Smith, che ha inquietanti somiglianze con una tipica serata nei cinema odierni:

Ieri notte al cinema. Film di guerra. Uno

molto buono su un battello pieno di profughi bombardato in qualche parte del Mediterraneo. Il pubblico si divertiva un mondo a vedere un tipo di grassone che cercava di svignarsela con un elicottero che lo inseguiva, prima si vedeva galleggiare sull'acqua come un porco marino, poi si vedeva attraverso l'apparecchio di puntamento dell'elicottero poi era pieno di buchi e il mare attorno diventava rosso e lui affondava subito come se l'acqua fosse entrata nei buchi, poi si vedeva una scialuppa piena di bambini con un elicottero sospeso sopra, c'era una donna di mezza età che avrebbe potuto essere ebrea seduta nel fondo con un bambino di tre anni in braccio. Il bambino strillava impaurito e nascondeva la testa tra i seni di lei proprio come se volesse scavarsi un rifugio dentro il suo corpo e la donna se lo

stringeva con le braccia cercando di calmarlo sebbene fosse bianca dal terrore anche lei, e lo copriva tutto con le braccia come se pensasse che con quelle avrebbe potuto proteggerlo dalle pallottole, poi l'elicottero allentava una bomba da venti chili su di loro, uno scoppio terribile e la scialuppa se ne volava in mille schegge. Poi una bellissima ripresa del braccio d'un bambino che se ne volava su su su sempre più su, un elicottero con la macchina da presa ficcata nella parte anteriore doveva averlo seguito su per aria e si sentirono un sacco di battimani...<sup>35</sup>

Sopporto a stento di leggere questo brano, ma d'altra parte non ricordo di avere mai riso tanto al cinema come per la scena in cui Indiana Jones tira fuori la pistola e spara all'egiziano sogghignante

che fa mulinare la scimitarra.

L'orrore che suscita Orwell con la sua toccante descrizione del terrore delle vittime mostra che la crudeltà da sola non basta a scatenare l'umorismo. Il bersaglio dello sberleffo dev'essere visto come il depositario di un'ingiustificata pretesa di dignità e rispetto, e l'episodio umoristico deve fargli abbassare la cresta. L'umorismo è il nemico della pompa e del decoro, specialmente quando servono a puntellare l'autorità di un avversario o di un superiore. I bersagli più invitanti del ridicolo sono insegnanti, predicatori, re, politici, ufficiali e altre figure altezzose. (Anche lo *Schadenfreude* degli Ye'kwana ci diviene più familiare

quando scopriamo che essi sono di bassa statura e Hames è un omaccione statunitense). La cosa più divertente che abbia mai visto nella realtà è stata probabilmente una parata militare a Cali, in Colombia. Alla sua testa c'era un ufficiale che incedeva con fare tronfio, e davanti a lui un monello di non più di sette o otto anni che incedeva ancor più tronfio, con il naso all'aria e le braccia che oscillavano grandiosamente in su e in giù. L'ufficiale cercava di colpirlo senza rompere il suo passo, ma il ragazzino riusciva sempre a scattare un po' più avanti, appena fuori dalla sua portata.

Una caduta di dignità sta anche alla base dell'attrattiva universale



dell'umorismo sessuale e scatologico. La maggior parte dell'umorismo nel mondo è più nello stile di *Animal House* che in quello del sofisticato gruppo di artisti e scrittori americani degli anni Venti e Trenta noto come Tavola rotonda dell'Algonquin o il «Circolo vizioso». Quando Chagnon ha iniziato a raccogliere dati genealogici tra gli Yanomamö, ha dovuto aggirare il tabù che li tratteneva dal menzionare i nomi delle persone importanti (un po' come la sensibilità che sta dietro le nostre espressioni del tipo Sir o Vostro Onore). Chagnon chiedeva ai suoi informatori di sussurrargli nell'orecchio i nomi di una persona e dei suoi parenti e, senza tatto, li ripeteva per accertarsi

di avere sentito bene. Quando la persona nominata lo guardava in cagnesco e gli astanti ridacchiavano, Chagnon si sentiva rassicurato circa la correttezza del nome che aveva registrato. Dopo mesi di lavoro aveva messo insieme un'elaborata genealogia e durante una visita a un villaggio vicino cercò di farsi bello pronunciando il nome della moglie del capo villaggio.

È seguito un incredulo silenzio, e poi per tutto il villaggio uno scroscio incontrollabile di risate, respiri soffocati, ansimi e schiamazzi. A quanto sembra, avevo detto che il capo Bisaasi-teri era sposato con una donna di nome «Vulva pelosa». È venuto fuori inoltre che stavo chiamando il capo «Lungo cazzo», suo fratello «Merda d'aquila», uno dei figli

«Buco del culo» e una figlia «Respiro a scorreggia». Il sangue mi è andato alle tempie quando mi sono reso conto che, dopo cinque mesi di sforzi dedicati alla genealogia, non avevo da esibire altro che stupidaggini<sup>36</sup>.

Naturalmente noi non rideremmo mai per qualcosa di così puerile. Il nostro umorismo è «salace», «grossolano», «osceno», «frizzante», «licenzioso», «scurrile» o «rabelaisiano». Sesso ed escrementi sono promemoria del fatto che la rivendicazione da parte di chicchessia di un decoro ventiquattr'ore su ventiquattro è fatua. Il cosiddetto animale razionale ha una disperata pulsione ad accoppiarsi e dimenarsi e gemere. E come ha scritto Isak Dinesen:

«Che cos'è l'uomo, a pensarci, se non una macchina ingegnosa, minuziosamente regolata, per trasformare con infinita artificiosità il vino rosso di Shiraz in urina?». Ma, strano a dirsi, l'umorismo è anche un'apprezzata tattica di discussione retorica e intellettuale. L'arguzia può essere un'arma temibile nelle mani di un abile polemista. La popolarità e il successo di Ronald Reagan come presidente dovevano molto alla sua abilità di uscirsene in battute fulminanti che soffocavano il dibattito e le critiche, almeno per il momento. Per evitare di rispondere a domande sul diritto all'aborto, per esempio, disse: «Noto che tutti coloro che sono a favore

dell'aborto sono già nati». I filosofi si divertono a sentire raccontare che quando, a una dotta conferenza, il relatore osservò che alcune lingue utilizzano una doppia negazione per esprimere un'affermazione, ma nessuna lingua impiega una doppia affermazione per esprimere una negazione, un filosofo dal fondo dell'aula si mise a cantilenare: «Sì, sì...». Anche se può essere vero, come ha scritto Voltaire, che «una massima arguta non dimostra niente», è noto che Voltaire stesso non faceva economia di massime argute. La battuta azzeccata può dare a chi parla una vittoria istantanea, che sia meritata o meno, e lasciare interdetti gli avversari. Capita spesso di avere la sensazione che

un aforisma intelligente colga una verità che richiederebbe pagine per essere sostenuta in qualsiasi altro modo.

E qui arriviamo al tentativo di Koestler di sottoporre a ingegneria inversa l'umorismo. Koestler è stato fra i primi estimatori delle scienze cognitive in un'epoca in cui regnava il behaviorismo, e ha richiamato l'attenzione sul repertorio mentale di sistemi di regole, modalità di strutturazione, modi di pensare e quadri di riferimento. L'umorismo, ha osservato, inizia quando un filo di pensieri in un certo quadro di riferimento va a scontrarsi con un'anomalia: un evento o

un'affermazione che non hanno senso nel contesto di ciò che è venuto prima. L'anomalia può essere risolta passando a un diverso quadro di riferimento, nel quale l'evento acquista un senso. E nell'ambito di questo quadro di riferimento, la dignità di qualcuno è stata ridimensionata. Egli chiama tale passaggio «bisociazione». Gli esempi di umorismo che proponeva Koestler non hanno retto bene al passare del tempo, quindi illustrerò la teoria con alcuni esempi che divertono me, a costo di uccidere le barzellette spiegandole.

Lady Astor disse a Winston Churchill: «Se lei fosse mio marito, metterei del veleno nel suo tè». «Se lei fosse mia moglie, lo berrei» rispose Churchill. La

risposta è anomala nel quadro di riferimento dell'omicidio, perché è normale opporsi all'essere uccisi. L'anomalia si risolve passando al quadro di riferimento del suicidio, nel quale la morte è benvenuta come fuga dalla sofferenza. In questo quadro Lady Astor è la causa dell'infelicità del marito, ruolo ignominioso.

Uno scalatore scivola lungo un precipizio e resta aggrappato a una fune su un burrone profondo centinaia di metri. Terrorizzato e disperato volge gli occhi al cielo e grida: «C'è qualcuno lassù che può aiutarmi?». Una voce rimbomba dall'alto: «Sarai salvo se dimostrerai la tua fede mollando la fune e lasciandoti andare». L'uomo guarda in



giù, poi di nuovo in su, e grida: «C'è qualcun altro lassù che può aiutarmi?». La risposta è incongrua nel quadro di riferimento dei racconti religiosi, in cui Dio concede miracoli in cambio di segni di fede e gli uomini gli sono grati per lo scambio. La soluzione si ha passando al quadro di riferimento della vita quotidiana, in cui le persone hanno un sano rispetto per le leggi della fisica e diffidano di chiunque pretenda di sfidarle. In questo quadro Dio (e indirettamente i suoi propagandisti nell'establishment religioso) può essere un imbroglione; e se d'altra parte non lo è, il senso comune dell'uomo è la sua rovina.

A W.C. Fields una volta fu chiesto:

«Crede nei club per i giovani?». «Solo se non funzionano le buone maniere» fu la risposta. La replica non è una risposta sensata a una domanda su un gruppo ricreativo, il senso usuale di *club*, ma l'anomalia si risolve se si passa al secondo significato del termine, quello di «randello». I giovani si tramutano da destinatari di beneficenza a oggetto di misure disciplinari<sup>37</sup>.

I tre ingredienti dell'umorismo secondo Koestler (incongruenza, risoluzione e perdita di dignità) sono stati verificati in molti esperimenti su ciò che rende divertente una barzelletta. L'umorismo grossolano scaturisce dallo scontro tra un quadro di riferimento psicologico, in cui una persona è sede di

convinzioni e desideri, e uno fisico, in cui una persona è un pezzo di materia che obbedisce alle leggi della fisica. L'umorismo scatologico è frutto dello scontro tra un quadro di riferimento psicologico e uno fisiologico, nel quale una persona è produttrice di sostanze disgustose. L'umorismo sessuale scaturisce anch'esso dallo scontro tra un quadro di riferimento psicologico e uno biologico; stavolta la persona è un mammifero con tutti gli istinti e gli organi necessari alla fecondazione interna. L'umorismo verbale fa perno sullo scontro tra due sensi di una stessa parola, il secondo dei quali è inatteso, sensato e offensivo<sup>38</sup>.

La parte restante della teoria di Koestler risente di due idee ormai superate: il modello idraulico della mente, secondo il quale c'è una pressione psichica che si accumula e che ha bisogno di una valvola di sfogo, e la pulsione all'aggressività, che procura tale pressione. Per completare la risposta all'interrogativo «a che serve, se serve, l'umorismo?», occorrono tre idee nuove.

Per prima cosa, la dignità, la grandezza e gli altri palloncini che l'umorismo buca sono parte del complesso del predominio e dello status discusso nel [capitolo VII](#). Predominio e status avvantaggiano chi li detiene a spese di chi ne è privo, quindi i plebei

hanno sempre un motivo per mettere in discussione i potenti. Negli esseri umani godere di predominio non significa solo accaparrarsi il bottino di una vittoria in battaglia, ma essere avvolti da un'aura guadagnata con il riconoscimento del proprio successo in uno qualunque dei campi in cui gli esseri umani interagiscono: coraggio, competenza, intelligenza, abilità, saggezza, diplomazia, alleanze, bellezza o ricchezza. Molte di queste pretese di grandezza stanno negli occhi di chi guarda, e si sgretolerebbero se questi cambiasse le valutazioni che, sommandosi sulla bilancia delle forze e delle debolezze, segnalano il peso della persona. L'umorismo, quindi, può essere

un'arma contro il predominio. Lo sfidante richiama l'attenzione su una delle molte qualità tutt'altro che lodevoli di cui nessun mortale, per quanto altezzoso, manca.

In secondo luogo, spesso il predominio può essere fatto valere a tu per tu, ma è impotente di fronte a una folla unita. Un uomo con un solo proiettile nella pistola può tenere sotto controllo una decina di ostaggi, se questi non hanno modo di indicarsi il preciso momento in cui sopraffarlo. Nessun governo è tanto potente da controllare un'intera popolazione, quindi quando gli eventi precipitano e tutto il popolo perde nello stesso momento fiducia nell'autorità di un regime, può

rovesciarlo. È forse questa la dinamica che ha portato al servizio dell'umorismo quel segnale involontario, contagioso e distruttivo che è il riso. Quando risolini sparsi si gonfiano in un coro di ilarità, come in una reazione nucleare a catena, significa che le persone riconoscono di aver osservato tutte la stessa debolezza in un bersaglio eminente. Un singolo irridente avrebbe rischiato la rappresaglia di quest'ultimo, ma una folla di persone, inequivocabilmente in combutta nel riconoscere i suoi lati deboli, è al sicuro. La fiaba del vestito nuovo dell'imperatore di Hans Christian Andersen è una bella parabola sul potere sovversivo dell'umorismo collettivo. Naturalmente, nella vita di

ogni giorno non abbiamo bisogno di rovesciare tiranni o di umiliare re, ma dobbiamo far abbassare la cresta a innumerevoli fanfaroni, gradassi, bulli, santerelli, spocchiosi, vanagloriosi, sapientini e primedonne<sup>39</sup>.

In terzo luogo, la mente interpreta riflessivamente parole e atti altrui, facendo quanto occorre per renderli sensati e veri. Se le parole sono incomplete o incongrue, la mente aggiunge generosamente le premesse mancanti o passa a un nuovo quadro di riferimento in cui esse abbiano senso. Senza questo «principio di pertinenza» il linguaggio stesso sarebbe impossibile. I pensieri che stanno dietro anche la più semplice proposizione sono così



labirintici che se dovessimo esprimerli per esteso i nostri discorsi ricorderebbero la contorta prolissità dei documenti giuridici. Supponiamo di dire: «Jane ha sentito lo scampanello del carrello del gelataio. È corsa a tirar fuori il suo porcellinosalvadanaio dal cassetto e ha cominciato a scuoterlo. Alla fine sono usciti dei soldi». Anche se non è stato detto esplicitamente, si capisce che Jane è una bambina (non un'anziana signora di ottantasette anni), che ha scosso il salvadanaio (non il cassetto), che ne sono venute fuori delle monete (non banconote), e che la bambina voleva i soldi per comprare un gelato (non per mangiarli, investirli o pagare il gelataio perché la smettesse di

scampanellare).

Il burlone manipola questi dispositivi mentali per fare in modo che il pubblico formuli una proposizione (quella che risolve l'incongruenza) contro la sua volontà. Il pubblico riconosce la veridicità della proposizione sprezzante perché non è stata asserita esplicitamente, sotto forma di un atto di propaganda che potrebbe respingere, ma è una conclusione che ha tratto esso stesso. La proposizione deve avere almeno una certa giustificazione, altrimenti il pubblico non potrebbe dedurla da altri fatti e non coglierebbe la battuta. Questo spiega la sensazione che un'osservazione arguta possa afferrare una verità troppo complessa

per essere espressa in modo articolato, e che si tratti di un'arma efficace che obbliga gli uditori, almeno per un attimo, a concordare con affermazioni che altrimenti negherebbero. La battuta di Reagan sul fatto che i sostenitori del diritto d'aborto sono già nati è così banalmente vera (tutti sono nati) che lì per lì non ha senso. Ma acquista un senso a presumere che esistano due tipi di individui, i nati e i non nati. Sono questi i termini in cui gli oppositori del diritto all'aborto vogliono porre la questione, e chi capisce il motto ha implicitamente riconosciuto che questa visione è possibile. E, nell'ambito di questa visione, il sostenitore del diritto all'aborto possiede un privilegio ma

vuole negarlo ad altri, quindi è un ipocrita. L'argomentazione non è necessariamente solida, ma una confutazione richiederebbe molte più parole della manciata che è bastata a Reagan. Le forme «superiori» di umorismo sono situazioni in cui i processi cognitivi del pubblico vengono forzati suo malgrado facendogli dedurre una proposizione svalutativa da premesse che esso non può negare<sup>40</sup>.

Non tutto l'umorismo è malizioso. Gli amici passano un bel po' di tempo in allegri scherzi in cui nessuno si sente offeso; anzi, una serata passata a ridere con gli amici è uno dei più bei piaceri della vita. Naturalmente, molto del piacere viene dal parlar male di persone

esterne alla cerchia, cosa che, in virtù del principio per cui il nemico del mio nemico è mio amico, rafforza l'amicizia. Ma c'è anche, in larga misura, quella blanda autosvalutazione e leggera canzonatura che tutti sembrano apprezzare.

L'umorismo conviviale non solo non è particolarmente aggressivo, ma non è neanche particolarmente comico. Robert Provine ha fatto una cosa che nessuno, in due millenni di discettazioni sull'umorismo, aveva mai pensato di fare: è andato a vedere che cos'è che fa ridere la gente. Ha mandato i suoi assistenti in giro per il campus di un college, vicino a gruppi di persone che conversavano, ad annotare senza dare

nell'occhio ciò che scatenava le loro risate. Che cosa ha scoperto? Una tipica battuta umoristica era: «Ci vediamo più tardi, ragazzi» o «E questo che cosa vorrebbe dire?!». Come suol dirsi, bisogna essere del giro. Solo dal dieci al venti per cento degli episodi si potevano classificare come umoristici, e solo applicando criteri molto generosi. Le battute più divertenti su milleduecento esempi sono state: «Non importa che tu beva, basta che paghi da bere a noi», «Per gli appuntamenti galanti ti limiti alla tua specie?» e «Stai lavorando o fai finta?». Provine osserva che «le frequenti risate che si sentono nei ritrovi affollati non sono dovute al fatto che si raccontano barzellette su

barzellette a più non posso. La maggior parte dei dialoghi che precedono una risata somigliano a quelli di un'interminabile *situation comedy* televisiva sceneggiata da uno scrittore molto mediocre»<sup>41</sup>.

Come si spiega l'attrattiva delle prese in giro ben poco spiritose che suscitano la maggior parte delle nostre risate? Se l'umorismo è un antidoto al predominio, un *dignitocidio*, non dev'essere usato solo per arrecare danni. Nel [capitolo VII](#) si è spiegato come, quando s'interagisce, si debba scegliere da un menù di diverse psicologie sociali, ognuna con una logica distinta. La logica del predominio e dello status si basa su minacce e allettamenti impliciti, e viene

meno quando chi è in stato di superiorità non può più trarne profitto. La logica dell'amicizia si basa sull'impegno a un aiuto mutuo e illimitato, qualunque cosa accada. Le persone desiderano status e predominio; ma desiderano anche avere amici, perché status e predominio possono svanire, mentre un amico sarà sempre fedele. Le due cose sono incompatibili, e questo fa nascere un problema di segnalazione. Tra due persone, ce n'è sempre una più forte, più elegante, più ricca, di aspetto più bello o più introdotta dell'altra. Le premesse per un rapporto dominatore-sottomesso o celebrità-fan ci sono sempre, ma può darsi che nessuna delle due parti voglia che la relazione vada in questa



direzione. Svalutando le qualità con cui si sarebbe potuto farla da padrone con un amico, o con cui un amico avrebbe potuto farla da padrone con noi, si segnala che la base della relazione, per quanto ci riguarda, non è lo status o il predominio. Meglio ancora se il segnale è involontario e quindi difficile da falsificare<sup>42</sup>.

Se quest'idea è giusta, potrebbe spiegare l'omologia tra il riso degli esseri umani adulti e la risposta all'aggressione per scherzo e al solletico nei bambini e negli scimpanzé. Chi ride dice: può sembrare che io stia cercando di farti del male, ma sto facendo qualcosa che entrambi vogliamo. L'idea spiega anche perché la

presa in giro è uno strumento di precisione per valutare il tipo di relazione che si ha con una persona. Non si prende in giro un superiore o un estraneo, ma se uno dei due prova a saggiare il terreno con uno scherzo che viene ben accolto, ciò significa che si sta rompendo il ghiaccio e che la relazione si sta spostando verso l'amicizia. Se invece lo scherzo suscita una risatina poco entusiasta o un silenzio gelido, il messaggio è che il musone non ha alcuna intenzione di divenire nostro amico (e può anche aver interpretato la battuta come un'aggressione). Le risatine ricorrenti tipiche fra buoni amici sono riconferme che la base della relazione è ancora l'amicizia, a dispetto della

costante tentazione di una delle parti di prendere il sopravvento.

*Il curioso alla ricerca  
dell'inconcepibile*

«La più comune di tutte le follie», ha scritto H.L. Mencken, «è di credere con passione in ciò che è palesemente non vero. È questa l'occupazione principale dell'Umanità». In una cultura dopo l'altra si crede che l'anima sopravviva dopo la morte, che i rituali possano modificare il mondo fisico e divinare la verità, e che malattie e sfortuna siano causate e alleviate da spiriti, fantasmi, santi, fate, angeli, demoni, cherubini, ginn, diavoli e dèi. Secondo i sondaggi,

più di un quarto degli americani di oggi crede nelle streghe, quasi la metà nei fantasmi, la metà nel diavolo, la metà è convinta che il libro della Genesi sia vero alla lettera, il sessantanove per cento crede negli angeli, l'ottantasette per cento che Gesù sia risorto dalla morte e il novantasei per cento ha fede in un Dio o in uno spirito universale<sup>43</sup>.

Come si concilia la religione con una mente che si potrebbe pensare progettata per rifiutare ciò che è manifestamente non vero? La risposta comune, che le persone trovano conforto nel pensiero di un pastore benevolo, di un disegno universale o di una vita oltre la morte, non è soddisfacente: costringe solo a chiedersi perché una mente dovrebbe

evolversi per trovare conforto in credenze delle quali può facilmente constatare la falsità. Una persona assiderata non trova alcun conforto nel credere di avere caldo; una persona di fronte a un leone non si rilassa convincendosi che è un coniglio.

Che cos'è la religione? Come la psicologia delle arti, quella della religione è stata intorbidata dai tentativi degli studiosi di esaltarla nel comprenderla. La religione non può essere equiparata ai nostri superiori aneliti etici, umanistici, spirituali (anche se qualche volta coincide in parte con essi). La Bibbia contiene istruzioni per il genocidio, lo stupro e la distruzione di famiglie, e anche i Dieci Comandamenti,

letti nel contesto, proibiscono l'omicidio, la menzogna e il furto solo nell'ambito della tribù, non nei confronti di estranei. Le religioni ci hanno dato lapidazioni, roghi delle streghe, crociate, inquisizioni, jihad, fatwa, terroristi kamikaze, assalti armati alle cliniche che praticano l'aborto e madri che annegano i figli per potersi felicemente ricongiungere con loro in paradiso. Ha scritto Blaise Pascal: «Gli uomini non commettono mai il male così fino in fondo e tanto allegramente come quando lo fanno per convinzione religiosa».

La religione non è un soggetto univoco. Quella che nell'Occidente moderno chiamiamo religione è una

cultura alternativa di leggi e costumi, sopravvissuta accanto a quella dello Stato-nazione per via delle vicissitudini della storia europea. Le religioni, al pari di altre culture, hanno prodotto grandiosi esempi di arte, filosofia e diritto, ma le loro regole, al pari di quelle di altre culture, sono spesso funzionali agli interessi di chi le promulga. Il culto degli avi dev'essere un'idea allettante per chi è sul punto di divenire un avo. Man mano che i giorni da vivere diminuiscono, la vita comincia a trasformarsi da un dilemma del prigioniero iterativo, in cui il tradimento può essere punito e la cooperazione ricompensata, in un dilemma del prigioniero a una sola mano, in cui

rivalersi è impossibile. Se riusciamo a convincere i nostri figli che la nostra anima sopravvivrà e veglierà sulle loro vicende, saranno meno propensi a tradirci finché siamo in vita. I tabù alimentari evitano che i membri di una tribù entrino in rapporti di familiarità con estranei. I riti di passaggio tracciano la linea oltre la quale le persone hanno titolo ai privilegi di determinate categorie sociali (feto o membro della famiglia, bambino o adulto, single o sposato), in modo da prevenire contrattazioni infinite sulle zone grigie. Le iniziazioni dolorose eliminano tutti coloro che desiderano i benefici dell'appartenenza senza essere disposti a pagarne i costi. Le streghe sono spesso



suocere e altre figure scomode. Gli sciamani e i preti sono maghi di Oz che ricorrono a effetti speciali, da giochi di prestigio e ventriloquio a templi e cattedrali sontuosi, per convincere gli altri di essere in confidenza con forze soprannaturali.

Concentriamoci sull'aspetto veramente peculiare della psicologia della religione. L'antropologa Ruth Benedict ha per prima messo in luce il filo comune che lega le pratiche religiose di tutte le culture: la religione è una tecnica per ottenere successo. Ambrose Bierce ha definito pregare come «chiedere che le leggi dell'universo siano annullate a favore di un singolo richiedente, per sua stessa

ammissione indegno». Ovunque si implorano dèi e spiriti per guarire da malattie, avere successo in amore o in battaglia, e perché piova o torni il sole. La religione è una misura disperata a cui si ricorre quando la posta in gioco è alta e si sono tentate invano tutte le tecniche usuali per conseguire il proprio scopo: medicine, strategie militari, corteggiamento o, nel caso della pioggia e del sole, nessuna<sup>44</sup>.

Che razza di mente è quella che fa una cosa inutile come inventare fantasmi e adularli per avere il bel tempo? Come si concilia questo comportamento con l'idea che il ragionamento è dato da un sistema di moduli progettati per farsi un'idea di come funziona il mondo? Gli

antropologi Pascal Boyer e Dan Sperber hanno mostrato che si concilia piuttosto bene. In primo luogo, i popoli cosiddetti primitivi non sono composti da psicotici allucinati incapaci di distinguere la fantasia dalla realtà. Essi sanno che esiste un mondo banale di persone e oggetti che risponde alle leggi consuete, e trovano terrificanti e affascinanti i fantasmi e gli spiriti in cui credono precisamente perché violano le loro intuizioni ordinarie riguardo al mondo.

In secondo luogo, spiriti, talismani, veggenti e altre entità sacre non sono mai inventati dal nulla. Si prende un costrutto da uno dei moduli cognitivi visti nel [capitolo V](#) (un oggetto, una persona, un animale, una sostanza

naturale o un manufatto) e lo si priva di una proprietà o gliene si aggiunge una nuova, lasciando che per il resto il costruito mantenga i suoi caratteri consueti. A un utensile, un'arma o una sostanza si attribuisce un qualche potere causale extra, ma per ogni altro verso si prevede che esso si comporti come ha sempre fatto, che si trovi in un dato momento in un dato posto e solo in quello, che sia incapace di passare attraverso oggetti solidi e così via. Si conviene che uno spirito sia esente da una o più leggi della biologia (crescita, invecchiamento, morte), della fisica (solidità, visibilità, causazione per contatto) o della psicologia (pensieri e desideri si possono conoscere solo

attraverso il comportamento). Ma sotto gli altri aspetti lo spirito è riconoscibile come un genere di persona o di animale. Gli spiriti vedono e sentono, hanno una memoria, convinzioni e desideri, agiscono nei modi che a loro giudizio produrranno un effetto desiderato, prendono decisioni e fanno minacce e patti. Quando gli anziani trasmettono credenze religiose, non si preoccupano mai di esplicitare questi aspetti. Nessuno di essi dice: «Se gli spiriti ci promettono il bel tempo in cambio di un sacrificio, e sanno che desideriamo il bel tempo, prevedono che faremo il sacrificio». Non hanno bisogno di dirlo, perché sanno che le menti degli allievi aggiungeranno automaticamente queste

convinzioni attingendole alla loro tacita conoscenza della psicologia. I credenti evitano anche di elaborare le bizzarre conseguenze logiche delle loro frammentarie revisioni del mondo ordinario. Non si soffermano a chiedersi perché un Dio che conosce le nostre intenzioni abbia bisogno di ascoltare delle preghiere, o come possa un Dio vedere nel futuro e allo stesso tempo preoccuparsi di come decidiamo di agire. Rispetto alle idee trascinanti della scienza moderna, le credenze religiose sono degne di nota per mancanza di immaginazione (Dio è un uomo geloso; il paradiso e l'inferno sono luoghi; le anime sono persone a cui sono spuntate le ali). È così perché i concetti religiosi

sono concetti umani con poche correzioni che li rendono portentosi e una più lunga lista di caratteri ordinari che li rendono sensati per il nostro normale modo di conoscere<sup>45</sup>.

Ma da dove vengono prese le correzioni? Anche quando ogni altro tentativo fallisce, perché si dovrebbe perdere tempo intessendo idee e pratiche inutili, se non dannose? Perché non si accetta l'idea che la conoscenza e il potere dell'uomo hanno dei limiti, e non si riservano i propri pensieri ad ambiti in cui essi possono essere di qualche utilità? Ho accennato a una possibilità: la richiesta di miracoli crea un mercato in cui i sedicenti preti competono e possono avere successo

sfruttando la dipendenza delle persone dagli esperti. Io lascio che il dentista mi trapani i denti e che il chirurgo mi incida il corpo, anche se non ho modo di verificare personalmente i presupposti sulla base dei quali essi giustificano queste mutilazioni. La stessa fiducia mi avrebbe portato un secolo fa a rivolgermi a medici ciarlatani, e millenni fa agli incantesimi di uno stregone guaritore. Naturalmente i guaritori devono possedere un certo curriculum per non perdere ogni credibilità, e in effetti mescolano i loro abracadabra ad autentiche conoscenze pratiche quali quelle sulle erbe medicinali e a previsioni di eventi (per esempio meteorologici) più accurate di



semplici tentativi casuali.

Inoltre, le credenze in un mondo di spiriti non vengono dal nulla: sono ipotesi che cercano di spiegare determinati dati che mettono in imbarazzo le nostre teorie quotidiane. Edward Tylor, uno dei primi antropologi, ha osservato che le credenze animistiche sono fondate su esperienze universali. Quando si sogna il corpo resta nel letto, ma qualche altra parte della persona è in giro per il mondo. L'anima e il corpo si separano anche nello stato di trance indotto da una malattia o da sostanze allucinogene. Quando siamo svegli vediamo nell'acqua immobile ombre e riflessi che sembrano possedere l'essenza di

una persona senza avere massa, volume o continuità nel tempo e nello spazio. E nella morte il corpo perde una forza invisibile che lo animava quando era vivo. Una teoria che unifica queste osservazioni è che l'anima vaga quando dormiamo, si nasconde nelle ombre, ci guarda dalla superficie di uno stagno e lascia il corpo quando moriamo. La scienza moderna ha elaborato una teoria migliore per le ombre e i riflessi. Ma che capacità ha di spiegare il sé senziente che sogna, immagina e governa il corpo<sup>46</sup>?

Ci sono problemi che continuano a sconcertare la mente moderna. Il filosofo Colin McGinn li riassume così:

«La testa gira in un caos teorico; non si fa avanti nessun modello esplicativo; si profilano ontologie stravaganti. C'è un senso di forte confusione, ma nessuna idea chiara su dove risieda questa confusione».

Ho esaminato uno dei problemi nel **capitolo II**: la coscienza, nel senso di facoltà senziente o esperienza soggettiva (non nel senso di accesso all'informazione o di autoriflessione). Come può un evento di elaborazione neurale dell'informazione generare la sensazione del mal di denti o il sapore del limone o il colore rosso porpora? Come posso sapere se un verme, un robot, una fetta di cervello in un piatto o voi siete senzienti? La vostra sensazione

di rosso è uguale alla mia o non è forse come la mia sensazione di verde? Com'è essere morti?

Un altro imponderabile è il sé. Che cos'è o dove si trova il centro unificato della facoltà senziente che nasce e muore, che cambia nel tempo ma resta la stessa entità e che ha un supremo valore morale? Perché l'«Io» del 1996 raccoglie le ricompense e patisce le punizioni meritate dall'«Io» del 1976? Supponiamo che incarichi qualcuno di immettere in un computer una riproduzione del mio cervello, di distruggere il mio corpo e di ricostituirmi in ogni dettaglio, con ricordi e tutto. Avrei schiacciato un pisolino o mi sarei suicidato? Se

venissero ricostituiti due «Io», avrei il doppio del piacere? Quanti sé ci sono nel cranio di un paziente *split-brain*? Che dire dei cervelli parzialmente fusi di una coppia di gemelli siamesi? In che momento uno zigote acquisisce un sé? Quanta parte del mio tessuto cerebrale deve morire prima che io sia morto?

Un altro enigma è il libero arbitrio (vedi il [capitolo I](#)). Com'è possibile che le mie azioni siano una scelta di cui sono responsabile, se esse sono completamente determinate dai miei geni, dall'ambiente in cui sono cresciuto e dallo stato del mio cervello? Alcuni eventi sono determinati, altri casuali; com'è possibile che una scelta non sia né una cosa né l'altra? Quando consegno

il portafoglio a un uomo armato che minaccia di uccidermi se non lo faccio, compio una scelta? E se sparo a un bambino perché un uomo armato minaccia di uccidermi se non lo faccio? Se scelgo di fare qualcosa, avrei potuto fare qualcos'altro; ma che cosa significa questo, in un universo unico che si sviluppa nel tempo secondo determinate leggi, e nel quale io passo una sola volta? Sono di fronte a una decisione importantissima, e un esperto di comportamento umano che ha un tasso di successo del novantanove per cento prevede che sceglierò ciò che in quel momento appare l'alternativa peggiore. Devo continuare a tormentarmi o fare ciò che è inevitabile senza perder

tempo?

Un quarto enigma è il significato. Quando parlo di pianeti posso riferirmi a tutti i pianeti dell'universo, passati, presenti e futuri. Ma come posso, adesso, qui in casa, essere in qualche relazione con un pianeta che verrà creato tra cinque milioni di anni in una galassia remota? Se conosco il significato di «numero naturale», la mia mente è in contatto con un insieme infinito; ma io sono un essere finito, che ha avuto esperienza solo di un minuscolo campione dei numeri naturali.

La conoscenza è altrettanto enigmatica. Come posso essere giunto alla certezza che il quadrato costruito sull'ipotenusa è uguale alla somma dei

quadrati costruiti sui cateti, ovunque e per l'eternità intera, qui nella comodità della mia poltrona e senza un solo triangolo o un metro in vista? Come faccio a sapere che non sono un cervello in una vasca, o che non sto sognando, o vivendo un'allucinazione programmata da un neurologo perverso, o che l'universo non è stato creato cinque minuti fa completo di fossili, ricordi e reperti storici? Se tutti gli smeraldi che ho visto finora sono verdi, perché devo concludere che «tutti gli smeraldi sono verdi» e non che «tutti gli smeraldi sono blerdi», dove *blerdi* significa «osservati prima del 2020 e verdi, oppure non osservati in tali circostanze e blu»? Tutti gli smeraldi che ho visto sono verdi, ma



allora tutti gli smeraldi che ho visto sono blerdi. Le due conclusioni sono ugualmente giustificate, ma una prevede che il primo smeraldo che vedrò nel 2020 sarà del colore dell'erba e l'altra che sarà del colore del cielo<sup>47</sup>.

Un ultimo rebus è la moralità. Se faccio a pezzi in segreto la sventurata e disprezzata usuraia, dov'è registrata la natura malvagia di quest'atto? Che cosa significa dire che «non dovrei» farlo? Com'è emerso il «dovrei» da un universo di particelle e pianeti, geni e corpi? Se scopo dell'etica è massimizzare la felicità, dovremmo tollerare uno psicopatico che trae più piacere dall'uccidere di quanto le sue vittime ne traggano dal vivere? Se lo

scopo è di massimizzare le vite, dovremmo giustiziare in pubblico un uomo accusato ingiustamente, se servisse da deterrente a mille assassini? O destinare alcune persone a fare da cavia in esperimenti letali che possono salvarne milioni? L'Umanità s'interroga da millenni su questi problemi, ma non ha fatto alcun progresso verso una soluzione. Essi ci procurano un senso di sconcerto, di vertigine intellettuale. McGinn mostra come i pensatori abbiano proposto e riproposto nei secoli quattro tipi di soluzioni, nessuna delle quali soddisfacente<sup>48</sup>.

I problemi filosofici hanno qualcosa di divino, e quasi in ogni epoca e luogo la loro soluzione preferita è stata il

misticismo e la religione. La coscienza è una scintilla divina in ognuno di noi. Il sé è l'anima, un fantasma immateriale che fluttua al di sopra degli eventi fisici. Le anime semplicemente esistono, o sono state create da Dio. Dio ha assegnato a ogni anima un valore morale e la capacità di scelta; ha stabilito cosa è bene, annota gli atti buoni e cattivi di ogni anima nel libro della vita, e la premia o punisce dopo che ha lasciato il corpo. La conoscenza è conferita da Dio al profeta o al veggente, o è garantita a noi tutti dalla sua virtù e onniscienza. La soluzione è spiegata nella risposta ai versi (a pagina 336) sul perché l'albero continui a esserci quando non c'è nessuno in giro:

«Egregio Signore, che si stupisca è strano:

Io non sono mai lontano.

Ed è per questo che il vegetale

Continua a star lì tale e quale

Osservato da me, Dio. Un saluto cordiale».

Il problema della soluzione religiosa è stato esposto da Mencken quando ha scritto: «La teologia è lo sforzo di spiegare l'inconoscibile nei termini di ciò che non merita di essere conosciuto». Per chi abbia un'ostinata curiosità intellettuale le soluzioni religiose non meritano di essere conosciute, perché accatastano enigmi altrettanto sconcertanti in cima al

mucchio di quelli originari. Che cosa ha dato a Dio una mente, il libero arbitrio, la conoscenza, la certezza su cosa è giusto o sbagliato? Come fa Dio a infondere tutto questo in un universo che sembra procedere in ogni dettaglio secondo le leggi fisiche? Come può fare in modo che le anime spettrali interagiscano con la materia solida? E, cosa più sconcertante di tutte, se il mondo si dispiega secondo un piano saggio e misericordioso, perché contiene tanta sofferenza? Dice un'espressione yiddish: se Dio vivesse sulla Terra, la gente gli tirerebbe sassi alle finestre.

I filosofi moderni hanno avanzato altre tre possibili soluzioni. Una

consiste nell'asserire che le entità misteriose sono una componente irriducibile dell'universo, punto e basta. L'universo, se ne conclude, contiene spazio, tempo, gravità, elettromagnetismo, forze nucleari, materia, energia e coscienza (o volontà, o sé, o etica, o significato, o tutto ciò). La risposta alla nostra curiosità sul perché nell'universo esista la coscienza è: «Lascia perdere, è così e basta». Ma questa soluzione ci fa sentire presi in giro: essa non ci offre infatti nessuna luce e, inoltre, noi sappiamo che le peculiarità della coscienza, della volontà e della conoscenza sono minuziosamente legate alla fisiologia del cervello. Secondo la teoria

dell'irriducibilità, questa sarebbe solo una coincidenza.

Un secondo approccio consiste nel negare l'esistenza del problema. Siamo stati fuorviati dalla confusione del pensiero o da espressioni linguistiche accattivanti ma vuote, come il pronome *io*. Le asserzioni circa la coscienza, la volontà, il sé e l'etica non possono essere verificate con dimostrazioni matematiche o con esperimenti empirici, quindi sono prive di significato. Ma questa risposta ci lascia increduli, non ci illumina. Come ha osservato Cartesio, la propria coscienza è la cosa più indubitabile che esista. È un dato da spiegare; non può essere definita inesistente in base a regole su ciò che

siamo autorizzati a considerare dotato di significato (per non parlare delle affermazioni etiche, come quella per cui schiavitù e Olocausto sono stati un male).

Un terzo approccio consiste nell'addomesticare il problema riducendolo a uno che possiamo risolvere. La coscienza è l'attività nello strato 4 della corteccia, o il contenuto della memoria a breve termine. Il libero arbitrio risiede nel solco cingolato anteriore o nel sottoprogramma esecutivo. La moralità è selezione di parentela e altruismo reciproco. Ogni idea di questo genere, nella misura in cui è corretta, risolve un problema, ma lascia irrisolto quello fondamentale.



Come fa l'attività dello strato 4 della corteccia a causare la mia personale, pungente, penetrante sensazione del rosso? Posso immaginare una creatura il cui strato 4 è attivo, ma che non prova la sensazione del rosso o quella di qualunque altra cosa; nessuna legge della biologia esclude una creatura simile. Nessuna descrizione degli effetti causali del solco cingolato può spiegare come le scelte umane non siano affatto causate, e quindi siano qualcosa di cui possiamo essere ritenuti responsabili. Le teorie dell'evoluzione del senso morale possono spiegare perché condanniamo gli atti malvagi compiuti contro di noi e contro nostri amici e parenti, ma non possono spiegare la

convinzione, salda come la nostra comprensione della geometria, che alcuni atti siano intrinsecamente un male anche se i loro effetti sono neutri o vantaggiosi per il nostro benessere complessivo.

Io propendo per una soluzione diversa, sostenuta da McGinn e basata sulle speculazioni di Noam Chomsky, del biologo Gunther Stent e, prima di loro, di David Hume. Forse i problemi filosofici sono così ostici non perché sono divini o irriducibili o privi di significato o riconducibili alla scienza ordinaria, ma perché la mente dell'*Homo sapiens* non dispone dell'apparato cognitivo per risolverli. Siamo organismi, non angeli, e le nostre

menti sono organi, non vie maestre alla verità. La mente si è evoluta per selezione naturale per risolvere problemi che erano questioni di vita o di morte per i nostri antenati, non per entrare in comunione spirituale con il giusto o per rispondere a tutte le domande che siamo capaci di porci. Non siamo in grado di ritenere diecimila parole nella memoria a breve termine. Non siamo in grado di vedere la luce ultravioletta. Non siamo capaci di ruotare mentalmente un oggetto nella quarta dimensione. E forse non sappiamo risolvere dilemmi come il libero arbitrio e la facoltà senziente<sup>49</sup>.

Possiamo facilmente immaginare organismi con facoltà cognitive inferiori

alle nostre: i cani, alle cui orecchie il nostro linguaggio suona come un «bla bla bla Fido bla bla bla...»; i topi, incapaci di imparare a scovare il cibo in un labirinto in cui esso si trova nei bracci corrispondenti a numeri primi; gli autistici, che non concepiscono l'esistenza di menti altrui; i bambini, che non capiscono perché si faccia tanto chiasso sul sesso; chi soffre di malattie neurologiche che gli permettono di distinguere ogni dettaglio di un volto ma non di riconoscere a chi appartenga; le persone incapaci di visione stereoscopica, che capiscono uno stereogramma in quanto problema di geometria ma non riescono a vedere saltar fuori l'immagine tridimensionale.

Se questi ultimi non capissero come stanno le cose, potrebbero chiamare la visione tridimensionale un miracolo, o affermare che esiste e basta e non ha bisogno di spiegazione, o liquidarla come una sorta di trucco.

Perché allora non dovrebbero esistere organismi con capacità cognitive superiori alle nostre, oppure diverse? Essi potrebbero facilmente comprendere come da un cervello emergono il libero arbitrio e la coscienza, e come significato e moralità si conciliano con l'universo, e troverebbero buffe le acrobazie religiose e filosofiche in cui ci produciamo per compensare il nostro restare senza parole di fronte a simili problemi. Potrebbero anche cercare di

spiegarci le soluzioni, ma noi non riusciremmo a capire le spiegazioni.

L'ipotesi è quasi perversamente non dimostrabile, anche se potrebbe essere dimostrata falsa se qualcuno mai risolvesse gli antichi dilemmi della filosofia. E ci sono ragioni indirette per sospettare che sia vera. Una è che le migliori menti della nostra specie si concentrano su questi enigmi da millenni, ma non hanno fatto alcun passo avanti verso la loro soluzione. Un'altra è che tali enigmi hanno una natura diversa persino da quella dei più ardui problemi scientifici. In che modo un bambino impari a parlare o come un uovo fecondato divenga un organismo sono problemi spaventosi nella pratica e

forse non saranno mai risolti del tutto. Se non lo saranno, tuttavia, sarà per banali motivi di ordine pratico. I processi causali sono troppo intricati o caotici, i fenomeni troppo confusi per essere colti e dissezionati in laboratorio, la matematica necessaria va oltre la capacità di ogni computer prevedibile. Ma gli scienziati possono immaginare i generi di teorie che potrebbero esserne le soluzioni, giuste o sbagliate, verificabili o meno. Facoltà senziente e volontà sono un'altra cosa. Lunghi dall'essere troppo complicate, sono esasperantemente semplici: coscienza e scelta sono inerenti a una speciale dimensione o coloritura che è in qualche modo aderente a eventi neurali senza

essere avviluppata nel loro apparato causale. La sfida non sta nello scoprire la giusta spiegazione del fenomeno, ma nell'immaginare una teoria che potrebbe spiegarlo, una teoria che vi veda l'effetto di una causa, di una qualsiasi causa.

Dall'ipotesi che la nostra mente sia priva degli strumenti per risolvere i grandi problemi della filosofia è facile trarre conclusioni stravaganti e ingiustificate. Da essa non consegue che il tentativo di una mente di comprendere se stessa comporti un paradosso di auto-referenzialità o di regresso infinito, visto che gli psicologi e i neuroscienziati non studiano la propria mente bensì quella altrui. Né tale ipotesi



implica qualche limitazione di principio sulla possibilità di conoscenza di un qualsiasi conoscitore, come il Principio d'indeterminazione o il Teorema di Gödel. Essa è un'osservazione relativa a un singolo organo di una singola specie, equivalente all'osservazione che i gatti non distinguono i colori e che le scimmie non imparano lunghe divisioni. Non giustifica credenze mistiche o religiose, ma spiega perché sono futili. E non lascia i filosofi senza lavoro: essi chiariscono questi problemi, ne ritagliano porzioni che possono essere risolte, e le risolvono o le fanno risolvere alla scienza. L'ipotesi non implica che siamo in vista della fine della scienza o che ci siamo scontrati

con un limite invalicabile su quanto possiamo apprendere circa il funzionamento della mente. L'aspetto computazionale della coscienza (quale informazione è disponibile per quali processi), l'aspetto neurologico (che cosa nel cervello è correlato con la coscienza) e l'aspetto evuzionistico (quando e perché sono emersi gli aspetti neurocomputazionali) sono perfettamente affrontabili, e non vedo perché non dovremmo avere davanti a noi decenni di progressi e giungere infine a una piena comprensione delle cose, pur senza mai risolvere rompicapo residui quali se il mio rosso è uguale al tuo rosso o com'è essere un pipistrello.

In matematica si dice che i numeri

interi sono chiusi rispetto all'addizione: addizionando due interi si ottiene un altro intero, non si può mai ottenere un numero frazionario. Ma questo non significa che l'insieme dei numeri interi sia finito. I pensieri concepibili dagli esseri umani sono chiusi rispetto al funzionamento delle nostre facoltà cognitive, e forse non comprenderanno mai le soluzioni ai misteri della filosofia. Ma l'insieme dei pensieri pensabili può essere ugualmente infinito.

La chiusura cognitiva è una conclusione pessimistica? Niente affatto! La trovo anzi tonificante, segno di un grande progresso nella nostra comprensione della mente. Ed è la mia ultima opportunità per perseguire lo

scopo di questo libro: farvi uscire per un momento dalla vostra mente perché vediate i vostri pensieri e le vostre sensazioni come magnifiche invenzioni del mondo naturale piuttosto che come il solo modo in cui possono stare le cose.

In primo luogo, se la mente è un sistema di organi progettati dalla selezione naturale, perché dovremmo aspettarci che comprenda tutti i misteri e afferri tutte le verità? Dovremmo essere grati del fatto che i problemi della scienza sono abbastanza simili per struttura a quelli dei nostri antenati cacciatori-raccoglitori, così da consentirci di compiere tutti i progressi che abbiamo compiuto. Se non esistesse niente che fossimo incapaci di

comprendere, dovremmo mettere in discussione la visione scientifica del mondo che vede la mente come un prodotto della natura. La chiusura cognitiva deve essere vera, se sappiamo di che cosa stiamo parlando. Tuttavia si sarebbe potuto pensare che l'ipotesi fosse una mera fantasticheria, una possibilità logica che non va oltre le chiacchierate a tarda notte attorno a una bottiglia. Il tentativo fatto da McGinn per identificare i problemi umanamente insolubili è un passo avanti.

Meglio ancora, possiamo intravedere perché certi problemi sono al di là della nostra comprensione. Un tema ricorrente in questo libro è che la mente deve la sua potenza alle capacità combinatorie,

compositive e sintattiche di cui dispone ([capitolo II](#)). Le nostre idee complesse sono costituite di idee più semplici, e il significato del tutto è determinato dai significati delle parti e dai significati delle relazioni che le collegano; parte-di-un-tutto, esempio-di-una categoria, oggetto-in-un-posto, agente-che-esercita-una-forza, causa-di-una effetto, mente-che-possiede-una-convinzione.

Queste connessioni, logiche e simili a leggi, forniscono i significati delle proposizioni del linguaggio corrente e, mediante analogie e metafore, prestano le loro strutture ai contenuti esoterici della scienza e della matematica, dove sono assemblate in edifici teorici sempre più grandi (vedi il [capitolo V](#)).

Noi cogliamo la materia in termini di molecole, atomi e quark; la vita in termini di DNA, geni e albero di organismi; il cambiamento in termini di posizione, quantità di moto e forza; la matematica in termini di simboli e operazioni. Sono tutti assemblaggi di elementi costituiti secondo determinate leggi, in cui le proprietà del tutto sono prevedibili a partire dalle proprietà delle parti e dal modo in cui esse sono combinate. Anche quando gli scienziati vengono alle prese con continui senza interruzioni e con processi dinamici, esprimono le loro teorie in parole, equazioni e simulazioni al computer, mezzi combinatori che si adattano alla struttura della mente. È una fortuna per

noi che le parti del mondo si comportino come regolari interazioni tra elementi più semplici.

Ma nei problemi della filosofia c'è qualcosa di peculiarmente olistico, di ovunque-contemporaneamente, di in-nessun-luogo e di tutto-allo-stessotempo. La facoltà senziente non è una combinazione di eventi cerebrali o stati computazionali: come un neurone sensibile al rosso dia luogo alla sensazione soggettiva del rosso non è meno misterioso di come il cervello nel suo insieme dia luogo all'intero flusso della coscienza. L'«Io» non è una combinazione di parti del corpo o stati cerebrali o particelle di informazione, ma un'unità di «seità» nel tempo, un



singolo luogo che non è in nessun luogo particolare. Il libero arbitrio, per definizione, non è una catena causale di eventi e stati. Anche se gli aspetti combinatori del significato (in che modo le parole o le idee si combinano nei significati di frasi o periodi) sono stati decifrati, il nucleo del significato, il semplice atto del riferirsi a qualcosa, resta un enigma, perché è stranamente distinto da qualsiasi connessione causale tra la cosa cui si fa riferimento e la persona che fa riferimento a quella cosa. La conoscenza genera anch'essa il paradosso per cui chi conosce ha familiarità con cose che non hanno mai esercitato alcun influsso su di lui. La nostra profonda perplessità riguardo agli

enigmi della coscienza, del sé, della volontà e della conoscenza viene forse da una mancata corrispondenza tra la natura stessa di tali problemi e l'apparato computazionale di cui la selezione naturale ci ha dotati<sup>50</sup>.

Se queste congetture sono giuste, l'ultimo scherzo ce lo giocherebbe la nostra psiche. La cosa più innegabile che ci sia, la nostra consapevolezza, sarebbe per sempre al di fuori della nostra portata concettuale. Ma se la mente è parte della natura, questo è ciò che dobbiamo aspettarci, anzi, che dobbiamo accogliere con favore. Il mondo naturale ci riempie di meravigliato sgomento per le strutture specializzate delle sue creature e delle

loro parti. Non prendiamo in giro l'aquila per la sua goffaggine nel camminare, e che l'occhio non sia molto bravo a udire non ci turba: sappiamo che una struttura può eccellere in una sfida solo venendo a compromessi in altre. Il nostro sconcerto di fronte ai misteri che da secoli ci assillano è forse il prezzo che paghiamo per una mente combinatoria che ci ha dischiuso un mondo di parole e frasi, teorie ed equazioni, poesie e melodie, scherzi e racconti, esattamente le cose per le quali vale la pena avere una mente.

# NOTE

## PREFAZIONE

1. Neologismo coniato dall'autore, traducibile come ghiottoneria uditiva o fronzolo uditivo (N.d.T.).

2. Si definisce *moral dumbfounding* uno stato psicologico per cui una persona, dopo aver pronunciato un giudizio morale d'istinto e con convinzione, si stupisce poi nel non riuscire a esplicitarne razionalmente le motivazioni. (N.d.T.).

3. «Evo-devo» è il termine divulgativo per indicare la Evolutionary Developmental Biology, (Biologia evolutiva dello sviluppo). (N.d.T.).

## I. ATTREZZATURA BASE

1. Sulla vista dei robot, cfr. Poggio, 1984.

2. Sulla costruzione di un sistema visivo, cfr. Marr, 1982; Poggio, 1984; Aloimonos & Rosenfeld, 1991; Wandell, 1995; Papathomas et al., 1995.

3. Sui problemi uovo-o-gallina nella visione, cfr. Adelson & Pentland, 1996; Sinha & Adelson, 1993a, b.

4. Sull'immagine persistente a più dimensioni («Legge di Emmert»), cfr. Rock, 1983.

5. Neisser, 1967; la figura è adattata da Lindsay & Norman, 1972, pp. 2-6, trad. it., pp. 9-13.

6. Raibert & Sutherland, 1983; Raibert, 1990.

7. French, 1994.

8. Hollerbach, 1990; Bizzi & Mussa-Ivaldi, 1990.

9. Citato in Williams, 1992, p. 192.
10. Sulle prese di cui è capace la mano, cfr. Trinkaus, 1992.
11. Winograd, 1976.
12. Sul senso comune, così poco comune, cfr. Lenat & Guha, 1990.
13. Sulle inferenze sensate, cfr. Cherniak, 1983; Dennett, 1987.
14. Sul problema cornice, cfr. Dennett, 1987; Pylyshyn, 1987.
15. Asimov, 1950.
16. Sull'aggressività come problema d'ingegneria, cfr. Maynard Smith, 1982; Tooby & Cosmides, 1988.
17. Sulla logica dell'amore, cfr. Symons, 1979; Buss, 1994; Frank, 1988; Tooby & Cosmides, 1996; Fisher, 1992; Hatfield & Rapson, 1993.
18. Sulla rimozione dello spazio visivo di sinistra, cfr. Bisiach & Luzzatti, 1978. Sulla acromatopsia (cecità corticale rispetto al

colore), cfr. Sacks & Wasserman, 1987. Sulla cecità rispetto al moto, cfr. Hess, Baker & Zihl, 1989.

19. Sull'agnosia (difficoltà di riconoscere gli oggetti), cfr. Farah, 1990. Sulla prosopagnosia (difficoltà di riconoscere i volti), cfr. Etcoff, Freeman & Cave, 1991. Sulla sindrome di Capgras (mancanza di familiarità nonostante il riconoscimento), cfr. Alexander, Suss & Benson, 1979.

20. Sulle numerose aree cerebrali sottese alla visione, cfr. Van Essen & DeYoe, 1995.

21. Sui gemelli separati alla nascita, cfr. Lykken *et al.*, 1992; Bouchard *et al.*, 1990; Bouchard, 1994; Plomin, 1989; Plomin, Owen & McGuffin, 1994; L. Wright, 1995.

22. Sullo smontaggio, cfr. Dennett, 1995. Sulla psicologia come smontaggio, cfr. Tooby & Cosmides, 1992.

23. Sulla biologia come progettazione inversa, cfr. Williams, 1966,1992; Mayr, 1983.

24. Darwin, 1859/1964.

25. Sulla psicologia evoluzionistica, cfr. Symons, 1979, 1992; Tooby, 1985; Cosmides, 1985; Tooby & Cosmides, 1992; Barkow, Cosmides & Tooby, 1992; Cosmides & Tooby, 1994; Wright, 1994a; Buss, 1995; Allman, 1994.

26. Sulla rivoluzione cognitivista, cfr. Gardner, 1985; Jackendoff, 1987; Dennett, 1978a. Sulla rivoluzione evoluzionistica, cfr. Williams, 1966; Hamilton, 1996; Dawkins, 1976/1989, 1986; Maynard Smith, 1975/1993, 1982; Tooby, 1988; Wright, 1994a.

27. Su che cos'è l'informazione, cfr. Dretske, 1981.

28. Sulla teoria computazionale della mente, cfr. Turing, 1950; Putnam, 1960; Simon & Newell, 1964; Newell & Simon, 1981; Haugeland, 1981a, b, c; Fodor, 1968a, 1975, 1994; Pylyshyn, 1984.

29. Cosmides & Tooby, 1994.



30. Cfr. Gallistel, 1995.

31. Sulla visione come ottica inversa, cfr. Poggio, 1984.

32. Sui presupposti visivi, cfr. Marr, 1982; Hoffman, 1983.

33. Cfr. Fodor, 1983, 1985.

34. Cfr. Chomsky, 1988, 1991, 1993.

35. Sulla specializzazione dei sistemi d'intelligenza artificiale, cfr. Marr, 1982; Minsky, 1985; Minsky & Papert, 1988b; Pinker & Prince, 1988.

36. Sui bambini precoci, cfr. Hirschfeld & Gelman, 1994a, b; Sperber, Premack & Premack, 1995. Sugli universali umani, cfr. Brown, 1991.

37. Sulla mente come qualcosa di diverso da un incontro di biologia e cultura, cfr. Tooby & Cosmides, 1992. Sull'esigenza, per l'apprendimento, di meccanismi di apprendimento innati, cfr. Fodor 1975, 1981; Chomsky, 1975; Pinker, 1984, 1994; Tooby &

Cosmides, 1992.

38. Sull'assemblaggio del cervello, cfr. Stryker, 1994; Cramer & Sur, 1995; Rakic, 1995a, b.

39. Sulle forze evoluzionistiche non selettive, cfr. Williams, 1966; Gould & Lewontin, 1979. Sulla selezione naturale come ingegnere, cfr. Darwin, 1859/1964; Dawkins, 1983, 1986, 1995; Williams, 1966, 1992; Dennett, 1995.

40. Sull'occhio come ponte cartesiano, cfr. Tooby & Cosmides, 1992.

41. Sui criteri adattamentisti, cfr. Williams, 1966; Dawkins, 1986; Dennett, 1995.

42. Cfr. Profet, 1992.

43. Sull'evoluzione come innovatrice, cfr. Tooby & Cosmides, 1989.

44. Su sociobiologia *versus* psicologia evoluzionistica, cfr. Symons, 1979, 1992; Tooby & Cosmides, 1990a.

45. Cfr. Symons, 1979, 1992; Tooby &

Cosmides, 1990a.

46. Sul «successo riproduttivo individuale» di Darwin, cfr. Gould, 1992. Sulla visione nell'ottica del gene, cfr. Williams, 1966; Dawkins, 1976/1989, 1983, 1995; Sterenly & Kitcher, 1988; Kitcher, 1992; Cronin, 1992; Dennett, 1995. Contro la visione nell'ottica del gene, cfr. Gould, 1980b, 1983b.

47. Sul Modello standard delle scienze sociali, cfr. Tooby & Cosmides, 1992; Symons, 1979; Daly & Wilson, 1988.

48. Sull'isteria a proposito di sociobiologia, cfr. Wright, 1988, 1994a; Wilson, 1994. Sulle insinuazioni riguardo a Donald Symons, cfr. Lewontin, Rose & Kamin, 1984, p. 260; trad. it., p. 263. Sulla manipolazione dell'affermazione di Dawkins, si confronti Dawkins 1976/1989, p. 20, trad. it., p. 19, con Lewontin, Rose & Kamin, 1984, p. 287, trad. it., p. 295, e con Levins & Lewontin, 1985, pp. 88, 128. Sull'opera di diffamazione dello

«Scientific American», cfr. Horgan, 1993, 1995a. Sulla sociobiologia come troppo pericolosa da insegnare, cfr. Hrdy, 1994.

49. Cfr. Freeman, 1983, 1992.

50. *The Seville Statement on Violence*, 1990.

51. Sulle preferenze inautentiche, cfr. Sommers, 1994.

52. Sull'universalità della natura umana, cfr. Tooby & Cosmides, 1990b.

53. Sul femminismo della differenza, cfr. Sommers, 1994; Patai & Koertge, 1994.

54. Sulla scarsa nobiltà della specie umana, cfr. Daly & Wilson, 1988; Chagnon, 1992; Keely, 1996.

55. Su religione e modularità, cfr. Wright, 1994a.

56. Gordon, 1996.

57. Rose, 1978.

58. Su queste dubbie attenuanti, cfr. Dershowitz, 1994.

59. Cfr. Dennett, 1984; R. Wright, 1994a, 1995.

60. Sulla compatibilità fra responsabilità morale e causazione neurofisiologica ed evolucionistica, cfr. Dennett, 1984; Nozick, 1981, pp. 317-362, trad. it., pp. 375-408.

61. Sul gran chiasso attorno al gene gay, cfr. Hamer & Copeland, 1994.

62. Sulla decostruzione del genere, cfr. Lorber, 1994. Sulla decostruzione dei binomi, cfr. Katz, 1995. Sulla decostruzione del decostruzionismo, cfr. Carroll, 1995; Sommers, 1994; Paglia, 1992; Searle, 1983, 1993; Lehman, 1992.

## II. MACCHINE PENSANTI

1. Cfr. Zicree, 1989.

2. Citato in Block, 1978.

3. Intervista di D.C. Denison, «Boston Globe Magazine», 18 giugno 1995.

4. James, 1890/1950.

5. Su che cos'è l'intelligenza, cfr. Dennett, 1978b; Newell & Simon, 1972, 1981; Pollard, 1993.

6. Per una confutazione di Skinner, cfr. Chomsky, 1959; Fodor, 1968a, 1986; Dennett, 1978c.

7. Su convinzioni e desideri, cfr. Fodor 1968a, b, 1975, 1986, 1994; Dennett, 1978d; Newell & Simon, 1981; Pylyshyn, 1980, 1984; Marr, 1982; Haugeland, 1981a, b, c; Johnson-Laird, 1988.

8. Su che cos'è l'informazione, cfr. Dretske, 1981.

9. Sulle macchine di Turing, cfr. Moore, 1964.

10. Sui sistemi di produzione, cfr. Newell & Simon, 1972, 1981; Newell, 1990; Anderson, 1983, 1993.

11. Sulla computazione in questo senso «ampio», cfr. Fodor & Pylyshyn, 1988; Fodor,

1994.

12. Sullo spettro nella macchina, cfr. Ryle, 1949. Sugli spettri nella macchina della mente, cfr. Kosslyn, 1983.

13. Fodor, 1968b; Dennett, 1978d, pp. 123-4, trad. it., p. 209.

14. Sul significato nella mente, cfr. Loewer & Rey, 1991; McGinn, 1989a; Block, 1986; Fodor, 1994; Dietrich, 1994.

15. Sulla biologia del significato, cfr. Millikan, 1984; Block, 1986; Pinker, 1995; Dennett, 1995; Field, 1977.

16. Sull'intelligenza artificiale di ogni giorno, cfr. Crevier, 1993; Hendlar, 1994.

17. Su quello che i computer non possono fare, cfr. Dreyfus, 1979; Weizenbaum, 1976; Crevier, 1993.

18. Cerf & Navasky, 1984.

19. «Computazione naturale» è un'espressione coniata da Whitman Richards.

20. Sul cervello computazionale, cfr.

Churchland & Sejnowski, 1992.

21. Su rappresentazione e generalizzazione, cfr. Pylyshyn, 1984; Jackendoff, 1987; Fodor & Pylyshyn, 1988; Pinker, 1984a; Pinker & Prince, 1988.

22. Sull'immensità della lingua, cfr. Pinker, 1994a; Miller, 1967.

23. I timori di John Stuart Mill per il destino della musica sono ricordati in Sowell, 1995.

24. Cfr. Posner, 1978.

25. Sulle rappresentazioni multiple, cfr. Anderson, 1983. Sulle immagini visive, cfr. Kosslyn, 1980, 1994; Pinker 1984b, c. Sulla memoria a breve termine, cfr. Baddeley, 1986. Sui «pezzi» della memoria a breve termine, cfr. Miller, 1956; Newell & Simon, 1972. Sulla grammatica nella testa, cfr. Chomsky, 1991; Jackendoff, 1987, 1994; Pinker, 1994.

26. Sul mentalese, cfr. Anderson & Bower, 1973; Fodor, 1975; Jackendoff, 1987, 1990, 1994; Pinker, 1989, 1994.



27. Sugli input «elaborati» che giungono all'ippocampo, cfr. Churchland & Sejnowski, 1992, p. 286; trad. it., p. 420. Sugli input «elaborati» che giungono ai lobi frontali, cfr. Crick & Koch, 1995.

28. Cfr. Kernighan & Plauger, 1978.

29. Cfr. Simon, 1969.

30. *Ivi*, p. 188; trad. it., p. 213.

31. Cfr. Block, 1978; Searle, 1980.

32. Per i commenti alla «Stanza cinese», cfr. Searle, 1980; Dietrich 1994. Per un'attualizzazione della «Stanza cinese», cfr. Searle, 1992.

33. Per alcune confutazioni della «Stanza cinese», cfr. Churchland & Churchland, 1994; Chomsky, 1993; Dennett, 1995.

34. Bisson, 1991.

35. Cfr. Penrose, 1989, 1990; e, per un aggiornamento, Penrose, 1994.

36. Cfr. Penrose, 1989; Wilczek, 1994; Putnam, 1994; Crick, 1994; Dennett, 1995.

37. Carroll, 1895/1956; trad. it., pp. 254-8.
38. Sulle reti neuro-logiche, cfr. McCulloch & Pitts, 1943.
39. Sulle reti neurali, cfr. Hinton & Anderson, 1981; Feldman & Ballard, 1982; Rumelhart, McClelland & the PDP Research Group, 1986; Grossberg, 1988; Churchland & Sejnowski, 1992; Quinlan, 1992.
40. Sulla rete di Necker, cfr. Feldman & Ballard, 1982.
41. Cfr. Hinton, McClelland & Rumelhart, 1986; Rumelhart & McClelland, 1986b.
42. Sui problemi dei *perceptrons*, cfr. Minsky & Papert, 1988a; Rumelhart, Hinton & Williams, 1986.
43. Sulle reti a strati nascosti come approssimatori di funzione, cfr. Poggio & Girosi, 1990.
44. Sul connessionismo, cfr. Rumelhart, McClelland & the PDP Research Group, 1986; McClelland, Rumelhart & the PDF Research

Group, 1986; Smolensky, 1988; Morris, 1989. Sul perché siamo più intelligenti dei topi, cfr. Rumelhart & McClelland, 1986a, p. 143; trad. it., pp. 196-7.

45. Cfr. Rumelhart & McClelland, 1986b; Pinker & Prince, 1988, 1994; Prince & Pinker, 1988; Pinker, 1991; Prasada & Pinker, 1993; Marcus, Brinkmann, Clahsen, Wiese & Pinker, 1995.

46. Sui problemi del connettivismo, cfr. Pinker & Mehler, 1988; Pinker & Prince, 1988; Prince & Pinker, 1988; Prasada & Pinker, 1993; Marcus, 1997a, b, in preparazione; Fodor & Pylyshyn, 1988; Fodor & McClaughlin, 1990; Minsky & Papert, 1988b; Lachter & Bever, 1988; Anderson, 1990, 1993; Newell, 1990; Ling & Marinov, 1993; Hadley, 1994a, b.

47. Hume, 1748/1955.

48. Berkeley, 1713/1929, p. 324; trad. it., p. 127.

49. Sull'identificazione di individui, cfr. Bloom, 1996a.
50. Cfr. L. Wright, 1995.
51. Cfr. «Boston Globe», 1990.
52. Devo gli esempi su gnu e zebre contro leoni e iene a una comunicazione personale di Daniel Dennett.
53. Sulla sistematicità dei pensieri, cfr. Fodor & Pylyshyn, 1988.
54. Cfr. Hinton, 1981.
55. Sulle proposizioni nelle reti, cfr. Hinton, 1981; McClelland & Kawamoto, 1986; Shastri & Ajjanagadde, 1993; Smolensky, 1990, 1995; Pollack, 1990; Hadley & Hayward, 1994.
56. Sulle reti smemorate, cfr. McCloskey & Cohen, 1989; Ratcliff, 1990. Sul pipistrello con la mazza da baseball, cfr. McClelland & Kawamoto, 1986.
57. Sulle memorie multiple, cfr. Sherry & Schacter, 1987. Sulle memorie multiple connessionistiche, cfr. McClelland,

McNaughton & O'Reilly, 1995.

58. Cfr. Pinker, 1994, cap. VII.

59. Sulle reti ricorrenti, o iterative, cfr. Jordan, 1989; Elman, 1990; Giles *et al.*, 1990. Sull'incapacità di queste reti di trattare proposizioni, cfr. Marcus, 1997a, in preparazione. Sugli sgranocchiatori di proposizioni connessionistici, cfr. Pollack, 1990; Berg, 1991; Chalmers, 1990.

60. Sulle categorie confuse, cfr. Rosch, 1978; Smith & Medin, 1981. Sulle categorie confuse nel connettoplasma, cfr. Whittlesea, 1989; McClelland & Rumelhart, 1985.

61. Cfr. Armstrong, Gleitman & Gleitman, 1983; Rey, 1983; Pinker & Prince, 1996; Marcus, 1997b; Medin, 1989; Smith, Langston & Nisbett, 1992; Keil, 1989.

62. Hinton, McClelland & Rumelhart, 1986, p. 82; trad. it., p. 123.

63. Sulle diete delle scimmie, cfr. Glander, 1992.

64. Sulla generalizzazione basata sulla spiegazione, cfr. Pazzani, 1987, 1993; Pazzani & Dyer, 1987; Pazzani & Kibler, 1993; de Jong & Mooney, 1986.

65. Sui soriti, cfr. Fodor & Pylyshyn, 1988; Poundstone, 1988. Sull'universalità di lunghe catene di ragionamento, cfr. Brown, 1991; Boyd & Silk, 1996.

66. Cfr. Rumelhart, Hinton & Williams, 1986.

67. Le citazioni sono tratte rispettivamente da: Minsky, 1985; Humphrey, 1992; McGinn, 1989b.

68. Sul boom della coscienza, cfr. Humphrey, 1992; Dennett, 1991; Crick, 1994; Penrose, 1994; Jackendoff, 1987; Searle, 1992, 1995; Marcel & Bisiach, 1988; Baars, 1988.

69. Gould, 1993, pp. 294-5; trad. it., p. 336.

70. Sugli esperimenti allo specchio, cfr. Gallup, 1991; Parker, Mitchell & Boccia,

1994. Su specchi e scimmie, cfr. Hauser *et al.*,  
1995. Sull'incoscienza degli antichi, cfr.  
Jaynes, 1976. Sulla coscienza contagiosa, cfr.  
Dennett, 1991.

71. Cfr. Jackendoff, 1987; Block, 1995.

72. Cfr. Crick, 1994; Crick & Koch, 1995.

73. Sui sistemi di bacheche, cfr. Jagannathan,  
Dodhiawala & Baum, 1989. Sulla coscienza  
come bacheca, cfr. Baars, 1988; Newell &  
Simon, 1972; Navon, 1989; Fehling, Baars &  
Fisher, 1990.

74. Sui costi della computazione, cfr.  
Minsky & Papert, 1988b; Ullman, 1984;  
Navon, 1985; Fehling, Baars & Fisher, 1990;  
Anderson, 1990, 1991.

75. Cfr. Jackendoff, 1987.

76. Cfr. Treisman & Gelade, 1980;  
Treisman, 1988.

77. Sulle fluttuazioni delle lettere, cfr.  
Mozer, 1991.

78. Sui ricordi di notizie scioccanti, cfr.

Brown & Kulik, 1977; McCloskey, Wible & Cohen, 1988; Schacter, 1996.

79. Cfr. Anderson, 1990, 1991.

80. Sulla funzione della coloritura emotiva dell'esperienza, cfr. Tooby e Cosmides, 1990a, b.

81. Cfr. Minsky, 1985; Dennett, 1991.

82. Damasio, 1994; Crick, 1994.

83. Sui lobi frontali, cfr. Luria, 1966; Duncan, 1995.

84. Block, 1995.

85. Sui paradossi della facoltà senziente, cfr. Nagel, 1974; Poundstone, 1988; Dennett, 1991; McGinn, 1989b, 1993; Block, 1995.

86. Cfr. Dennett, 1991.

### III. LA VENDETTA DEI BUONI A NULLA

1. Cfr. Sullivan, 1993.

2. Sugli ometti verdi, cfr. Kerr, 1992; sugli evolucionisti scettici, cfr. Mayr, 1993.



3. Cfr. Sullivan, 1993.
4. Drake, 1993.
5. Cfr. Gould, 1989, 1996.
6. Cfr. Maynard Smith, 1984.
7. Su costi e benefici di grossi cervelli, cfr. Tooby & DeVore, 1987.
8. Cfr. Dawkins, 1983, 1986; Williams, 1966, 1992; Maynard Smith, 1975/1993; Reeve & Sherman, 1993.
9. Sull'incapacità dei fotoni di lavare gli occhi, cfr. Dawkins, 1986.
10. Sull'impossibilità delle macromutazioni di spiegare una struttura complessa, cfr. Dawkins, 1986. Gli «equilibri punteggiati» non sono la stessa cosa delle macromutazioni: cfr. Dawkins, 1986; Gould, 1987, p. 234, trad. it., p. 228.
11. Sulla «mutazione adattiva», cfr. Cairns, Overbaugh & Miller, 1988; Shapiro, 1995. Sui problemi della mutazione adattiva, cfr. Lenski & Mittler, 1993; Lenski, Sniegowski &

Shapiro, 1995.

12. Cfr. Kauffman, 1991; Gell-Mann, 1994.

13. James Barham, «New York Times Book Review», 4 giugno 1995; cfr. anche Davies, 1995.

14. Sui limiti della teoria della complessità, cfr. Maynard Smith, 1995; Horgan, 1995b; Dennett, 1995.

15. Cfr. Dawkins, 1986,1995; Berra, 1990; Kitcher, 1982; Endler, 1986; Weiner, 1994.

16. Bronowski, 1973, pp. 417-21.

17. Cfr. Nilsson & Perger, 1994; l'esperimento è descritto in Dawkins, 1995.

18. Cfr. Dawkins, 1982; Pinker & Bloom, 1990 (commenti e replica); Dennett, 1995.

19. Lewontin, 1979.

20. Sui dotti seminali serpeggianti, cfr. Williams, 1992.

21. Mayr, 1983, p. 328.

22. Sull'ottima ingegneria degli animali, cfr. Tooby e Cosmides, 1992; Dawkins, 1982,

1986; Williams, 1992; Griffin, 1974; Tributsch, 1982; French, 1994; Dennett, 1995; Cain, 1964.

23. French, 1994, p. 239.

24. Sui pretesi vincoli biologici, cfr. la replica dell'autore in Pinker & Bloom, 1990. Sulla simmetria, cfr. Corballis & Beale, 1976. Sulla funzione sessuale della simmetria, cfr. Ridley, 1993.

25. Cfr. Wilford, 1985.

26. Cfr. Kingsolver & Koehl, 1985.

27. Cfr. Piattelli-Palmarini, 1989, p. 1.

28. Sul concetto di *exaptation*, cfr. Gould & Vrba, 1981. Sui suoi problemi, cfr. Reeve & Sherman, 1993; Dennett, 1995. Sulle acrobazie delle mosche, cfr. Wootton, 1990.

29. Su questo dibattito, cfr. Pinker & Bloom, 1990, inclusi commenti e replica; Williams, 1966, 1992; Mayr, 1983; Dennett, 1995; Reeve & Sherman, 1993; Dawkins, 1982, 1986; Tooby e Cosmides, 1990a, b, 1992;

Tooby & DeVore, 1987; Sober, 1984a, b; Cummins, 1984; Lewontin, 1984.

30. Comunicazione personale, novembre 1989.

31. Cfr. Raiffa, 1968.

32. Cfr. Killackey, 1995; Rakic, 1995b; Stryker, 1994; Deacon, 1994.

33. Cfr. Mitchell, 1996.

34. Cfr. Belew, 1990; Belew, McInerney & Schraudolph, 1990; Nolfi, Elman & Parisi, 1994; Miller & Todd, 1990.

35. Cfr. Hinton & Nowlan, 1987.

36. Sull'effetto Baldwin, cfr. Dawkins, 1982; Maynard Smith, 1987.

37. Sulle formiche navigatrici, cfr. Wehner & Srinivasan, 1981.

38. Gallistel, 1995, p. 1258.

39. Sulle incredibili prodezze degli animali, cfr. Gallistel, 1990, 1995; J. Gould, 1982; Rozin, 1976; Hauser, 1996; Gaulin, 1995; Dawkins, 1986. Sul condizionamento come

analisi di serie temporali, cfr. Gallistel, 1990, 1995.

40. Cfr. Preuss, 1993, 1995; Gaulin, 1995; Sherry & Schacter, 1987; Deacon, 1992a; Hauser, 1996.

41. Cfr. Deacon, 1992b; Holloway, 1995; Hauser, 1996; Killackey, 1995.

42. James, 1892/1920, pp. 393-4; trad. it. in *Principii di psicologia*, Milano, Società Editrice Libreria, 1905<sup>2</sup>, pp. 705-6.

43. Cfr. Tooby & DeVore, 1987; Pilbeam, 1992.

44. Sulla corsa agli armamenti nell'evoluzione, cfr. Dawkins, 1982, 1986; Ridley, 1993. Sulla nicchia cognitiva, cfr. Tooby & DeVore, 1987.

45. Sui concetti scientifici e logici universali, cfr. Brown, 1991.

46. Liebenberg, 1990, p. 80, citato in Boyd & Silk, 1996.

47. Cfr. Brown, 1991; Kingdon, 1993.

48. Cfr. Martin & Klein, 1984; Diamond, 1992.

49. Sull'unicità zoologica degli esseri umani e la nicchia cognitiva, cfr. Tooby & De-Vore, 1987; Kingdon, 1993.

50. Cfr. Deacon, 1992a; Van Essen & DeYoe, 1995; Preuss, 1995.

51. Cfr. Jackendoff, 1983, '87, '90; Lakoff, 1987; Talmy, 1988; Pinker, 1989.

52. Cfr. Gardner, 1991.

53. Cfr. Jones, Martin & Pilbeam, 1992, parte 4; Boyd & Silk, 1996.

54. Sulla bugiardaggine dei primati, cfr. Hauser, 1992; Lee, 1992; Boyd & Silk, 1996; Byrne & Whiten, 1988; Premack & Woodruff, 1978.

55. Cfr. Cheney & Seyfarth, 1990.

56. Sulla corsa agli armamenti cognitiva, cfr. Trivers, 1971; Humphrey, 1976; Alexander, 1987b, 1990; Rose, 1980; Miller, 1993. Sui suoi problemi, cfr. Ridley, 1993.

57. Cfr. Williams, 1992.

58. Su mani e postura delle grandi scimmie, cfr. Jones, Martin & Pilbeam, 1992, parte 2; Boyd & Silk, 1996; Kingdon, 1993. Sull'importanza delle mani, cfr. Tooby & DeVore, 1987.

59. Cfr. Tooby & DeVore, 1987; Boyd & Silk, 1996.

60. Cfr. Tooby & DeVore, 1987; Ridley, 1993; Symons, 1979; Harris, 1985; Shostak, 1981.

61. Sugli antenati degli ominidi, cfr. Jones, Martin & Pilbeam, 1992; Boyd & Silk, 1996; Kingdon, 1993; Klein, 1989; Leakey *et al.*, 1995; Fischman, 1994; Swisher *et al.*, 1996.

62. Su fossili e nicchia cognitiva, cfr. Tooby & DeVore, 1987.

63. Sulle mani degli australopitechi, cfr. L. Aiello, 1994. Sui loro cervelli e utensili, cfr. Holloway, 1995; Coppens, 1995. Sul primato contestato dell'*Homo habilis*, cfr. Lewin,

1987.

64. Cfr. Gibbons, 1994, 1995a.

65. Sul Grande balzo in avanti, cfr. Diamond, 1992; Marschack, 1989; White, 1989; Boyd & Silk, 1996.

66. Cfr. Boyd & Silk, 1996; Stringer, 1992.

67. Cfr. Shreeve, 1992; Yellen *et al.*, 1995; Gutin, 1995.

68. Sulla logica di Eva, cfr. Dawkins, 1995; Dennett, 1995; Ayala, 1995. Sui malintesi a suo riguardo, cfr. Pinker, 1992.

69. Cfr. Dawkins, 1995.

70. Sulle strozzature demografiche recenti, cfr. Gibbons, 1995b, c; Harpending, 1994; Cavalli-Sforza, Menozzi & Piazza, 1993. Sulla velocità dell'evoluzione, cfr. Jones, 1992.

71. Sulla fine dell'evoluzione, cfr. Jones, 1992; Cavalli-Sforza, Menozzi & Piazza, 1993.

72. Cfr. Turke & Betzig, 1985, p. 79; Alexander, 1987a; Betzig *et al.*, 1988.

73. Cfr. Bates & MacWhinney, 1992, p. 728;



Bates & MacWhinney, 1982.

74. Citato in Mayr, 1982, p. 355; trad. it., p. 300.

75. Devo l'esempio dei topi a una comunicazione personale di B.F. Skinner, 1978. Sugli scimpanzé, cfr. Nagell, Olguin & Tomasello, 1993.

76. Cfr. Tooby e Cosmides, 1990a; Symons, 1979, 1992.

77. Sull'evoluzione culturale, cfr. Dawkins, 1976/1989; Durham, 1982; Lumsden & Wilson, 1981; Diamond, 1992; Dennett, 1995. Sui suoi problemi, cfr. Tooby e Cosmides, 1990a, 1992; Symons, 1992; Daly, 1982; Maynard Smith & Warren, 1988; Sperber, 1985.

78. Cfr. Dawkins, 1976/1989.

79. Cfr. Cavalli-Sforza & Feldman, 1981; Boyd & Richerson, 1985; Sperber, 1985.

#### IV. L'OCCHIO DELLA MENTE

1. Sugli autostereogrammi, cfr. N.E. Thing Enterprises, 1994; *Stereogram*, 1994; *Superstereogram*, 1994.

2. Cfr. Tyler, 1983.

3. Sulla percezione come problema mal posto, e sulle illusioni come violazioni di presupposti, cfr. Gregory, 1970; Marr, 1982; Poggio, 1984; Hoffman, 1983.

4. Cfr. Marr, 1982; Pinker, 1984c; Tarr & Black, 1994a, b.

5. Su immagini, prospettiva e percezione, cfr. Gregory, 1970; Kubovy, 1986; Solso, 1994; Pirenne, 1970. Sulle immagini e gli indigeni della Nuova Guinea, cfr. Ekman & Friesen, 1975. Su Adelbert Ames, cfr. Ittelson, 1968.

6. Su parallasse binoculare e visione stereoscopica, cfr. Gregory, 1970; Julesz, 1971, 1995; Tyler, 1991, 1995; Marr, 1982; Hubel, 1988; Wandell, 1995.

7. Citato in Wandell, 1995, p. 367.

8. Sugli stereoscopi, cfr. Gardner, 1989.
9. Cfr. Julesz, 1960, 1971, 1995; Tyler, 1991, 1995.
10. Su lemuri e stanze di foglie, cfr. Tyler, 1991. Sulla mimetizzazione neutralizzata, cfr. Julesz, 1995.
11. Cfr. Marr, 1982; Tyler, 1995; Weinshall & Malik, 1995; Anderson & Nakayama, 1994.
12. Cfr. Marr & Poggio, 1976. Diagramma adattato a partire da Johnson-Laird, 1988.
13. Cfr. Nakayama, He & Shimojo, 1995; Anderson & Nakayama, 1994.
14. Su cecità e altri deficit stereoscopici, cfr. Richards, 1971. Sui neuroni binoculari, cfr. Poggio, 1995. Per ricerche più recenti in tema di squadre di neuroni addetti alla stereoscopia, cfr. Cormack, Stevenson & Schor, 1993.
15. Cfr. Shimojo, 1993; Birch, 1993; Held, 1993; Thorn *et al.*, 1994.
16. Sulla preinstallazione dei circuiti stereoscopici, cfr. Birch, 1993; Freeman &

Ohzawa, 1992.

17. Sulle scimmie monocole, cfr. Hubel, 1988; Stryker, 1993. Sull'affinamento dei neuroni, cfr. Stryker, 1994; Miller, Keller & Stryker, 1989.

18. Cfr. Birch, 1993; Held, 1993; Thorn *et al.*, 1994.

19. Cfr. Timney, 1990; Pettigrew, 1972, 1974.

20. Cfr. Adelson & Pentland, 1996.

21. Sulla percezione come scommessa, cfr. Knill & Richards, 1996. Sulle proprietà non accidentali, cfr. Lowe, 1987; Biederman, 1995.

22. Cfr. Attneave, 1982; Jepson, Richards & Knill, 1996; Knill & Richards, 1996.

23. Cfr. Sanford, 1994; Montello, 1995.

24. Su luce, luminosità e illuminazione, cfr. Marr, 1982; Adelson & Pentland, 1996.

25. Sulla teoria Retinex, cfr. Land & McCann, 1971; Marr, 1982; Brainard & Wandell, 1986. Per modelli più recenti, cfr.

Brainard & Wandell, 1991; Maloney & Wandell, 1986.

26. Su forme e chiaroscuro, cfr. Marr, 1982; Pentland, 1990; Ramachandran, 1988; Nayar & Oren, 1995.

27. Cfr. Nayar & Oren, 1995.

28. Cfr. Adelson & Pentland, 1996; Attneave, 1972, 1981, 1982; Beck, 1982; Kubovy & Pomerantz, 1981; Jepson, Knill & Richards, 1996.

29. Cfr. Ramachandran, 1988.

30. Sul plastico nella testa, cfr. Attneave, 1972. Sui problemi di quest'ipotesi, cfr. Pinker, 1979, 1980, 1984c, 1988; Pinker & Finke, 1980.

31. Sui movimenti dell'occhio, cfr. Rayner, 1992; Kowler, 1995; Marr, 1982.

32. Cfr. French, 1987.

33. Cfr. Marr, 1982, p. 270; Nakayama, He & Shimojo, 1995.

34. Sullo schizzo a due dimensioni e mezzo,

cfr. Marr, 1982; Pinker, 1984c, 1988. Sulla rappresentazione di superfici visibili, cfr. Jackendoff, 1987; Nakayama, He & Shimojo, 1995.

35. Sulla compensazione dei movimenti oculari, cfr. Rayner, 1992.

36. Cfr. Gibson, 1950, 1952; Boring, 1952; Attneave, 1972, 1982; Hinton & Parsons, 1981; Pinker, 1979, 1988.

37. Cfr. Rock, 1973, 1983; Shepard & Cooper, 1982; Pinker, 1984c.

38. Cfr. Mazel, 1992.

39. Cfr. Oman, 1982; Oman *et al.*, 1986; Young *et al.*, 1984.

40. Cfr. Treisman, 1977.

41. Cfr. Rock, 1973; Shepard & Cooper, 1982; Corballis, 1988.

42. Cfr. Attneave, 1968.

43. Cfr. Marr & Nishihara, 1978; Marr, 1982; Corballis, 1988; Biederman, 1995; Pinker, 1984c; Hinton & Parsons, 1981;

Dickinson, Pentland & Rosenfeld, 1992.

44. Cfr. Biederman, 1995.

45. Sulle forme negli emisferi sinistro e destro, cfr. Kosslyn, 1994; Farah, 1990. Sulla visione interiore frammentaria, cfr. Farah, 1990.

46. Cfr. Hoffman & Richards, 1984; Lowe, 1987; Dickinson, Pentland & Rosenfeld, 1992.

47. Bell, 1992, pp. 50-1.

48. Sui volti, cfr. Etcoff, Freeman & Cave, 1991; Landau, 1989; Young & Bruce, 1991; Bruce, 1988; Farah, 1995. Sui neonati e i volti, cfr. Morton & Johnson, 1991.

49. Cfr. Etcoff, Freeman & Cave, 1990; Farah, 1995.

50. Cfr. Behrmann, Winocur & Moscovitch, 1992; Moscovitch, Winocur & Behrmann, in corso di stampa.

51. Per questa dimostrazione ringrazio Jacob Feldman.

52. Cfr. Poggio & Edelman, 1991; Bülthoff

& Edelman, 1992.

53. Cfr. Shepard & Cooper, 1982; Tarr & Pinker, 1989, 1990; Tarr, 1995; Ullman, 1989.

54. Cfr. Cooper & Shepard, 1973; Shepard & Cooper, 1982; Tarr & Pinker, 1989, 1990; Corballis, 1988.

55. Sulla preferenza per un lato e l'universo, cfr. Gardner, 1990. Sulla psicologia di sinistra e destra, cfr. Corballis & Beale, 1976.

56. Sulla tendenza a dimenticare destra e sinistra, cfr. Corballis & Beale, 1976; Corballis, 1988; Hinton & Parsons, 1981; Tarr & Pinker, 1989.

57. Cfr. Tarr & Pinker, 1989, 1990; Tarr, 1995; Tarr & Bülthoff, 1995; Biederman, 1995; Bülthoff & Edelman, 1992; Sinha, 1995.

58. Sulle immagini mentali, cfr. Kosslyn, 1980, 1983, 1994; Paivio, 1971; Finke, 1989; Block, 1981; Pinker, 1984c, 1988; Tye, 1991; Logie, 1995; Denis, Engelkamp & Richardson, 1988; Hebb, 1968.



59. Cfr. Chagnon, 1992.

60. Cfr. Finke, 1990; Shepard, 1978; Shepard & Cooper, 1982; Kosslyn, 1983.

61. Buss, 1994, p. 128.

62. Su immagini contro proposizioni, cfr. Pylyshyn, 1973, 1984; Block, 1981; Kosslyn, 1980, 1994; Tye, 1991; Pinker, 1984; Kosslyn, Pinker, Smith & Shwartz, 1979. Su immagini al computer, cfr. Funt, 1980; Glasgow & Papadias, 1992; Stenning & Oberlander, 1995; Ioerger, 1994.

63. Cfr. Van Essen & DeYoe, 1995.

64. W. Shakespeare, *Riccardo II*, Torino, Einaudi, 1966, p. 37; trad. di Mario Luzi.

65. Cfr. Perky, 1910; Segal & Fusella, 1970; Craver-Lemley & Reeves, 1992; Farah, 1989.

66. Cfr. Brooks, 1968; Logie, 1995.

67. Su immagini e illusioni, cfr. Wallace, 1984. Su immagini e allineamenti, cfr. Freyd & Finke, 1984.

68. Cfr. Johnson & Raye, 1981.

69. Cfr. Bisiach & Luzzatti, 1978.

70. Cfr. Kosslyn *et al.*, 1993; Kosslyn, 1994.

71. Cfr. Farah, Soso & Dasheiff, 1992.

72. Su sogni e immagini, cfr. Symons, 1993. Sul controllo di realtà, cfr. Johnson & Raye, 1981.

73. Sul medium sotteso alle immagini, cfr. Pinker, 1984c, 1988; Cave, Pinker *et al.*, 1994; Kosslyn, 1980, 1994.

74. Sulla computazione tramite immagini, cfr. Funt, 1980; Glasgow & Papadias, 1992; Stenning & Oberlander, 1995; Ioerger, 1994.

75. Cfr. Ullman, 1984; Jolicoeur, Ullman & MacKay, 1991.

76. Cfr. Kosslyn, 1980.

77. Cfr. Chambers & Reisberg, 1985; Finke, Pinker & Farah, 1989; Peterson *et al.*, 1992; Hyman & Neisser, 1991.

78. Cfr. Kosslyn, 1980.

79. Cfr. Pinker, 1980, 1984c, 1988.

80. Sul ricorso a molteplici prospettive in pittura, cfr. Kubovy, 1986; Pirenne, 1970. Sulla prospettiva Cro-Magnon, cfr. Boyd & Silk, 1996.

81. Cfr. Pylyshyn, 1973; Kosslyn, 1980.

82. Cfr. Chase & Simon, 1973.

83. Cfr. Nickerson & Adams, 1979.

84. Cfr. Stevens & Coupe, 1978.

85. Cfr. Pylyshyn, 1973; Fodor, 1975; Kosslyn, 1980; Tye, 1991.

86. Titchener, 1909, p. 22.

## V. BUONE IDEE

1. Su Darwin e Wallace, cfr. Gould, 1980c; Wright, 1994a.

2. Cfr. Davies, 1995, pp. 85-7; trad. it., pp. 92-4.

3. Gould, 1980c, p. 57; trad. it., p. 69.

4. Sul cervello dei «selvaggi», cfr. Brown, 1991; Kingdon, 1993.

5. Cole *et al.*, 1971, pp. 187-8, trad. it., pp. 245-6; Neisser, 1976.

6. Cfr. Carroll, 1896/1977.

7. Cfr. Tooby e Cosmides, 1997. Sulle differenze fra pensiero e scienza, cfr. Harris, 1994; Tooby e Cosmides, 1997; Neisser, 1976.

8. Cfr. Harris, 1989, pp. 410-2.

9. Cfr. Brown, 1988.

10. Cfr. Rosch, 1978; Shepard, 1987; Bobick, 1987; Anderson, 1990, 1991; Pinker & Prince, 1996.

11. Cfr. Armstrong, Gleitman & Gleitman, 1983; Pinker & Prince, 1996; Murphy, 1993; Medin, 1989; Kelly, 1992; Smith, Langston & Nisbett, 1992; Rey, 1983; Pazzani, 1987, 1993; Pazzani & Dyer, 1987; Pazzani & Kibler, 1993; Rips, 1989.

12. Cfr. Mayr, 1982; Ruse, 1986.

13. Cfr. Gould, 1989. Il giudizio del paleontologo sulla archeopterige è citato in

Konner, 1982. Sui pesci come categoria confusa, cfr. Dawkins, 1986; Gould, 1983c; Ridley, 1986; Pennisi, 1996.

14. Cfr. Lakoff, 1987.

15. Cfr. Pinker & Prince, 1996.

16. Cfr. Brown, 1985.

17. Cfr. McCauley & Stitt, 1978; Brown, 1985.

18. Cfr. Dennett, 1978b, 1995, 1990; Hirschfeld & Gelman, 1994a, b; Sperber, Premack & Premack, 1995; Carey, 1985; Carey & Spelke, 1994; Baron-Cohen, 1995; Leslie, 1994; Schwartz, 1979; Keil, 1979.

19. Dawkins, 1986, pp. 10-1; trad. it., pp. 28-9.

20. Cfr. Lenat & Guha, 1990.

21. Cfr. Spelke, 1995; Spelke *et al.*, 1992; Spelke, Phillips & Woodward, 1995; Spelke, Vishton & Hofsten, 1995; Baillargeon, 1995; Baillargeon, Kotovsky & Needham, 1995.

22. Sulla teoria intuitiva dell'impeto, cfr.

McCloskey, Caramazza & Green, 1980; McCloskey, 1983. Su come intendono le forze gli studenti universitari, cfr. Redish, 1994.

23. Cfr. Proffitt & Gilden, 1989.

24. Cfr. Heider & Simmel, 1944; Michotte, 1963; Premack, 1990.

25. Cfr. Premack, 1990; Leslie, 1994, 1995a; Mandler, 1992; Gelman, Durgin & Kaufman, 1995; Gergely *et al.*, 1995.

26. Cfr. Konner, 1982; Brown, 1991; Atran, 1990, 1995; Berlin, Breedlove & Raven, 1973.

27. Cfr. Quine, 1969; Schwartz, 1979; Putnam, 1975; Keil, 1989.

28. Cfr. Kelly, 1992; Dawkins, 1986.

29. Cfr. Mayr, 1982.

30. Sui bambini come essenzialisti, cfr. Keil, 1989, 1994, 1995; Gelman, Coley & Gottfried, 1994; Gelman & Markman, 1987. Sullo scetticismo riguardo ai bambini come essenzialisti, cfr. Carey, 1995.

31. Cfr. Hatano & Inagaki, 1995; Carey,

1995.

32. Cfr. Brown, 1990.

33. Cfr. Hillis & Caramazza, 1991; Farah, 1990.

34. Su che cos'è un manufatto, cfr. Keil, 1979, 1989; Dennett, 1990; Schwartz, 1979; Putnam, 1975; Chomsky, 1992, 1993; Bloom, 1996b.

35. Su psicologia popolare e atteggiamento intenzionale, cfr. Fodor, 1968a, 1986; Dennett, 1978b, c; Baron-Cohen, 1995.

36. Sulla teoria dei moduli mentali, cfr. Leslie, 1994, 1995a, b; Premack & Premack, 1995; Gopnik & Wellman, 1994; Hirschfeld & Gelman, 1994b; Wimmer & Perner, 1983; Baron-Cohen, Leslie & Frith, 1985; Baron-Cohen, 1995.

37. Cfr. Leslie, 1994, 1995b.

38. Gopnik, 1993.

39. Cfr. Baron-Cohen, 1995; Baron-Cohen *et al.*, 1985; Frith, 1995; Gopnik, 1993.

40. Bettelheim, 1959.
41. Cfr. Zaitchik, 1990.
42. Miller, 1981.
43. Cfr. Johnson-Laird, 1988.
44. Su logica e pensiero, cfr. Macnamara, 1986, 1994; Macnamara & Reyes, 1994.
45. In difesa della logica della mente, cfr. Macnamara, 1986; Braine, 1994; Bonatti, 1995; Rips, 1994; Smith, Langston & Nisbett, 1992.
46. Cfr. Wason, 1966; Manktelow & Over, 1987.
47. Su ragionamento e individuazione di imbrogli, cfr. Cosmides, 1985, 1989; Cosmides & Tooby, 1992. Sul problema dipendente-datore di lavoro, cfr. Gigerenzer & Hug, 1992. Su altri effetti e su interpretazioni alternative, cfr. Cheng & Holyoak, 1985; Sperber, Cara & Girotto, 1995.
48. Sulla psicologia del numero, cfr. Geary, 1994, 1995; Gelman & Gallistel, 1978;



Gallistel, 1990; Dehaene, 1992; Wynn, 1990. Sui bambini che contano, cfr. Wynn, 1992. Sulle scimmie che contano, cfr. Hauser, MacNeilage & Ware, 1996.

49. Su matematica e attività umane fondamentali, cfr. Mac Lane, 1981; Lakoff, 1987. Su bambini ciechi e scorciatoie, cfr. Landau, Spelke & Gleitman, 1984.

50. Sui bambini americani e la matematica, cfr. Geary, 1994, 1995.

51. Cfr. Geary, 1995.

52. Cfr. Levine, 1994; McGuinness, 1997.

53. Termine coniato da George Miller.

54. Il termine *innumeracy* è stato coniato da John Allen Paulos a partire da quello, di significato opposto, di *numeracy*, che designa la comprensione dei concetti scientifici e matematici basilari.

55. Sulla cecità alla probabilità, cfr. Tversky & Kahneman, 1974, 1983; Kahneman, Slovic & Tversky, 1982; Kahneman & Tversky, 1982;

Nisbett & Ross, 1980; Sutherland, 1992; Gilovich, 1991; Piattelli-Palmarini, 1994; Lewis, 1990.

56. Sulle persone come statistici intuitivi, cfr. Gigerenzer & Murray, 1987; Gigerenzer, 1991, 1996a; Gigerenzer & Hoffrage, 1995; Cosmides & Tooby, 1996; Lopes & Oden, 1991; Koehler, 1996. Kahneman & Tversky, 1996. Sulle api come statistici intuitivi, cfr. Staddon, 1988.

57. Sulla storia della probabilità e della statistica, cfr. Gigerenzer *et al.*, 1989. Sulle probabilità stimate in base all'esperienza, cfr. Gigerenzer & Hoffrage, 1995; Gigerenzer, 1997; Cosmides & Tooby, 1996; Kleiter, 1994.

58. Cfr. Tversky & Kahneman, 1983; Fiedler, 1988; Cosmides & Tooby, 1996; Gigerenzer, 1991, 1996b, 1997; Hertwig & Gigerenzer, 1997.

59. Esempio adattato a partire da Cosmides

& Tooby, 1996.

60. Cfr. Good, 1995.

61. Cfr. Hertwig & Gigerenzer, 1997.

62. Cfr. Gruber, 1965; Jackendoff, 1983, 1987, 1990, 1994; Pinker, 1989.

63. Cfr. Pinker, 1989.

64. Sulla dinamica delle forze nella lingua e nel pensiero, cfr. Talmy, 1988; Pinker, 1989.

65. Su spazio e forza nella lingua e nel pensiero, cfr. Jackendoff, 1983, 1987, 1990, 1994; Pinker, 1989; Levin & Pinker, 1992; Wierzbicka, 1994; Miller & Johnson-Laird, 1976; Schanck & Riesbeck, 1981; Pustejovsky, 1995. Sull'universalità di spazio e forza, cfr. Talmy, 1985; Pinker, 1989.

66. Leibniz, 1956.

67. Cfr. Pinker, 1989.

68. Cfr. Premack, 1976.

69. Cfr. Talmy, 1985; Pinker, 1989.

70. Cfr. Bowerman, 1983; Pinker, 1989.

71. Cfr. Jackendoff & Aaron, 1991.

72. Cfr. Lakoff & Johnson, 1980; Lakoff, 1987.

73. Cfr. Pinker, 1990.

74. Cfr. Carey & Spelke, 1994; Carey, 1986; Proffitt & Gilden, 1989.

75. Allen, 1983; trad. it., p. 72.

76. Su genio e creatività, cfr. Weisberg, 1986; Perkins, 1981.

## VI. TESTE CALDE

1. B.B. Burton-Bradley, citato in Daly & Wilson, 1988, p. 281.

2. Sull'universalità delle emozioni, cfr. Brown, 1991; Lazarus, 1991; Ekman & Davidson, 1994; Ekman, 1993, 1994; Ekman & Friesen, 1975; Etcoff, 1986. Sulle controversie riguardo all'universalità delle emozioni, cfr. Ekman & Davidson, 1994; Russell, 1994.

3. Darwin, 1872/1965, pp. 15-7; trad. it., pp.

127-9.

4. Cfr. Ekman, 1987. Sulle emozioni nei bambini ciechi e sordi, cfr. Lazarus, 1991.

5. Lewis, 1980, p. 216.

6. Shweder, 1994, p. 36.

7. Sugli inuit, cfr. Lazarus, 1991, p. 193. Sui samoani, cfr. Freeman, 1983.

8. Citato in Asimov & Shulman, 1986.

9. Sul cervello trino, cfr. MacLean, 1990. Per una confutazione di questa teoria, cfr. Reiner, 1990.

10. Cfr. Damasio, 1994; LeDoux, 1991, 1996; Gazzaniga, 1992.

11. Sulla indispensabilità delle emozioni, cfr. Tooby e Cosmides, 1990a; Nesse & Williams, 1994; Nesse, 1991; Minsky, 1985.

12. Sui robot emotivi, cfr. Minsky, 1985; Pfeiffer, 1988; Picard, 1995; Crevier, 1993.

13. Cfr. Marks & Nesse, 1994.

14. Cfr. Orians & Heerwagen, 1992; Kaplan, 1992; Cosmides, Tooby & Barkow, 1992.

15. Cosmides, Tooby & Barkow, 1992, p. 552.

16. Sugli indiani d'America, cfr. Christopher, 1995. Sugli aborigeni australiani, cfr. Harris, 1992.

17. Cfr. Subbiah *et al.*, 1996.

18. Sul disgusto, cfr. Rozin & Fallon, 1987; Rozin, 1996.

19. Harris, 1985, p. 159; trad. it., p. 158.

20. Cfr. Chagnon, 1992.

21. Cfr. Cashdan, 1994.

22. *Ivi.*

23. Tooby e Cosmides, comunicazione personale.

24. Cfr. Harris, 1985.

25. *Ivi.*

26. Il termine *phobophobia* è stato coniato da Richard Lederer.

27. Su paure e fobie, cfr. Brown, 1991; Marks & Nesse, 1994; Nesse & Williams, 1994; Rachman, 1978; Seligman, 1971; Marks,

1987; Davey, 1995.

28. Cfr. Maurer, 1965.

29. Cfr. Rachman, 1978; Myers & Diener, 1995.

30. Cfr. Mineka & Cook, 1993.

31. Sul vincere la paura, cfr. Rachman, 1978.

32. Su felicità e confronti sociali, cfr. Kahneman & Tversky, 1984; Brown, 1985. Su violenza e ineguaglianza, cfr. Daly & Wilson, 1988, p. 288.

33. Cfr. Myers & Diener, 1995. Sull'ereditarietà della felicità base, cfr. Lykken & Tellegen, 1996.

34. Cfr. Kahneman & Tversky, 1984; Ketelaar, 1995, 1997.

35. Cfr. Brickman & Campbell, 1971; Campbell, 1975.

36. Da Arthur Naiman, *Every Goy's Guide to Common Jewish Expressions*, Boston, Houghton Mifflin, 1981.

37. Cfr. Wilson & Herrnstein, 1985; Daly &

Wilson, 1994; Rogers, 1994.

38. Cfr. Kirby & Herrnstein, 1995.

39. Schelling, 1984, p. 59.

40. *Ivi*, p. 58.

41. Cfr. Williams, 1966, 1992; Dawkins, 1976/1989, 1982; Dennett, 1995; Sterelny & Kitcher, 1988; Maynard Smith, 1982; Trivers, 1981, 1985; Cosmides & Tooby, 1981; Cronin, 1992.

42. Cfr. Gould, 1980b; Wilson & Sober, 1994; Dennett, 1995; Williams, 1992; Dawkins, 1976/1989, 1982.

43. Cfr. Williams & Williams, 1957; Hamilton, 1963, 1964; Maynard Smith, 1964; Dawkins, 1976/1989; Trivers, 1985.

44. Cfr. Williams, 1966; Trivers, 1971, 1985; Dawkins, 1976/1989; Cosmides & Tooby, 1992; Brown, 1985, p. 93.

45. Su altruismo reciproco ed emozioni, cfr. Trivers, 1971, 1985; Alexander, 1987a; Axelrod, 1984; Wright, 1994a. Sul senso



morale, cfr. Wilson, 1993.

46. Cfr. Trivers, 1971, 1981.

47. Cfr. Dawkins, 1976/1989; Alexander, 1987.

48. P. George, *Dr. Strangelove*, Boston, G.K. Hall, 1963/1979, pp. 98-9; trad. it. *Il Dott. Stranamore, ovvero: come ho imparato a non preoccuparmi e ad amare la bomba*, Milano, Bompiani, 1964, pp. 160-2.

49. Cfr. Poundstone, 1992.

50. Sulle tattiche paradossali, cfr. Schelling, 1960.

51. Cfr. Schelling, 1960; Trivers, 1971, 1985; Frank, 1988; Daly & Wilson, 1988; Hirshleifer, 1987.

52. Sulle Falkland, cfr. Frank, 1988. Sulla vendetta, cfr. Daly & Wilson, 1988. Sull'onore, cfr. Nisbett & Cohen, 1996.

53. Sulle espressioni facciali, cfr. Darwin, 1872/1965; Ekman & Friesen, 1975; Fridlund, 1991, 1995. Sull'antidarwinismo di Darwin,

cfr. Fridlund, 1992.

54. Su espressioni facciali volontarie e involontarie, metodo Stanislavskij e cervello, cfr. Damasio, 1994.

55. Cfr. Dawkins, 1976/1989; Trivers, 1981; Cronin, 1992; Hauser, 1996; Hamilton, 1996.

56. Su emozioni e corpo, cfr. Ekman & Davidson, 1994; Lazarus, 1991; Etcoff, 1986.

57. Cfr. Frank, 1988.

58. Cfr. Buss, 1994; Fisher, 1992; Hatfield & Rapson, 1993.

59. Cfr. Schelling, 1984.

60. Cfr. Tooby e Cosmides, 1990a.

61. Sull'autoinganno, cfr. Trivers, 1985; Alexander, 1987a; Wright, 1994a; Lockard & Paulhaus, 1988. Su autoinganno e meccanismi di difesa freudiani, cfr. Nesse & Lloyd, 1992.

62. Cfr. Gazzaniga, 1992; trad. it, p. 164.

63. Cfr. Gilovich, 1991.

64. Sulla *benefectance*, cfr. Greenwald, 1988; Brown, 1985. Sulla dissonanza,

cognitiva, cfr. Festinger, 1957. Sulla dissonanza cognitiva come autopresentazione, cfr. Aronson, 1980; Baumeister & Tice, 1984. Su *benefactance* e dissonanza cognitiva come autoniganno, cfr. Wright, 1994a.

65. Trivers, 1985, p. 420.

66. Cfr. Rosenbaum, 1995.

## VII. I VALORI DELLA FAMIGLIA

1. Sul dibattito suscitato da *La nuova America*, cfr. Nobile, 1971.

2. Cfr. Klaw, 1993.

3. Cfr. Brown, 1991.

4. Cfr. Polti, 1921/1977.

5. Cfr. Williams, 1966; Dawkins, 1976/1989, 1995.

6. Sul tasso di omicidi, cfr. Daly & Wilson, 1988. Sull'universalità dei tentativi di risoluzione dei conflitti, cfr. Brown, 1991.

7. Sulla biologia della parentela, cfr.

Hamilton, 1964; Wilson, 1975; Dawkins, 1976/1989. Sulla psicologia della parentela, cfr. Daly & Wilson, 1988; Daly, Salmon & Wilson, in corso di stampa; Alexander, 1987a; Fox, 1984; van den Berghe, 1974; Wright, 1994a.

8. R. Frost, «La morte del bracciante», in *Conoscenza della notte e altre poesie*, traduzione di Giovanni Giudici, Milano, Mondadori, 1988, p. 67.

9. Cfr. Daly, Salmon & Wilson, in corso di stampa; Mount, 1992; Shoumatoff, 1985; Fox, 1984.

10. Cfr. Daly & Wilson, 1988, 1995.

11. Daly & Wilson, 1988, p. 85.

12. *Ivi*, p. IX.

13. Sul nepotismo, cfr. Shoumatoff, 1985; Alexander, 1987a; Daly, Salmon & Wilson, in corso di stampa. Sugli Yanomamö, cfr. Chagnon, 1988, 1992.

14. Cfr. Thornhill, 1991.

15. Cfr. Symons, 1978; Fisher, 1992; Buss, 1994; Ridley, 1993; H. Harris, 1995.

16. Cfr. Daly, Salmon & Wilson, in corso di stampa.

17. Cfr. Shoumatoff, 1985; Mount, 1992.

18. Su potere centrale contro famiglia, cfr. Thornhill, 1991. Su Chiesa contro famiglia, cfr. Betzig, 1992.

19. Cfr. Trivers, 1985; Dawkins, 1976/1989; Wright, 1994a; Daly & Wilson, 1988, 1995; Haig, 1992, 1993.

20. Cfr. Dawkins, 1976/1989; Trivers, 1985; Sulloway, 1996; Mock & Parker, in corso di stampa.

21. Cfr. Haig, 1993.

22. Cfr. Daly & Wilson, 1988, 1995.

23. Cfr. Daly & Wilson, 1988.

24. *Ivi*.

25. Cfr. Gould, 1980d; Eibl-Eibesfeldt, 1989; Konner, 1982; Daly & Wilson, 1988.

26. Cfr. Trivers, 1985; Schelling, 1960.

27. Cfr. Daly & Wilson, 1988.
28. Cfr. Wilson & Daly 1992.
29. Cfr. Trivers, 1985.
30. Cfr. Plomin, 1989; Plomin & Daniels, 1987; Bouchard, 1994; Bouchard *et al.*, 1990; J. Harris, 1995; Sulloway, 1995, 1996.
31. Cfr. J. Harris, 1995.
32. *Ivi.*
33. Cfr. Dunphy, 1963.
34. Intervista di D.C. Denison, «The Boston Globe Magazine», 14 maggio 1995. Cfr. anche Eyer, 1996.
35. Cfr. Whitehead, 1994.
36. Sulla rivalità tra fratelli, cfr. Trivers, 1985; Sulloway, 1995, 1996; Dawkins, 1976/1989; Wright, 1994a.
37. Sull'aspettativa di nipoti, cfr. Daly & Wilson, 1988; Sulloway, 1996; Wright, 1994a. Sull'uccisione dei figli, cfr. Daly & Wilson, 1988. Sul dolore per la perdita di un figlio, cfr. Wright, 1994a.

38. Cfr. Sulloway, 1995, 1996.
39. Cfr. Fisher, 1992; Hatfield & Rapson, 1993; Buss, 1994.
40. Cfr. Tooby, 1976a, b; Brown, 1991; Daly & Wilson, 1988; Thornhill, 1991.
41. Cfr. Ralls, Ballou & Templeton, 1988.
42. Cfr. Tooby, 1976a, b.
43. Cfr. Buss, 1994; Brown, 1991; Daly & Wilson, 1988.
44. Cfr. Brown, 1991.
45. Sulla battaglia fra i sessi, cfr. Symons, 1979; Dawkins, 1976/1989; Trivers, 1985. Sulla psicologia della sessualità, cfr. Symons, 1979; Ridley, 1993; Wright, 1994a, b; Buss, 1994.
46. Cfr. Eagly, 1995.
47. Cfr. Tooby, 1982, 1988; Tooby e Cosmides, 1990b; Hamilton, Axelrod & Tanese, 1990; Ridley, 1993.
48. Sul perché di due sessi, cfr. Cosmides & Tooby, 1981; Hurst & Hamilton, 1992;

Anderson, 1992.

49. Cfr. Cosmides & Tooby, 1981.

50. Cfr. Trivers, 1985; Cronin, 1992; Dawkins, 1976/1989; Symons, 1979; Ridley, 1993; Wright, 1994a, b.

51. Sulla sessualità delle scimmie, cfr. Trivers, 1985; Ridley, 1993; Boyd & Silk, 1996; Mace, 1992; Dunbar, 1992. Sull'infanticidio fra i primati, cfr. Hrdy, 1981.

52. Cfr. Baker & Bellis, 1996.

53. Cfr. Ridley, 1993.

54. Cfr. Ridley, 1993; Wright, 1994a; Mace, 1992; Dunbar, 1992; Boyd & Silk, 1996; Buss, 1994.

55. Cfr. Symons, 1979.

56. Cfr. Hill & Kaplan, 1988.

57. Sul desiderio maschile di varietà in termini di partner sessuali, cfr. Symons, 1979; Buss, 1994; Ridley, 1993; Wright, 1994a.

58. Cfr. Clark & Hatfield, 1989.

59. Sull'effetto Coolidge fra i galli e gli



uomini, cfr. Symons, 1979; Buss, 1994.

60. Cfr. Anthony Flint, «Boston Globe», 1° dicembre 1996.

61. Cfr. Symons, 1979; Ridley, 1993; Buss, 1994.

62. Symons, 1979, p. 300; trad. it., pp. 360-1. Sui numeri di partner fra gli omo sessuali, cfr. Symons, 1980.

63. Cfr. Symons, 1979. Andrea Dworkin è citata in Wright, 1994b.

64. Symons, 1979, p. 250; trad. it, p. 301.

65. Cfr. Waller, 1994.

66. Cfr. Symons, 1979; Daly & Wilson, 1988; Shoumatoff, 1985; Altman & Ginat, 1996; Ridley, 1993; Chagnon, 1992.

67. Cfr. Betzig, 1986.

68. Cfr. Symons, 1979; Ridley, 1993.

69. Landsburg, 1993, p. 170, trad. it., pp. 233-4; cfr. anche Wright, 1994a. Sulle comogli, cfr. Shoumatoff, 1985. La battuta di Laura Betzig è citata in Ridley, 1993.

70. Cfr. Betzig, 1986; Wright, 1994a; Daly & Wilson, 1988; Ridley, 1993.
71. Sull'adulterio, cfr. Buss, 1994; Ridley, 1993; Baker & Bellis, 1996.
72. Sul baratto carne- sesso, cfr. Harris, 1985; Symons, 1979; Hill & Kaplan, 1988. Sui gusti femminili riguardo ad amanti a breve termine, cfr. Buss, 1994.
73. Cfr. Baker & Bellis, 1996; Buss, 1994; Symons, 1979.
74. Cfr. Symons, 1979.
75. Su partner a breve e lungo termine, cfr. Buss, 1994; Ellis, 1992. Sulla dicotomia madonna-puttana, cfr. Wright, 1994a.
76. Sui gusti riguardo a mariti e mogli, cfr. Buss, 1992a; Ellis, 1992.
77. Sulle caratteristiche preferite in un partner, cfr. Buss, 1992a, 1994. Sull'età preferita per un partner, cfr. Kenrick & Keefe, 1992.
78. Cfr. Ellis, 1992; Buss, 1992a, 1994.

79. Cfr. Chagnon, 1992; Symons, 1995.

80. Su ricchezza del marito e bellezza della moglie, cfr. Buss, 1994. L'osservazione di Patricia Schroeder è citata in Wright, 1995, p. 72.

81. Sulla preferenza delle donne di prestigio per uomini di prestigio, cfr. Buss, 1994. Sulle preferenze delle leader femministe, cfr. Ellis, 1992.

82. Citato in J. Winokur, *The Portable Curmudgeon*, New York, New American Library, 1987.

83. Sui motivi per cui ci si decora il corpo, cfr. Etcoff, 1998. Sull'universalità della bellezza, cfr. Brown, 1991; Etcoff, 1998; Symons, 1979, 1995; Ridley, 1993; Perrett, May & Yoshikawa, 1994.

84. Sugli ingredienti della bellezza, cfr. Etcoff, 1998; Symons, 1979, 1995.

85. Cfr. Symons, 1979; Langlois & Roggman, 1990.

86. Cfr. Symons, 1979, 1995; Etcoff, 1998.

87. Sul rapporto vita-fianchi, cfr. Singh, 1993, 1994, 1995. Per le veneri del paleolitico superiore ho attinto a una ricerca inedita di D. Singh e R. Kruszynski.

88. Cfr. Singh, 1993, 1994, 1995; Symons, 1995; Etcoff, 1998.

89. Cfr. Bell, 1992; Wilson & Daly, 1992; Ellis, 1992; Etcoff, 1998; Paglia, 1990, 1992, 1994.

90. Cfr. Buss, 1994.

91. Cfr. Brown, 1991.

92. Sulle differenze fra i sessi in materia di gelosia, cfr. Symons, 1979; Buss, 1994; Buunk *et al.*, 1996. Sul dibattito riguardo alle differenze fra i sessi, cfr. Harris & Christenfeld, 1996; DeSteno & Salovey, 1996; Buss, Larson & Westen, 1996; Buss *et al.*, 1997.

93. Su violenza e gelosia maschile, cfr. Daly & Wilson, 1988; Wilson & Daly, 1992;

Symons, 1979. Sul mito della parità fra uomini e donne quanto a violenza nella coppia, cfr. Dobash *et al.*, 1992.

94. Cfr. Daly & Wilson, 1988.

95. Daly & Wilson, 1988, pp. 192-3.

96. Cfr. Sommers, 1994; Patai & Koertge, 1994; Paglia, 1992; Eagly, 1995; Wright, 1994b; Ridley, 1993; Denfeld, 1995.

97. Cfr. Bell, 1992. Sullo status come bisogno spirituale, cfr. Veblen, 1899/1994.

98. Sui segnali animali, cfr. Zahavi, 1975; Dawkins, 1976/1989, 1983; Hauser, 1996; Cronin, 1992.

99. Cfr. Maynard Smith, 1982; Dawkins, 1976/1989; Trivers, 1985.

100. Sul predominio tra gli esseri umani, cfr. Ellis, 1992; Buss, 1994; Eibl-Eibesfeldt, 1989. Sul rapporto fra altezza e remunerazioni, cfr. Frieze, Olson & Good, 1990. Su altezza ed elezioni presidenziali negli Stati Uniti, cfr. Ellis, 1992; Mathews, 1996. Su altezza e

relazioni sentimentali, cfr. Kenrick & Keefe, 1992. Su barbe e Breznev, cfr. Kingdon, 1993.

101. Cfr. Daly & Wilson, 1988; Nisbett & Cohen, 1996.

102. Daly & Wilson, 1988, p. 128.

103. Cfr. Rogers, 1994.

104. Cfr. Lakoff & Johnson, 1980; Nozick, 1981.

105. Cfr. Buss, 1992b; Tooby e Cosmides, 1996; Veblen, 1899/1994; Bell, 1992; Frank, 1985; Harris, 1989; Symons, 1979.

106. Cfr. Harris, 1989.

107. Cfr. Zahavi, 1975; Dawkins, 1976/1989; Cronin, 1992; Hauser, 1996.

108. Cfr. Bell, 1992; Etcoff, 1998.

109. Cfr. Dawkins, 1976/1989; Cronin, 1992; Hauser, 1996.

110. Sulla logica della reciprocità e dello scambio, cfr. Cosmides & Tooby, 1992; Axelrod, 1984. Sull'altruismo reciproco, cfr. Trivers, 1985; Dawkins, 1976/1989; Axelrod,

1984; Axelrod & Hamilton, 1981.

111. Cfr. Poundstone, 1992; Schelling, 1960; Rapoport, 1964.

112. Cfr. Axelrod & Hamilton, 1981; Axelrod, 1984.

113. Cfr. Cosmides & Tooby, 1992; Fiske, 1992.

114. Cfr. Fiske, 1992.

115. Cfr. Cashdan, 1989; Kaplan, Hill & Hurtado, 1990.

116. Cfr. Cosmides & Tooby, 1992.

117. Konner, 1982, pp. 375-6; sull'etica della condivisione imposta con il pettegolezzo, cfr. Eibl-Eibesfeldt, 1989, pp. 525-6.

118. Su reciprocità e amicizia, cfr. Fiske, 1992. Su reciprocità e matrimoni felici, cfr. Frank, 1988.

119. Cfr. Tooby e Cosmides, 1996.

120. Cfr. Chagnon, 1988, 1992, 1996; Keeley, 1996; Diamond, 1992; Daly & Wilson, 1988; Alexander, 1987a, b.

121. Cfr. Daly & Wilson, 1988.

122. Cfr. Chagnon, 1992, p. 115 e *passim*; Keeley, 1996.

123. Sulle donne come bottino di guerra nella Bibbia, cfr. Hartung, 1992, '95.

124. W. Shakespeare, *Enrico V*, Torino, Einaudi, 1960, p. 73; trad. di C. Vico Lodovici.

125. Cfr. Brownmiller, 1975.

126. Cfr. Betzig, 1986.

127. Cfr. Tooby e Cosmides, 1988.

128. Sugli esperimenti di Tajfel, cfr. Tajfel, 1981. Sull'etnocentrismo evocato tirando una moneta, cfr. Locksley, Ortiz & Hepburn, 1980. Sull'esperimento di Sherif, cfr. Sherif, 1966. Sul conflitto etnico, cfr. Brown, 1985.

129. Cfr. Chagnon, 1992; Keeley, 1996.

130. Cfr. Tooby e Cosmides, 1993; Rapoport, 1964, pp. 88-9, trad. it., pp. 144-145.

131. Cfr. Daly & Wilson, 1988.

132. Intervista di Claudia Dreifus, «New



## VIII. IL SENSO DELLA VITA

1. Sull'universalità di arte, letteratura, musica, umorismo, religione, filosofia, cfr. Brown, 1991; Eibl-Eibesfeldt, 1989.

2. Cfr. Tooby e Cosmides, 1990a.

3. Cfr. Wolfe, 1975; Bell, 1992.

4. Cfr. Bell, 1992; su arte, scienza ed élite, cfr. Brockman, 1994.

5. Su arte e illusione, cfr. Gombrich, 1960; Gregory, 1970; Kubovy, 1986. Su adattamento ed estetica visiva, cfr. Shepard, 1990; Orians & Heerwagen, 1992; Kaplan, 1992.

6. Cfr. Shepard, 1990.

7. Su musica e mente, cfr. Sloboda, 1985; Storr, 1992; R. Aiello, 1994.

8. Cfr. Bernstein, 1976; Jackendoff, 1977, 1987, 1992; Lerdahl & Jackendoff, 1983.

9. Su armonici e scale, cfr. Bernstein, 1976;

Cooke, 1959; Sloboda, 1985. Per posizioni dissenzienti al riguardo, cfr. Jackendoff, 1977; Storr, 1992.

10. Su intervalli ed emozioni, cfr. Bernstein, 1976; Cooke, 1959. Sui bambini e la musica, cfr. Zentner & Kagan, 1996; Schellenberg & Trehub, 1996.

11. Cfr. Cooke, 1959.

12. *Ivi*, pp. 137-8.

13. Cfr. Lerdahl & Jackendoff, 1983; Jackendoff, 1987.

14. Cfr. Bregman & Pinker, 1978; Bregman, 1990; McAdams & Bigand, 1993.

15. Cfr. Shepard, 1990.

16. Cfr. Bernstein, 1976; Cooke, 1959.

17. Cfr. Darwin, 1874. Sulla melodia dei richiami emotivi, cfr. Fernald, 1992; Hauser, 1996.

18. Cfr. Orians & Heerwagen, 1992; Kaplan, 1992.

19. Cfr. Jackendoff, 1992; Epstein, 1994;

Clynes & Walker, 1982.

20. Orazio è citato in Hobbs, 1990, p. 5; Dryden in Carroll, 1995, p. 170.

21. Sulle illusioni nella narrativa e nel cinema, cfr. Hobbs, 1990; Tan, 1996.

22. Cfr. Landsburg, 1993.

23. Cfr. Rozin, 1996.

24. Cfr. Barkow, 1992.

25. Sulla narrativa come esperimento, cfr. Hobbs, 1990. Su letteratura e cognizione, cfr. Hobbs, 1990; Turner, 1991.

26. Sulle trame come perseguimento di obiettivi, cfr. Hobbs, 1990. Sull'equivalenza fra obiettivi nella narrativa e obiettivi nella selezione naturale, cfr. Carroll, 1995.

27. Si tratta delle trame, tratte da Lederer & Gilleland, 1994, di: *Paura* di Richard Wright; *La lettera scarlatta* di Nathaniel Hawthorne; *Romeo e Giulietta* di William Shakespeare; *Delitto e castigo* di Fëdor Dostoevskij; *Il grande Gatsby* di Scott Fitzgerald; *Jane Eyre*

di Charlotte Brontë; *Un tram che si chiama desiderio* di Tennessee Williams; *Eumenidi* di Eschilo.

28. Cfr. Schanck, 1982.

29. Si tratta delle trame di: *Amleto*; *Il padrino*; *Attrazione fatale*; *Madame Bovary*; *Il cavaliere della valle solitaria*.

30. Cfr. Goodman, 1976; Koestler, 1964.

31. Koestler, 1964, p. 31; trad. it., p. 19.

32. Sull'evoluzione dell'umorismo, cfr. Provine, 1996; Eibl-Eibesfeldt, 1989; Weisfeld, 1993. Per studi sull'umorismo, cfr. Provine, 1996; Chapman & Foot, 1977; McGhee, 1979; Weisfeld, 1993.

33. cfr. Provine, 1991, 1993, 1996.

34. Sul riso come richiamo di raduno, cfr. Eibl-Eibesfeldt, 1989. Sul riso negli scimpanzé, cfr. Provine, 1996; Weisfeld, 1993. Sul solletico, cfr. Eibl-Eibesfeldt, 1989; Weisfeld, 1993. Sul fare la lotta per gioco come allenamento alla lotta, cfr. Symons,

1978; Boulton & Smith, 1992.

35. Orwell, 1949/1983, p. 11; trad. it., p. 32.

36. Chagnon, 1992, pp. 24-5.

37. Per la battuta sullo scalatore ringrazio Henry Gleitman, per quella su Fields, Thomas Shultz.

38. Sulla risoluzione di incongruenze nell'umorismo, cfr. Shultz, 1977; Rothbard 1977; McGhee, 1979.

39. Cfr. Schutz, 1977.

40. Sull'interpolazione mentale nella conversazione, cfr. Pinker, 1994, cap. VII; Sperber & Wilson, 1986. Sulla psicologia della conversazione e dell'umorismo, cfr. Attardo, 1994.

41. Provine, 1993, p. 296.

42. Cfr. Tooby e Cosmides, 1996.

43. Sulle credenze nelle streghe, nei fantasmi e nel diavolo, cfr. «New York Times», 26 luglio 1992. Sulla convinzione che il libro della Genesi sia vero alla lettera, cfr. Dennett,

1995. Sulle credenze negli angeli, cfr. il sondaggio di «Time» citato da Diane White, «Boston Globe», 24 ottobre 1994. Sulla credenza nella resurrezione di Gesù, cfr. il sondaggio citato da K. Woodward, «Newsweek», 8 aprile 1996. Sulla credenza in Dio o in uno spirito, cfr. Harris, 1989.

44. Sull'antropologia della religione, cfr. Harris, 1989.

45. Sulla psicologia cognitiva della religione, cfr. Sperber, 1982; Boyer, 1994a, b; Atran, 1995.

46. Sulle radici empiriche delle credenze religiose, cfr. Harris, 1989.

47. Sullo sconcerto filosofico, cfr. McGinn, 1993. Sui paradossi della coscienza, del sé, del libero arbitrio, del significato e della conoscenza, cfr. Poundstone, 1988.

48. Cfr. McGinn, 1993.

49. Cfr. Chomsky, 1975, 1988; McGinn, 1993.

50. Cfr. McGinn, 1993.

# BIBLIOGRAFIA

Adelson, E.H., & Pentland, A.P. 1996, *The perception of shading and reflectance*, in Knill & Richards, 1996.

Aiello, L.C., 1994, *Thumbs up for our early ancestors*, «Science», 265, pp. 1540-1541.

Aiello, R., 1994, (a cura di), *Musical perceptions*, New York, Oxford University Press.

Alexander, M., Stuss, M.P., & Benson, D.F., 1979, *Capgras syndrome: A reduplicative phenomenon*, «Neurology», 29, pp. 334-339.

Alexander, R.D., 1987a, *The biology of moral systems*, Hawthorne, N.Y., Aldine de Gruyter.

– 1987b, Relazione presentata al convegno



*The origin and dispersal of modern humans*,  
Corpus Christi College, Cambridge, Inghilterra,  
22-26 marzo; pubblicata in «Science», 236, pp.  
668-669.

– 1990, *How did humans evolve? Reflections on the uniquely unique species*,  
Special Publication N. 1, Museum of Zoology,  
University of Michigan.

Allen, W., 1983, *Without feathers*, New  
York, Ballantine; trad. it., *Citarsi addosso*,  
Milano, Bompiani, 1976.

Allman, W., 1994, *The stone-age crescent: How evolution has shaped modern life*, New  
York, Simon & Schuster.

Aloimonos, Y, & Rosenfeld, A., 1991,  
*Computer vision*, «Science», 13, pp. 1249-  
1254.

Altman, I., & Ginat, J., 1996, *Polygynous families in contemporary society*, New York,  
Cambridge University Press.

Anderson, A., 1992, *The evolution of sexes*,

«Science», 257, pp. 324-326.

Anderson, B.L., & Nakayama, K., 1994, *Toward a general theory of stereopsis: Binocular matching, occluding contours, and fusion*, «Psychological Review», 101, pp. 414-445.

Anderson, J.R., 1983, *The architecture of cognition*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

– 1990 *The adaptive character of thought*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

– 1993 *Rules of the mind*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Anderson, J.R., & 1991, *Is human cognition adaptive?*, «Behavioral and Brain Sciences», 14, pp. 471-517.

Anderson, J.R., & Bower, G.H., 1973, *Human associative memory*, New York, Wiley.

Armstrong, S.L., Gleitman, L.R., & Gleitman, H., 1983, *What some concepts*

*might not be*, «Cognition», 13, pp. 263-308.

Aronson, E., 1980, *The social animal*, San Francisco, W.H. Freeman.

Asimov, I., 1950, *I, robot*, New York, Bantam Books; trad. it., *Io, robot*, Milano, Bompiani, 1994.

Asimov, I., & Shulman, J.A., 1986, (a cura di), *Isaac Asimov's book of science and nature quotations*, New York, Weidenfeld & Nicolson.

Atran, S., 1990, *The cognitive foundations of natural history*, New York, Cambridge University Press.

– 1995, *Causal constraints on categories and categorical constraints on biological reasoning across cultures*, in Sperber, Premack & Premack, 1995.

Attardo, S., 1994, *Linguistic theories of humor*, New York, Mouton de Gruyter.

Attneave, F., 1968, *Triangles as ambiguous figures*, «American Journal of Psychology»,

81, pp. 447-453.

– 1972, *Representation of physical space*, in A.W. Melton & E.J. Martin (a cura di), *Processes in human memory*, Washington, D.C., V.H. Winston.

– 1981, *Three approaches to perceptual organization: Comments on views of Hochberg, Shepard, & Shaw*, in Kubovy & Pomerantz, 1981.

– 1982, *Prägnanz and soap bubble systems: A theoretical exploration*, in Beck, 1982.

Axelrod, R., 1984, *The evolution of cooperation*, New York, Basic Books; trad. it. *Giochi di reciprocità: l'insorgenza della cooperazione*, Milano, Feltrinelli, 1984.

Axelrod, R., & Hamilton, W.D., 1981, *The evolution of cooperation*, «Science», 211, pp. 1390-1396.

Ayala, F.J., 1995, *The myth of Eve: Molecular biology and human origins*,

Science», 270, pp. 1930-1936.

Baars, B., 1988, *A cognitive theory of consciousness*, New York, Cambridge University Press.

Baddeley, A.D., 1986, *Working memory*, New York, Oxford University Press; trad. it., *La memoria di lavoro*, Milano, Cortina, 1990.

Baillargeon, R., 1995, *Physical reasoning in infancy*, in Gazzaniga, 1995.

Baillargeon, R., Kotovsky, L., & Needham, A., 1995, *The acquisition of physical knowledge in infancy*, in Sperber, Premack & Premack, 1995.

Baker, R.R., & Bellis, M.A., 1996, *Sperm competition: Copulation, masturbation, and infidelity*, London, Chapman & Hall.

Barkow, J.H., 1992, *Beneath new culture is old psychology: Gossip and social stratification*, in Barkow, Cosmides & Tooby, 1992.

Barkow, J.H., Cosmides, L., & Tooby, J.,

1992, (a cura di), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*, New York, Oxford University Press.

Baron-Cohen, S., 1995, *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Baron-Cohen, S., Leslie, A.M., & Frith, U., 1985, *Does the autistic child have a theory of mind?*, «Cognition», 21, pp. 37-46.

Bates, E., & MacWhinney, B., 1982, *Functionalist approaches to grammar*, in E. Wanner & L.R. Gleitman (a cura di), *Language acquisition: The state of the art*, New York, Cambridge University Press.

– 1992 *Welcome to functionalism*, in Pinker & Bloom, 1990. Baumeister, R.F., & Tice, D.M., 1984, *Role of self-presentation and choice in cognitive dissonance under forced compliance: Necessary or sufficient causes?*, «Journal of Personality and Social Psychology», 46, pp. 5-13.

Beck, J., 1982, *Organization and representation in perception*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Behrmann, M., Winocur, G., & Moscovitch, M., 1992, *Dissociation between mental imagery and object recognition in a brain-damaged patient*, «Nature», 359, pp. 636-637.

Belew, R.K., 1990, *Evolution, learning, and culture: Computational metaphors for adaptive algorithms*, «Complex Systems», 4, pp. 11-49.

Belew, R.K., McInerney, J., & Schraudolph, N.N., 1990, *Evolving networks: Using the genetic algorithm with connectionist learning*, «Proceedings of the Second Artificial Life Conference», Reading, Mass., Addison-Wesley.

Bell, Q., 1992, *On human finery*, London, Allison & Busby.

Berg, G., 1991, *Learning recursive phrase structure: Combining the strengths of PDP*

and *X-bar* syntax, «Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence Workshop on Natural Language Learning».

Berkeley, G., 1713/1929, *Three dialogues between Hylas and Philonous*, in M.W. Calkins (a cura di), *Berkeley Selections*, New York, Scribner's; trad. it., *Dialoghi fra Hylas e Philonous*, Roma-Bari, Laterza, 1987.

Berlin, B., Breedlove, D., & Raven, P., 1973, *General principles of classification and nomenclature in folk biology*, «American Anthropologist», 87, pp. 298-315.

Bernstein, L. 1976 *The unanswered question: Six talks at Harvard*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Berra, T.M., 1990, *Evolution and the myth of creationism*, Stanford, Calif., Stanford University Press.

Bettelheim, B., 1959, *Joey: A mechanical boy*, «Scientific American», marzo;



ripubblicato in R.C. Atkinson (a cura di), *Contemporary psychology*, San Francisco, Freeman, 1971.

Betzig, L., 1986, *Despotism and differential reproduction*, Hawthorne; N.Y., Aldine de Gruyter.

– 1992 *Medieval monogamy*, in S. Mithen & H. Maschner (a cura di), *Darwinian approaches to the past*, New York, Plenum.

Betzig, L., Borgerhoff Mulder, M., & Turke, P., 1988, (a cura di), *Human reproductive behavior: A Darwinian perspective*, New York, Cambridge University Press.

Biederman, I., 1995, *Visual object recognition*, in Kosslyn & Osherson, 1995.

Birch, E.E., 1993, *Stereopsis in infants and its developmental relation to visual acuity*, in Simons, 1993.

Bisiach, E., & Luzzatti, C., 1978, *Unilateral neglect of representational space*, «Cortex», 14, pp. 129-133.

Bisson, T., 1991, *They're made out of meat*, da una serie di racconti dal titolo *Alien/Nation*, «Omni», aprile.

Bizzi, E., & Mussa-Ivaldi, F.A., 1990, *Muscle properties and the control of arm movements*, in Osherson, Kosslyn & Hollerbach, 1990.

Block, N. 1978, *Troubles with functionalism*, in C.W. Savage (a cura di), *Perception and cognition: Issues in the foundations of psychology*, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 9, Minneapolis, University of Minnesota.

– 1981 (a cura di), *Imagery*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1986, *Advertisement for a semantics for psychology*, in P. Rench, T. Uehling, Jr & H. Wettstein (a cura di), *Midwest Studies in Philosophy*, vol. 10, Minneapolis, University of Minnesota Press.

Block, N., & commentators, 1995, *On a confusion about a function of consciousness*,

«Behavioral and Brain Sciences», 18, pp. 227-287.

Bloom, P., 1996a, *Possible individuals in language and cognition*, «Current Directions in Psychological Science», 5, pp. 90-94.

– 1996b *Intention, history, and artifact concepts*, «Cognition», 60, pp. 1-29. Bobick, A., 1987 *Natural object categorization*, MIT Artificial Intelligencen Laboratory Technical Report 1001.

Bonatti, L., 1995, *Why should we abandon the mental logic hypothesis?*, «Cognition», 50, pp. 109-131.

Boring, E.G, 1952, *The Gibsonian visual field*, «Psychological Review», 59, pp. 246-47.

Bouchard, T.J., Jr, 1994, *Genes, environment, and personality*, «Science», 264, pp. 1700-1701.

Bouchard, T.J., J., Lykken, D.T., McGue, M., Segal, N.L., & Tellegen, A. 1990, *Sources of human psychological differences: The*

*Minnesota Study of Twins Reared Apart*, «Science», 250, pp. 223-228.

Boulton, M.J., & Smith, P.K., 1992, *The social nature of play fighting and play chasing: Mechanisms and strategies underlying cooperation and compromise*, in Barkow, Cosmides & Tooby, 1992.

Bowerman, M., 1983, *Hidden meanings: The role of covert conceptual structures in children's development of language*, in D.R. Rogers and J.A. Sloboda (a cura di), *The acquisition of symbolic skills*, New York, Plenum.

Boyd, R., & Richerson, P., 1985, *Culture and the evolutionary process*, Chicago, University of Chicago Press.

Boyd, R., & Silk, J.R., 1996, *How humans evolved*, New York, Norton.

Boyer, P., 1994a, *The naturalness of religious ideas*, Berkeley, University of California Press.

– 1994b, *Cognitive constraints on cultural representations: Natural ontologies and religious ideas*, in Hirschfeld & Gelman, 1994a.

Brainard, D.H., & Wandell, B.A., 1986, *Analysis of the retinex theory of color vision*, «Journal of the Optical Society of America (A)», 3, pp. 1651-1661.

– 1991, *A bilinear model of the illuminant's effect of color appearance*, in J.A. Movshon & M.S. Landy (a cura di), *Computational models of visual processing*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Braine, M.D.S., 1994, *Mental logic and how to discover it*, in Macnamara & Reyes, 1994.

Bregman, A.S., 1990, *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Bregman, A.S., & Pinker, S., 1978, *Auditory streaming and the building of timbre*, «Canadian Journal of Psychology», 32, pp. 19-

Brickman, P., & Campbell, D.T., 1971, *Hedonic relativism and planning the good society*, in M.H. Appley (a cura di), *Adaptation-level theory: A symposium*, New York, Academic Press.

Brockman, J., 1994, *The third culture: Beyond the scientific revolution*, New York, Simon & Schuster; trad. it., *La terza cultura: oltre la rivoluzione scientifica*, Milano, Garzanti, 1995.

Bronowski, J., 1973, *The ascent of man*, Boston, Little, Brown.

Brooks, L., 1968, *Spatial and verbal components in the act of recall*, «Canadian Journal of Psychology», 22, pp. 349-368.

Brown, A.L., 1990, *Domain-specific principles affect learning and transfer in children*, «Cognitive Science», 14, pp. 107-133.

Brown, D.E., 1988, *Hierarchy, history, and*

*human nature: The social origins of historical consciousness*, Tucson, University of Arizona Press.

– 1991, *Human universals*, New York, McGraw-Hill.

Brown, R., 1985, *Social psychology: The second edition*, New York, Free Press; trad. it., *Psicologia sociale*, Torino, Einaudi, 1980.

Brown, R., & Kulik, J., 1977, *Flashbulb memories*, «Cognition» 5, pp. 73-99.

Brownmiller, S., 1975, *Against our will: Men, women, and rape*, New York, Fawcett Columbine; trad. it., *Contro la nostra volontà*, Milano, Bompiani, 1976.

Bruce, V., 1988, *Recognizing faces*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Bülthoff, H.H., & Edelman, S., 1992, *Psychophysical support for a two-dimensional view interpolation theory of object recognition*, «Proceedings of the National Academy of Sciences», 89, pp. 60-64.

Buss, D.M., 1992a, *Mate preference mechanisms: Consequences for partner choice and intrasexual competition*, in Barkow, Cosmides & Tooby, 1992.

– 1992b, «Human prestige criteria», ms. inedito, Department of Psychology, University of Texas, Austin.

– 1994, *The evolution of desire*, New York, Basic Books.

– 1995, *Evolutionary psychology: A new paradigm for psychological science*, «Psychological Inquiry», 6, pp. 1-30.

Buss, D.M., Larsen, R.J., & Westen, D., 1996, *Sex differences in jealousy: Not gone, not forgotten, and not explained by alternative hypotheses*, «Psychological Science», 7, pp. 373-375.

Buss, D.M., Shackelford, T.K., Kirkpatrick, L.A., Choe, J., Hasegawa, T., Hasegawa, M., & Bennett, K., 1997, *Jealousy and the nature of beliefs about infidelity: Tests of competing*



*hypotheses about sex differences in the United States, Korea, and Japan*, ms. inedito, University of Texas, Austin.

Buunk, B.P., Angleitner, A., Oubaid, V., & Buss, D.M., 1996, *Sex differences in jealousy in evolutionary and cultural perspective: Tests from the Netherlands, Germany, and the United States*, «Psychological Science», 7, pp. 359-363.

Byrne, R.W., & Whiten, A., 1988, *Machiavellian intelligence*, New York, Oxford University Press.

Cain, A.J., 1964, *The perfection of animals*, in J.D. McCarthy & C.L. Duddington (a cura di), *Viewpoints in Biology*, vol. 3, London, Butterworth.

Cairns, J., Overbaugh, J., & Miller, S., 1988, *The origin of mutants*, «Nature», 335, pp. 142-146.

Campbell, D.T., 1975, *On the conflicts between biological and social evolution and*

*between psychology and moral tradition*, «American Psychologist», 30, pp. 1103-1126.

Carey, S., 1985, *Conceptual change in childhood*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1986 *Cognitive science and science education*, «American Psychologist», 41, pp. 1123-1130.

– 1995 *On the origin of causal understanding*, in Sperber, Premack & Premack, 1995.

Carey, S., & Spelke, E., 1994, *Domain-specific knowledge and conceptual change*, in Hirschfeld & Gelman, 1994a.

Carroll, J., 1995, *Evolution and literary theory*, Columbia, University of Missouri Press.

Carroll, L., 1895/1956, *What the tortoise said to Achilles and other riddles*, in J.R. Newman (a cura di), *The world of mathematics*, vol. 4, New York, Simon & Schuster, 1956; trad. it., *Ciò che la tartaruga*

*disse ad Achille*, in *Enigmi e giochi matematici*, Roma-Napoli, Theoria, 1996<sup>3</sup>, pp. 254-258.

– 1896/1977, *Symbolic logic*, in W.W., Bartley (a cura di), *Lewis Carroll's Symbolic Logic*, New York, Clarkson Potter, 1977.

Cashdan, E., 1989, *Hunters and gatherers: Economic behavior in bands*, in S. Plattner (a cura di), *Economic anthropology*, Stanford, Calif., Stanford University Press.

– 1994, *A sensitive period for learning about food*, «Human Nature», 5, pp. 279-291.  
Cavalli-Sforza, L.L., Menozzi, R., & Piazza, A., 1993, *Demic expansions and human evolution*, «Science», 259, pp. 639-646.

Cavalli-Sforza, L.L., & Feldman, M.W., 1981, *Cultural transmission and evolution: A quantitative approach*, Princeton, N.J., Princeton University Press.

Cave, K.R., Pinker, S., Giorgi, L., Thomas, C., Heller, L., Wolfe, J.M., & Lin, H., 1994,

*The representation of location in visual images*, «Cognitive Psychology», 26, pp. 1-32.

Cerf, C., & Navasky, V., 1984, *The experts speak*, New York, Pantheon; trad. it., *La parola agli esperti*, Milano, Frassinella 1995.

Chagnon, N.A., 1988, *Life histories, blood revenge, and warfare in a tribal population*, «Science», 239, pp. 985-992.

– 1992, *Yanomamö: The last days of Eden*, New York, Harcourt Brace.

– 1996, *Chronic problems in understanding tribal violence and warfare*, in G. Bock & J. Goode (a cura di), *The genetics of criminal and antisocial behavior*, New York, Wiley.

Chalmers, DJ., 1990, *Syntactic transformations on distributed representations*, «Connection Science», 2, pp. 53-62.

Chambers, D., & Reisberg, D., 1985, *Can mental images be ambiguous?*, «Journal of

Experimental Psychology: Human Perception and Performance», 11, pp. 317-328.

Changeux, J.-P., & Chavailleon, J., 1995, (a cura di), *Origins of the human brain*, New York, Oxford University Press.

Chapman, A.J., & Foot, H.C., 1977, (a cura di), *It's a funny thing, humor*, New York, Pergamon Press.

Chase, W.G., & Simon, H.A., 1973, *Perception in chess*, «Cognitive Psychology», 4, pp. 55-81.

Cheney, D., & Seyfarth, R.M., 1990, *How monkeys see the world*, Chicago, University of Chicago Press.

Cheng, P., & Holyoak, K., 1985, *Pragmatic reasoning schemas*, «Cognitive Psychology», 17, pp. 391-416.

Cherniak, C., 1983, *Rationality and the structure of memory*, «Synthèse», 53, pp.163-186.

Chomsky, N., 1959, Recensione a B.F.

Skinner, *Verbal behavior*, «Language», 35, pp. 26-58.

– 1975, *Reflections on language*, New York, Pantheon; trad. it., *Riflessioni sul linguaggio*, Torino, Einaudi, 1981.

– 1988 *Language and problems of knowledge: The Managua lectures*, Cambridge, Mass., MIT Press; trad. it. *Il linguaggio e i problemi della conoscenza*, Bologna, Il Mulino, 1991.

– 1991 *Linguistics and cognitive science: Problems and mysteries*, in A. Kasher (a cura di), *The Chomskyan turn*, Cambridge, Mass., Blackwell.

– 1992 *Explaining language use*, «Philosophical Topics», 20, pp. 205-231.

– 1993 *Language and thought*, Wakefield, R.I., and London, Moyer Bell.

Christopher, T., 1995, *In defense of the embattled American lawn*, «New York Times», 23 luglio, «The Week in Review», p. 3.

Churchland, P., & Churchland, P.S., 1994, *Could a machine think?*, in Dietrich, 1994.

Churchland, P.S., & Sejnowski, T.J., 1992, *The computational brain*, Cambridge, Mass., MIT Press; trad. it., *Il cervello computazionale*, Bologna, Il Mulino, 1995.

Clark R.D., & Hatfield, E., 1989, *Gender differences in receptivity to sexual offers*, «Journal of Psychology and Human Sexuality», 2, pp. 39-55.

Clynes, M., & Walker, J., 1982, *Neurobiological functions of rhythm, time, and pulse in music*, in M. Clynes (a cura di), *Music, mind, and brain: The neuropsychology of music*, New York, Plenum.

Cole, M., Gay, J., Glick, J., & Sharp, D.W., 1971, *The cultural context of learning and thinking*, New York, Basic Books; trad. it. *Intelligenza, pensiero e creatività*, Milano, Franco Angeli, 1976.

Cooke, D., 1959, *The language of music*, New York, Oxford University Press.

Cooper, L.A., & Shepard, R.N., 1973, *Chronometric studies of the rotation of mental images*, in W.G. Chase (a cura di), *Visual Information processing*, New York, Academic Press.

Coppens, Y., 1995, *Brain, locomotion, diet, and culture: How a primate, by chance, became a man*, in Changeux & Chavaille, 1995.

Corballis, M.C., 1988, *Recognition of disoriented shapes*, «Psychological Review», 95, pp. 115-123.

Corballis, M.C., & Beale, I.L., 1976, *The psychology of left and right*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Cormack, L.K., Stevenson, S.B., & Schor, C.M., 1993, *Disparity-tuned channels of the human visual system*, «Visual Neuroscience», 10, pp. 585-596.



Cosmides, L., 1985, *Deduction or Darwinian algorithms? An explanation of the «elusive» content effect on the Wason selection task*, tesi di laurea, Department of Psychology, Harvard University.

– 1989, *The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with the Wason selection task*, «Cognition», 31, pp. 187-276.

Cosmides, L., & Tooby, J., 1981, *Cytoplasmic inheritance and intragenomic conflict*, «Journal of Theoretical Biology», 89, pp. 83-129.

– 1992, *Cognitive adaptations for social exchange*, in Barkow, Cosmides & Tooby, 1992.

– 1994, *Beyond intuition and instinct blindness: Toward an evolutionarily rigorous cognitive science*, «Cognition», 50, pp. 41-77.

– 1996, *Are humans good intuitive*

*statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty*, «Cognition», 58, pp. 1-73.

Cosmides, L., Tooby, J., & Barkow, J. 1992 *Environmental aesthetics*, in Barkow, Cosmides & Tooby, 1992.

Cramer, K.S., & Sur, M., 1995, *Activity-dependent remodeling of connections in the mammalian visual system*, «Current Opinion in Neurobiology», 5, pp. 106-111.

Craver-Lemley, C, & Reeves, A., 1992, *How visual imagery interferes with vision*, «Psychological Review», 98, pp. 633-649.

Crevier, D., 1993, *AI: The tumultuous history of the search for artificial intelligence*, New York, Basic Books.

Crick, F., 1994, *The astonishing hypothesis: The scientific search for the soul*, New York, Simon & Schuster; trad. it., *La scienza e l'anima*, Milano, Rizzoli, 1994.

Crick, F., & Koch, C., 1995, *Are we aware*

*of neural activity in primary visual cortex?*, «Nature», 375, pp. 121-123.

Cummins, R., 1984, «Functional analysis», in Sober, 1984a.

Daly, M., 1982, *Some caveats about cultural transmission models*, «Human Ecology», 10, pp. 401-408.

Daly, M., & Wilson, M., 1988, *Homicide*, Hawthorne, N.Y, Aldine de Gruyter.

– 1994 *Evolutionary psychology of male violence*, in J. Archer (a cura di), *Male violence*, London, Routledge.

– 1995 *Discriminative parental solicitude and the relevance of evolutionary models to the analysis of motivational systems*, in Gazzaniga, 1995.

Daly, M., Salmon, C., & Wilson, M., in corso di stampa «Kinship: The conceptual hole in psychological studies of social cognition and close relationships», in D. Kenrick & J. Simpson (a cura di), *Evolutionary social*

psychology, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Damasio, A.R., 1994, *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*, New York, Putnam; trad. it. *L'errore di Cartesio: emozione, ragione e cervello umano*, Milano, Adelphi, 1995.

Darwin, C., 1859/1964, *On the origin of species*, Cambridge, Mass., Harvard University Press; trad. it., *L'origine delle specie*, Torino, Boringhieri, 1967.

– 1872/1965 *The expression of the emotions in man and animals*, Chicago, University of Chicago Press; trad. it., *L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali*, Torino, Boringhieri, 1982.

– 1874 *The descent of man, and selection in relation to sex*, 2<sup>a</sup> edizione, New York, Hurst & Company; trad. it., *L'origine dell'uomo e la scelta sessuale*, Milano, Rizzoli, 1982.

Davey, G.C.L., & commentators, 1995,

*Preparedness and phobias: Specific evolved associations or a generalized expectancy bias?*, «Behavioral and Brain Sciences», 18, pp. 289-325.

Davies, P., 1995, *Are we alone? Implications of the discovery of extraterrestrial life*, New York, Basic; trad. it., *Siamo soli? Implicazioni filosofiche della scoperta della vita extraterrestre*, Roma-Bari, Laterza, 1994.

Dawkins, R., 1976/1989, *The selfish gene*, New York, Oxford University Press; trad. it. *Il gene egoista*, Bologna, Zanichelli, 1979.

– 1982 *The extended phenotype*, New York, Oxford University Press; trad. it., *Il fenotipo esteso. Il gene come unità di selezione*, Bologna, Zanichelli, 1986.

– 1983 *Universal Darwinism*, in D.S. Bendali (a cura di), *Evolution from molecules to man*, New York, Cambridge University Press.

– 1986 *The blind-watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design*, New York, Norton; trad. it., *L'orologiaio cieco*, Milano, Rizzoli, 1988.

– 1995 *River out of Eden: A Darwinian view of life*, New York, Basic Books; trad. it., *Il fiume della vita*, Firenze, Sansoni, 1995.

de Jong, G.F., & Mooney, R.J., 1986, *Explanation-based learning: An alternative view*, «Machine Learning», 1, pp. 145-176.

Deacon, T., 1992a, *Primate brains and senses*, in Jones, Martin & Pilbeam.

– 1992b *The human brain*, in Jones, Martin & Pilbeam.

Dehaene, S., 1992, (a cura di), *Numerical cognition*, numero speciale di «Cognition», 44; ristampa, Cambridge, Mass., Blackwell.

Denfeld, R., 1995, *The new Victorians: A young woman's challenge to the old feminist order*, New York, Warner Books.

Denis, M., Engelkamp, J., & Richardson,

J.T.E., 1988, (a cura di), *Cognitive and neuropsychological approaches to mental imagery*, Amsterdam, Martinus Nijhoff.

Dennett, D.C., 1978a, *Brainstorms: Philosophical essays on mind and psychology*, Cambridge, Mass., Bradford Books/MIT Press; trad. it. *Brainstorms: saggi filosofici sulla mente e la psicologia*, Milano, Adelphi, 1991.

– 1978b, *Intentional systems*, in Dennett, 1978a.

– 1978d, *Artificial intelligence as philosophy and as psychology*, in Dennett, 1978a.

– 1984 *Elbow room: The varieties of free will worth wanting*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1987 *Cognitive wheels: The frame problem of AI*, in Pylyshyn, 1987.

– 1990 *The interpretation of texts, people, and other artifacts*, «Philosophy and

Phenomenological Research», 50, pp. 177-194.

– 1991 *Consciousness explained*, Boston, Little, Brown; trad. it., *Coscienza*, Milano, Rizzoli, 1993.

– 1995 *Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life*, New York, Simon & Schuster; trad. it., *L'idea pericolosa di Darwin: l'evoluzione e i significati della vita*, Torino, Bollati Boringhieri, 1997.

Dershowitz, A.M., 1994, *The abuse excuse*, Boston, Little, Brown.

DeSteno, D.A., & Salovey, P., 1996, *Evolutionary origins of sex differences in jealousy? Questioning the «fitness» of the model*, «Psychological Science», 7, pp. 367-372, 376-377.

Diamond, J., 1992, *The third chimpanzee: The evolution and future of the human animal*, New York, HarperCollins; trad. it., *Il*



*terzo scimpanzé: ascesa e caduta del primate Homo sapiens*, Torino, Bollati Boringhieri, 1994.

Dickinson, S.J., Pentland, A.P., & Rosenfeld, A., 1992, *3-D shape recovery using distributed aspect matching*, «IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence», 14, pp. 174-198.

Dietrich, E., 1994, (a cura di), *Thinking computers and virtual persons: Essays on the intentionality of machines*, Boston, Academic Press.

Dobash, R.P., Dobash, R.E., Wilson, M., & Daly, M., 1992, *The myth of sexual symmetry in marital violence*, «Social Problems», 39, pp. 71-91.

Drake, F., 1993, *Extraterrestrial intelligence*, lettera, «Science», 260, pp. 474-475.

Dretske, F.I., 1981, *Knowledge and the flow of Information*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Dreyfus, H., 1979, *What computers can't do*, 2<sup>a</sup> edizione, New York, Harper & Row; trad. it., *Che cosa non possono fare i computer: i limiti dell'intelligenza artificiale*, Roma, Armando, 1988.

Dunbar, R.I.M., 1992, *Primate social organization: Mating and parental care*, in Jones, Martin & Pilbeam, 1992.

Duncan, J., 1995, *Attention, intelligence, and the frontal lobes*, in Gazzaniga, 1995.

Dunphy, D., 1963, *The social structure of early adolescent peer groups*, «Sociometry», 26, pp. 230-246.

Durham, W.H., 1982, *Interactions of genetic and cultural evolution: Models and examples*, «Human Ecology», 10, pp. 299-334.

Eagly, A.H., 1995, *The science and politics of comparing women and men*, «American Psychologist», 50, pp. 145-158.

Eibl-Eibesfeldt, I., 1989, *Human ethology*, Hawthorne, N.Y, Aldine de Gruyter.

Ekman, P., 1987, *A life's pursuit*, in T.A. Sebeok & J. Umiker-Sebeok (a cura di), *The semiotic web 86: An International yearbook*, Berlin, Mouton de Gruyter, 1987.

– 1993, *Facial expression and emotion*, «American Psychologist», 48, pp. 384-392.

– 1994 *Strong evidence for universals in facial expression: A reply to Russel's mistaken critique*, «Psychological Bulletin», 115, pp. 268-287.

Ekman, P., & Davidson, R.J., 1994, (a cura di), *The nature of emotion*, New York, Oxford University Press.

Ekman, P., & Friesen, W.V., 1975, *Unmasking the face*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall.

Ellis, B.J., 1992, *The evolution of sexual attraction: Evaluative mechanisms in women*, in Barkow, Cosmides & Tooby, 1992.

Elman, J.L., 1990, *Finding structure in lime*, «Cognitive Science», 14, pp. 179-211.

Endler, J.A. ,1986, *Natural selection in the wild*, Princeton, N.J., Princeton University Press.

Epstein, D., 1994, *Shaping time: Music, the brain, and performance*, New York, Schirmer.

Etcoff, N.L., 1986, *The neuropsychology of emotional expression*, in G. Goldstein & R.E. Tarter (a cura di), *Advahces in Clinical Neuropsychology*, vol. 3, New York, Plenum.

– 1998, *Beauty*, NewYork, Doubleday.

Etcoff, N.L., Freeman, R., & Cave, K.R., 1991, *Can we lose memories of faces? Content specificity and awareness in a prosopagnosic*, «Journal of Cognitive Neuroscience», 3, pp. 25-41.

Eyer, D., 1996, *Motherguilt: How our culture blames mothers for what's wrong with society*, New York, Times Books.

Farah, M.J., 1989, *Mechanisms of imagery-perception interaction*, «Journal of Experimental Psychology: Human Perception

and Performance», 15, pp. 203-211.

– 1990, *Visual agnosia*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1995, *Dissociable systems for recognition: A cognitive neuropsychology approach*, in Kosslyn & Osherson, 1995.

Farah, M.J., Soso, M.J., & Dasheiff, R.M., 1992, *Visual angle of the mind's eye before and after unilateral occipital lobectomy*, «Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance», 18, pp. 241-246.

Fehling, M.R., Baars, B.J., & Fisher, C., 1990, *A functional role for repression in an autonomous, resource-constrained agent*, «Proceedings of the Twelfth Annual Meeting of the Cognitive Science Society», Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Feldman J., & Ballard, D., 1982, *Connectionist models and their properties*, «Cognitive Science», 6, pp. 205-254.

Fernald, A., 1992, *Human maternal vocalizations to infants as biologically relevant signals: An evolutionary perspective*, in Barkow, Cosmides & Tooby.

Festinger, L., 1957, *A theory of cognitive dissonance*, Stanford, Calif., Stanford University Press; trad. it. *Teoria della dissonanza cognitiva*, Milano, Franco Angeli, 1973.

Fiedler, K., 1988, *The dependence of the conjunction fallacy on subtle linguistic factors*, «Psychological Research», 50, pp. 123-129.

Field, H., 1977, *Logic, meaning and conceptual role*, «Journal of Philosophy», 69, pp. 379-408.

Finke, R.A., 1989, *Principles of mental imagery*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1990, *Creative imagery: Discoveries and inventions in visualization*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Finke, R.A., Pinker, S., & Farah, M.J. 1989 *Reinterpreting visual patterns in mental imagery*, «Cognitive Science», 13, pp. 51-78.

Fischman, J., 1994, *Putting our oldest ancestors in their proper place*, «Science», 265, pp. 2011-2012.

Fisher, H.E., 1992, *Anatomy of love: The natural history of monogamy, adultery, and divorce*, New York, Norton; trad. it., *Anatomia dell'amore: storia naturale della monogamia, dell'adulterio e del divorzio*, Milano, TEA, 1996.

Fiske, A.P., 1992, *The four elementary forms of sociality: Framework for a unified theory of social relations*, «Psychological Review», 99, pp. 689-723.

Fodor, J.A., 1968a, *Psychological explanation: An introduction to the philosophy of Psychology*, New York, Random House, 1968.

– 1968b, *The appeal to tacit knowledge in*

*psychological explanation*, «Journal of Philosophy», 65, pp. 627-640.

– 1975, *The language of thought*, New York, Crowell.

– 1981, *The present status of the innateness controversy*, in J.A. Fodor, *RePresentations*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1983, *The modularity of mind*, Cambridge, Mass., MIT Press; trad. it., *La mente modulare*, Bologna, Il Mulino, 1988.

– 1986, *Why paramecia don't have mental representations*, in P. Rendi, T. Uehling, Jr. & H. Wettstein (a cura di), *Midwest Studies in Philosophy*, vol. 10, Minneapolis, University of Minnesota Press.

– 1994, *The elm and the expert: Mentalese and its semantics*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Fodor, J.A., & commentators, 1985, Riassunto e recensioni di *The modularity of*



*mind*, «Behavioral and Brain Sciences», 8, pp. 1-42.

Fodor, J.A., & McClaughlin, B., 1990, *Connectionism and the problem of systematicity: Why Smolensky's solution doesn't work*, «Cognition», 35, pp. 183-204.

Fodor, J.A., & Pylyshyn, Z., 1988, *Connectionism and cognitive architecture: a critical analysis*, «Cognition», 28, pp. 3-71; ripubblicato in Pinker & Mehler, 1988.

Fox, R., 1984, *Kinship and marriage: An anthropological perspective*, New York, Cambridge University Press; trad. it., *La parentela e il matrimonio: sistemi di consanguineità e di affinità nelle società tribali*, Roma, Officina, 1973.

Frank, R.H., 1985, *Choosing the right pond: Human behavior and the quest for status*, New York, Oxford University Press.

– 1988 *Passions within reason: The strategic role of the emotions*, New York,

Norton.

Freeman, D., 1983, *Margaret Mead and Samoa: The making and unmaking of an anthropological myth*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

– 1992, *Paradigms in collision*, «Academic Questions», 5, pp. 23-33.

Freeman, R.D., & Ohzawa, I., 1992, *Development of binocular vision in the kitten's striate cortex*, «Journal of Neuroscience», 12, pp. 4721-4736.

French, M., 1994, *Invention and evolution: Design in nature and engineering*, 2<sup>a</sup> edizione, New York, Cambridge University Press.

French, R.E., 1987, *The geometry of vision and the mind-body problem*, New York, Peter Lang.

Freyd, J.J., & Finke, R.A., 1984, *Facilitation of length discrimination using real and imagined context frames*, «American Journal

of Psychology», 97, pp. 323-341.

Fridlund, A., 1991, *Evolution and facial action in reflex, social motive, and paralanguage*, «Biological Psychology», 32, pp. 3-100.

– 1992, *Darwin's anti-Darwinism in "The expression of the emotions in man and animals"*, in K.T. Strongman (a cura di), *International Review of Studies of Emotion*, vol. 2, New York, Wiley.

– 1995, *Human facial expression: An evolutionary view*, New York, Academic Press.

Frieze, I.H., Olson, J.E., & Cood, D.C., 1990, *Perceived and actual discrimination in the salaries of male and female managers*, «Journal of Applied Social Psychology», 20, pp. 46-67.

Frith, U., 1995, *Autism: Beyond «theory of mind»*, «Cognition», 50, pp. 13-30.

Funt, B.V., 1980, *Problem-solving with*

*diagrammatic representations*, «Artificial Intelligence», 13, pp. 210-230.

Gallistel, C.R., 1990, *The organization of learning*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1995, *The replacement of general-purpose theories with adaptive specializations*, in Gazzaniga, 1995.

Gallup, G.G., Jr, 1991, *Toward a comparative psychology of self-awareness: Species limitations and cognitive consequences*, in G.R. Goethals & J. Strauss (a cura di), *The self: An interdisciplinary approach*, New York, Springer-Verlag.

Gardner, H., 1985, *The mind's new science: A history of the cognitive revolution*, New York, Basic Books.

Gardner, M., 1989, «Illusions of the third dimension», in M. Gardner, *Gardner's whys and wherefores*, Chicago, University of Chicago Press.

– 1990, *The new ambidextrous universe*,

New York, W.H. Freeman.

– 1991, *Flatlands*, in M. Gardner, *The unexpected hanging and other mathematical diversions*, Chicago, University of Chicago Press.

Gaulin, S.J.C., 1995, *Does evolutionary theory predict sex differences in the brain?*, in Gazzaniga, 1995.

Gazzaniga, M.S., 1992, *Nature's mind: The biological roots of thinking, emotion, sexuality, language, and intelligence*, New York, Basic Books; trad. it., *La mente della natura*, Milano, Garzanti, 1997.

– 1995, (a cura di), *The cognitive neurosciences*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Geary, D.C., 1994, *Childrens mathematical development*, Washington, D.C., American Psychological Association.

– 1995, *Reflections on evolution and culture in childrens' cognition*, «American Psychologist», 50, pp. 24-37.

Gell-Mann, M., 1994, *The quark and the jaguar: Adventures in the simple and the complex*, New York, W.H. Freeman; trad. it. *Il quark e il giaguaro: avventure nel semplice e nel complesso*, Torino, Bollati Boringhieri, 1996.

Gelman, R., Durgin, F., & Kaufman, L., 1995, *Distinguishing between animates and inanimates: Not by motion alone*, in Sperber, Premack & Premack, 1995.

Gelman, R., & Gallistel, C.R., 1978, *The child's understanding of number*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Gelman, S.A., Coley, J.D., & Gottfried, G.M., 1994, *Essentialist beliefs in children: The acquisition of concepts and theories*, in Hirschfeld & Gelman, 1994a.

Gelman, S.A., & Markman, E., 1987, *Young children's inductions from natural kinds: The role of categories and appearances*, «Child Development», 58, pp. 1532-1540.

Gergely, G., Nádasdy, Z., Csibra, G., & Bíró, S., 1995, *Taking the intentional stance at 12 months of age*, «Cognition», 56, pp. 165-193.

Gibbons, A., 1994, *African origins theory goes nuclear*, «Science», 264, pp. 350-351.

– 1995a, *Out of Africa-at last?*, «Science», 267, pp. 1272-1273.

– 1995b, *The mystery of humanity's missing mutations*, «Science», 267, pp. 35-36.

– 1995c, *Pleistocene population explosions*, «Science», 267, pp. 27-28.

Gibson, J.J., 1950, *The perception of the visual world*, Boston, Houghton Mifflin.

– 1952 *The visual field and the visual world: A reply to Professor Boring*, «Psychological Review», 59, pp. 149-151.

Gigerenzer, G., 1991, *How to make cognitive illusions disappear: Beyond heuristics and biases*, «European Review of Social Psychology», 2, pp. 83-115.

– 1996a, *On narrow norms and vague*

*heuristics. A reply to Kahneman and Tversky 1996, «Psychological Review», 103, pp. 592-596.*

– 1996b, *The psychology of good judgment: Frequency formats and simple algorithms*, «Journal of Medical Decision Making», 16, pp. 273-280.

– 1997, *Ecological intelligence: An adaptation for frequencies*, in D. Cummins & C. Alien (a cura di), *The evolution of mind*, New York, Oxford University Press.

Gigerenzer, G., & Hoffrage, U., 1995, *How to improve Bayesian reasoning without instruction: Frequency formats*, «Psychological Review», 102, pp. 684-704.

Gigerenzer, G., & Hug, K., 1992, *Domain specific reasoning: Social contracts, cheating and perspective change*, «Cognition», 43, pp. 127-171.

Gigerenzer, G., & Murray, DJ., 1987, *Cognition as intuitive statistics*, Hillsdale,



N.J., Erlbaum.

Gigerenzer, G., Swijtink, Z., Porter, T., Daston, L., Beatty, J., & Krüger, L., 1989, *The empire of chance: How probability changed science and everyday life*, New York, Cambridge University Press.

Giles, C.L., Sun, G.Z., Chen, H.H., Lee, Y.C., & Chen, D., 1990, *Higher order recurrent networks and grammatical inference*, in D.S. Touretzky (a cura di), *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2, San Mateo, Calif., Morgan Kaufmann.

Gilovich, T., 1991, *How we know what isn't so: The fallibility of human reason in everyday life*, New York, Free Press.

Glander, K.E., 1992, *Selecting and processing food*, in Jones, Martin & Pilbeam, 1992.

Glasgow, J., & Papadias, D., 1992, *Computational imagery*, «Cognitive Science», 16, pp. 355-394.

Gombrich, E., 1960, *Art and illusion: A study in the psychology of pictorial representation*, Princeton, N.J., Princeton University Press; trad. it., *Arte e illusione: studio sulla psicologia della rappresentazione pittorica*, Torino, Einaudi, 1965.

Good, I.J., 1995, *When batterer turns murderer*, «Nature», 375, p. 541.

Goodman, N., 1976, *Languages of art: An approach to a theory of symbols*, Indianapolis, Hackett; trad. it., *I linguaggi dell'arte*, Milano, Il Saggiatore, 1976.

Gopnik, A., 1993, *Mindblindness*, ms. inedito, University of California, Berkeley.

Gopnik, A., & Wellman, H.M., 1994, *The theory theory*, in Hirschfeld & Gelman, 1994a.

Gordon, M., 1996, *What makes a woman a woman?*, recensione a E. Fox-Genovese, *Feminism is not the story of my life*, «New York Times Book Review», 14 gennaio, p. 9.

Gould, J.L., 1982, *Ethology*, New York, Norton.

Gould, S.J., & Vrba, E., 1981, *Exaptation: A missing term in the science of form*, «Paleobiology», 8, pp. 4-15.

Gould, S.J., 1980a, *The panda's thumb*, New York, Norton; trad. it., *Il pollice del panda. Riflessioni sulla storia naturale*, Roma, Editori Riuniti, 1989<sup>2</sup>.

– 1980b, *Caring groups and selfish genes*, in Gould, 1980a.

– 1980c, *Natural selection and the human brain: Darwin vs. Wallace*, in Gould, 1980a.

– 1980d, *A biological homage to Mickey Mouse*, in Gould, 1980a.

– 1983a, *Hens' teeth and horses' toes*, New York, Norton; trad. it., *Quando i cavalli avevano le dita: misteri e stranezze della natura*, Milano, Feltrinelli, 1984.

– 1983b, *What happens to bodies if genes act for themselves?*, in Gould, 1983a.

- 1983c, *What if anything, is a zebra?*, in Gould, 1983a.
- 1987, *An urchin in the storm: Essays about books and ideas*, New York, Norton; trad. it., *Un riccio nella tempesta: Saggi su libri e idee*, Milano, Feltrinelli, 1991.
- 1989, *Wonderful life: The Burgess Shale and the nature of history*, New York, Norton; trad. it., *La vita meravigliosa: i fossili di Burgess e la natura della storia*, Milano, Feltrinelli, 1990.
- 1992, *The confusion over evolution*, «New York Review of Books», 19 novembre.
- 1993, *Eight little piggies*, New York, Norton; trad. it., *Otto piccoli porcellini: riflessioni di storia naturale*, Milano, Bompiani, 1994.
- 1996, *Full house: the spread of excellence from Plato to Darwin*, New York, Harmony Books.

Gould, S.J., & Lewontin, R.C., 1979, *The*

*spandrels of San Marco and the Panglossian program: A critique of the adaptationist programme*, «Proceedings of the Royal Society of London», 205, pp. 281-288.

Greenwald, A., 1988, «Self-knowledge and self-deception», in Lockard & Paulhaus, 1988.

Gregory, R.L., 1970, *The intelligent eye*, London, Weidenfeld & Nicolson.

Griffin, D.R., 1974, (a cura di), *Animal engineering*, San Francisco, W.H. Freeman.

Grossberg, S., 1988, (a cura di), *Neural networks and natural intelligence*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Gruber, J., 1965, *Studies in lexical relations*, tesi di laurea, MIT; pubblicata come *Lexical structures in syntax and semantics*, Amsterdam, North-Holland, 1976.

Gutin, J., 1995, *Do Kenya tools root birth of modem thought in Africa?*, «Science», 270, pp. 1118-1119.

Hadley, R.F., 1994a, *Systematicity in*

*connectionist language learning*, «Mind and Language», 9, pp. 247-272.

– 1994b, *Systematicity revisited: Reply to Christiansen and Chater and Niklasson and Van Gelder*, «Mind and Language», 9, pp. 431-444.

Hadley, R.F., & Hayward, M., 1994, *Strong semantic systematicity from unsupervised connectionist learning*, Technical Report CSS-IS TR94-02, School of Computing Science, Simon Fraser University, Burnaby, BC.

Haig, D., 1992, *Genetic imprinting and the theory of parent-offspring conflict*, «Developmental Biology», 3, pp. 153-160.

– 1993, *Genetic conflicts in human pregnancy*, «Quarterly Review of Biology», 68, pp. 495-532.

Hamer, D., & Copeland, P., 1994, *The science of desire: The search for the gay gene and the biology of behavior*, New York, Simon & Schuster.

Hamilton, W.D., 1963, *The evolution of altruistic behavior*, «American Naturalist», 97, pp. 354-356; ripubblicato in Hamilton, 1996.

– 1964, *The genetical evolution of social behaviour*, «Journal of Theoretical Biology», 7, 1, pp. 1-16, II, pp. 17-52; ripubblicato in Hamilton, 1996.

– 1996, *Narrow roads of gene land: The collected papers of W.D. Hamilton*, vol. 1, *Evolution of social behavior*, New York, W.H. Freeman.

Hamilton, W.D., Axelrod, R., & Tanese, R., 1990, *Sexual reproduction as an adaptation to resist parasites (a review)*, «Proceedings of the National Academy of Sciences», 87, pp. 3566-3573.

Harpending, H., 1994, *Gene frequencies, DNA sequences, and human origins*, «Perspectives in Biology and Medicine», 37, pp. 384-395.

Harris, C.R., & Christenfeld, N., 1996,

*Gender, Jealousy, and reason*, «Psychological Science», 7, pp. 364-366, 378-379.

Harris, D.R., 1992, *Human diet and subsistence*, in Jones, Martin & Pilbeam, 1992.

Harris, H.Y., 1995, *Human nature and the nature of romantic love*, tesi di laurea, Department of Anthropology, University of California, Santa Barbara.

Harris, J.R., 1995, *Where is the child's environment? A group socialization theory of development*, «Psychological Review», 102, pp. 458-489,

Harris, M., 1985, *Good to eat: Riddles of food and culture*, New York, Simon & Schuster; trad. it., *Buono da mangiare: enigmi del gusto e consuetudini alimentari*, Torino, Einaudi, 1990.

– 1989, *Our Kind: The evolution of human life and culture*, New York, Harper-Collins.



Harris, P.L., 1994, *Thinking by children and scientists: False analogies and neglected similarities*, in Hirschfeld & Gelman, 1994a.

Hartung, J., 1992, *Getting real about rape*, «Behavioral and Brain Sciences», 15, pp. 390-392.

– 1995, *Love thy neighbor: The evolution of in-group morality*, «Skeptic», 3, pp. 86-100.

Hatano, G., & Inagaki, K., 1995, *Young children's naive theory of biology*, «Cognition», 50, pp. 153-170.

Hatfield, E., & Rapson, R.L., 1993, *Love, sex, and intimacy: Their psychology, biology, and history*, New York, HarperCollins.

Haugeland, J. 1981a, (a cura di), *Mind design: Philosophy, psychology, artificial intelligence*, Cambridge, Mass., Bradford Books/MIT Press; trad. it., *Progettare la mente: filosofia, psicologia, intelligenza artificiale*, Bologna, Il Mulino, 1989.

– 1981b, *Semantic engines: An introduction to mind design*, in Haugeland, 1981a.

– 1981c, *The nature and plausibility of cognitivism*, in Haugeland, 1981a.

Hauser, M.D., 1992, *Costs of deception: Cheaters are punished in rhesus monkeys*, «Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 89, pp. 12137-12139.

– 1996 *The evolution of communication*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Hauser, M.D., Kralik, J., Botto-Mahan, C., Garrett, M., Oser, J. 1995 *Self-recognition in primates: Phylogeny and the salience of species-typical features*, «Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 92, pp. 10811-10814.

Hauser, M.D., MacNeilage, P., & Ware, M., 1996, *Numerical representations in primates: Perceptual or arithmetic?*, «Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 93,

pp. 1514-1517.

Hebb, D.O. 1968 *Concerning imagery*, «Psychological Review», 75, pp. 466-477.

Heider, E, & Simmel, M., 1944, *An experimental study of apparent behavior*, «American Journal of Psychology», 57, pp. 243-259.

Held, R. 1993 *Two stages in the development of binocular vision and eye alignment*, in Simons, 1993.

Hendler, J., 1994, *High-performance artificial intelligence*, «Science», 265, pp. 891-892.

Hertwig, R., & Gigerenzer, G., 1997, *The “conjunction fallacy” revisited: How intelligent inferences look like reasoning errors*, ms. inedito, Max Planck Institute for Psychological Research, München.

Hess, R.H., Baker, C.L., & Zihl, J., 1989, *The «motion-blind» patient: Low level spatial and temporal filters*, «Journal of

Neuroscience», 9, pp. 1628-1640.

Hill, K., & Kaplan, H., 1988, *Tradeoffs in male and female reproductive strategies among the Ache (parts 1 and 2)*, in Betzig, Borgerhoff Mulder & Turke, 1988.

Hillis, A.E., & Caramazza, A., 1991, *Category-specific naming and comprehension impairment: A double dissociation*, «Brain», 114, pp. 2081-2094.

Hinton, G.E., 1981, *Implementing semantic networks in parallel hardware*, in Hinton & Anderson, 1981.

Hinton, G.E., & Anderson, J.A., 1981, *Parallel models of associative memory*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Hinton, G.E., & Nowlan, S.J., 1987, *How learning can guide evolution*, «Complex Systems», 1, pp. 495-502.

Hinton, G.E., McClelland, J.L., & Rumelhart, D.E., 1986 *Distributed representations*, in Rumelhart, McClelland & the PDP Research

Group, 1986.

Hinton, G.E., & Parsons, L.M., 1981, «Frames of reference and mental imagery», in J. Long & A. Baddeley (a cura di), *Attention and Performance IX*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Hirschfeld, L.A., & Gelman, S.A., 1994a, (a cura di), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture*, New York, Cambridge University Press.

– 1994b, *Toward a topography of mind: An introduction to domain specificity*, in Hirschfeld & Gelman, 1994a.

Hirshleifer, J., 1987, *On the emotions as guarantors of threats and promises*, in J. Dupré (a cura di), *The latest on the best: Essays on evolution and optimality*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Hobbs, J.R., 1990, *Literature and cognition*, Stanford, Calif., Center for the Study of Language and Information.

Hoffman, D.D., 1983, *The interpretation of*

*visual illusions*, «Scientific American», dicembre.

Hoffman, D.D., & Richards, W.A., 1984, *Parts of recognition*, «Cognition», 18, pp. 65-96; ripubblicato in Pinker, 1984b.

Hollerbach, J.M., 1990, *Planning of arm movements*, in Osherson, Kosslyn & Hollerbach, 1990.

Holloway, R.L., 1995, *Toward a synthetic theory of human brain evolution*, in Changeux & Chavillon, 1995.

Horgan, J., 1993, *Eugenics revisited*, «Scientific American», giugno.

– 1995a, *The new Social Darwinists*, «Scientific American», ottobre.

– 1995b, *A theory of almost everything*, recensione di libri di J. Holland, S. Kauffman, P. Davies, P. Coveney, and R. Highfield, «New York Times BookReview», 1 ottobre, pp. 30-31.

Hrdy, S.B., 1981, *The woman that never*

*evolved*, Cambridge, Mass., Harvard University Press; trad. it., *La donna che non si è evoluta: ipotesi di sociobiologia*, Milano, Franco Angeli, 1985.

– 1994, Intervista, in T.A. Bass, *Reinventing the future: Conversations with the world's leading scientists*, Reading, Mass., Addison Wesley.

Hubel, D.H., 1988, *Eye, brain, and vision*, New York, Scientific American; trad. it., *Occhio, cervello e visione*, Bologna, Zanichelli, 1989.

Hume, D., 1748/1955, *Inquiry concerning human understanding*, Indianapolis, Bobbs-Merrill; trad. it., *Ricerche sull'intelletto umano e sui principi della morale*, Milano, Rusconi, 1980.

Humphrey, N.K., 1976, *The social function of the intellect*, in P.P.G. Bateson & R.A. Hinde (a cura di), *Growing points in ethology*, New York, Cambridge University Press.

– 1992, *A history of the mind: Evolution and the birth of consciousness*, New York, Simon & Schuster.

Hurst, L., & Hamilton, W.D., 1992 *Cytoplasmic fusion and the nature of the sexes*, «Proceedings of the Royal Society of London», B, 247, pp. 189-194.

Hyman, LE., & Neisser, U., 1991, *Reconstruing mental images: Problems of method*, Emory Cognition Project Technical Report Number 19, Atlanta, Emory University.

Ioerger, T.R., 1994, *The manipulation of images to handle indeterminacy in spatial reasoning*, «Cognitive Science», 18, pp. 551-593.

Ittelson, W.H., 1968, *The Ames demonstrations in perception*, New York, Hafner.

Jackendoff, R., 1977, Recensione a Leonard Bernstein, *The unanswered question*, «Language», 53, pp. 883-894.



– 1983, *Semantics and cognition*, Cambridge, Mass., MIT Press; trad. it., *Semantica e cognizione*, Bologna, Il Mulino, 1989.

– 1987, *Consciousness and the computational mind*, Cambridge, Mass., MIT Press; trad. it., *Coscienza e mente computazionale*, Bologna, Il Mulino, 1990.

– 1990, *Semantic structures*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1992, *Musical parsing and musical affect*, in R. Jackendoff, *Languages of the mind: Essays on mental representation*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1994, *Patterns in the mind: Language and human nature*, New York, Basic Books.

Jackendoff, R., & Aaron, D., 1991, Recensione a G. Lakoff & M. Turner, *More than cool reason: A field guide to poetic metaphor*, «Language», 67, pp. 320-339.

Jagannathan, V., Dodhiawala, R., & Baum,

L.S., 1989, (a cura di), *Blackboard architectures and applications*, New York, Academic Press.

James, W., 1890/1950, *The principles of psychology*, New York, Dover; trad. it., *Principi di psicologia*, Milano, Società Editrice Libreria, 1905<sup>2</sup>.

– 1892/1920 *Psychology: Briefer course*, New York, Henry Holt.

Jaynes, J., 1976, *The origin of consciousness in the breakdown of the bicameral mind*, Boston, Houghton Mifflin.

Jepson, A., Richards, W., & Knill, D., 1996, *Modal structure and reliable inference*, in Knill & Richards, 1996.

Johnson, M.K., & Raye, C.L., 1981, *Reality monitoring*, «Psychological Review», 88, pp. 67-85.

Johnson-Laird, P., 1988, *The computer and the mind*, Cambridge, Mass., Harvard University Press; trad. it., *La mente e il*

computer: *Introduzione alla scienza cognitiva*, Bologna, Il Mulino, 1990.

Jolicoeur, P., Ullman, S., & MacKay, M., 1991, *Visual curve tracing properties*, «Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance», 17, pp. 997-1022.

Jones, S., 1992, *The evolutionary future of humankind*, in Jones, Martin & Pilbeam, 1992.

Jones, S., Martin, R., & Pilbeam, D., 1992, (a cura di), *The Cambridge encyclopedia of human evolution*, New York, Cambridge University Press.

Jordan, M.I., 1989, *Serial order: A parallel distributed processing approach*, in J.L., Elman & D.E. Rumelhart (a cura di), *Advances in connectionist theory*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Julesz, B. 1960 *Binocular depth perception of computer-generated patterns*, «Bell System Technical Journal», 39, pp. 1125-1162.

– 1971, *Foundations of cyclopean perception*, Chicago, University of Chicago Press.

– 1995, *Dialogues on perception*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Kahneman, D., & Tversky, A., 1982, *On the study of statistical intuitions*, «Cognition», 11, pp. 123-141.

– 1984, *Choices, values, and frames*, «American Psychologist», 39, pp. 341-350.

– 1996, *On the reality of cognitive illusions: A reply to Gigerenze's critique*, «Psychological Review», 103, pp. 582-591.

Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A., 1982, (a cura di), *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*, New York, Cambridge University Press.

Kaplan, H., Hill, K., & Hurtado, A.M., 1990, *Risk, foraging, and food sharing among the Ache*, in E. Cashdan (a cura di), *Risk and uncertainty in tribal and peasant economies*,

Boulder, Colo., Westview Press.

Kaplan, S., 1992, *Environmental preference in a knowledge-seeking, knowledge-using organism*, in Barkow, Cosmides & Tooby, 1992.

Katz, J.N., 1995, *The invention of homosexuality*, New York, Dutton.

Kauffman, S.A., 1991, *Antichaos and adaptation*, «Scientific American», agosto.

– 1996, *War before civilization: the myth of the peaceful savage*, New York, Oxford University Press.

Keil, F.C., 1979, *Semantic and conceptual development*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

– 1989, *Concepts, kinds, and cognitive development*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1994, *The birth and nurturance of concepts by domains: The origins of concepts of living things*, in Hirschfeld & Gelman, 1994a.

– 1995, *The growth of causal understandings of natural kinds*, in Sperber, Premack & Premack, 1995.

Kelly, M.H., 1992, *Darwin and psychological theories of classification*, «*Evolution and Cognition*», 2, pp. 79-97.

Kenrick, D.T., Keefe, R.C., & commentators, 1992, *Age preferences in mates reflect sex differences in human reproductive strategies*, «*Behavioral and Brain Sciences*», 15, pp. 75-133.

Kernighan, B.W., & Plauger, P.J., 1978, *The elements of programming style*, 2<sup>a</sup> edizione, New York, McGraw-Hill.

Kerr, R.A., 1992, *SETI faces uncertainty on earth and in the stars*, «*Science*», 258, p. 27.

Ketelaar, P., 1995, *Emotion as mental representations of fitness affordances. I: Evidence supporting the claim that negative and positive emotions map onto fitness costs and benefits*, relazione presentata all'incontro

annuale della Human Behavior and Evolution Society, Santa Barbara, 28 giugno-2 luglio.

– 1997, *Affect as mental representations of value: Translating the value function for gains and losses into positive and negative affect*, ms. inedito, Max Planck Institute, München.

Killackey, H., 1995, *Evolution of the human brain: A neuroanatomical perspective*, in Gazzaniga, 1995.

Kingdon, J., 1993, *Self-made man: Human evolution from Eden to extinction?*, New York, Wiley.

Kingsolver, J.G., & Koehl, M.A.R., 1985, *Aerodynamics, thermoregulation, and the evolution of insect wings: Differential scaling and evolutionary change*, «Evolution», 39, pp. 488-504.

Kirby, K.N., & Herrnstein, R.J., 1995, *Preference reversals due to myopic discounting of delayed reward*,

«Psychological Science», 6, pp. 83-89.

Kitcher, P., 1982, *Abusing science: the case against creationism*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1992, *Gene: current usages*, in E.F. Keller & E.A. Lloyd (a cura di), *Keywords in evolutionary biology*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Klaw, S., 1993, *Without sin: the life and death of the Oneida community*, New York, Penguin.

Klein, R.G., 1989, *The human career: Human biological and cultural origins*, Chicago, University of Chicago Press; trad. it., *Il cammino dell'uomo*, Bologna, Zanichelli, 1995.

Kleiter, G., 1994, *Natural sampling: Rationality without base rates*, in G.H. Fischer & D. Laming (a cura di), *Contributions to mathematical psychology, psychometrics, and methodology*, New York, Springer-Verlag.



Knill, D., & Richards, W., 1996, (a cura di) *Perception as Bayesian inference*, New York, Cambridge University Press.

Koehler, J.J., & commentators, 1996, *The base rate fallacy reconsidered: Descriptive, normative, and methodological challenges*, «Behavioral and Brain Sciences», 19, pp. 1-53.

Koestler, A., 1964, *The act of creation*, New York, Dell; trad. it., *L'atto della creazione*, Roma, Ubaldini, 1975.

Konner, M., 1982, *The tangled wing: Biological constraints on the human spirit*, New York, Harper and Row; trad. it., *L'ala impigliata: i condizionamenti biologici dello spirito umano*, Milano, Feltrinelli, 1984.

Kosslyn, S.M., 1980, *Image and mind*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

– 1983, *Ghosts in the mind's machine: Creating and using images in the brain*, New York, Norton; trad. it., *Le immagini nella mente: creare e utilizzare immagini nel*

*cervello*, Firenze, Giunti, 1989.

– 1994, *Image and brain: The resolution of the imagery debate*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Kosslyn, S.M., Alpert, N.M., Thompson, W.L., Maljkovic, V., Weise, S.B., Chabris, C.F., Hamilton, S.E., Rauch, S.L., & Buonanno, F.S., 1993, *Visual mental imagery activates topographically organized visual cortex: PET investigations*, «Journal of Cognitive Neuroscience», 5, pp. 263-287.

Kosslyn, S.M., & Osherson, D.N., 1995, (a cura di), *An invitation to cognitive science*, vol. 2, *Visual cognition*, 2<sup>a</sup> edizione, Cambridge, Mass., MIT Press.

Kosslyn, S.M., Pinker, S., Smith, G.E., Schwartz, S.P., & commentators, 1979, *On the demystification of mental imagery*, «Behavioral and Brain Sciences», 2, pp. 535-581; ripubblicato in Block, 1981.

Kowler, E., 1995, «Eye movements», in

Kosslyn & Osherson, 1995.

Kubovy, M., 1986, *The psychology of perspective and Renaissance art*, New York, Cambridge University Press; trad. it., *La freccia nell'occhio: psicologia della prospettiva e arte rinascimentale*, Padova, Muzzio, 1992.

Kubovy, M., & Pomerantz, J.R., 1981, (a cura di), *Perceptual organization*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Lachter, J., & Bever, T.G., 1988, *The relation between linguistic structure and associative theories of language learning. A constructive critique of some connectionist learning models*, «Cognition», 28, pp. 195-247; ripubblicato in Pinker & Mehler, 1988.

Lakoff, G., 1987, *Women, fire, and dangerous things: What categories reveal about the mind*, Chicago, University of Chicago Press.

Lakoff G., & Johnson, M., 1980, *Metaphors*

*we live by*, Chicago, University of Chicago Press; trad. it., *Metafora e vita quotidiana*, Roma, l'Espresso, 1982.

Land, E.H., & McCann, J.J., 1971, *Lightness and retinex theory*, «Journal of the Optical Society of America», 61, pp. 1-11.

Landau, B., Spelke, E.S., & Gleitman, H., 1984, *Spatial knowledge in a young blind child*, «Cognition», 16, pp. 225-260.

Landau, T., 1989, *About faces: The evolution of the human face*, New York, Anchor.

Landsburg, S.E., 1993, *The armchair economist: Economics and everyday life*, New York, Free Press; trad. it., *L'economista in pantofole: teoria economica e vita quotidiana*, Milano, Baldini & Castoldi, 1995.

Langlois, J.H., & Roggman, L.A., 1990, *Attractive faces are only average*, «Psychological Science», 1, pp. 115-121.

Langlois, J.H., Roggman, L.A., Casey, R.J., &

Ritter, J.M., 1987, *Infant preferences for attractive faces: Rudiments of a stereotype?*, «Developmental Psychology», 23, pp. 363-369.

Lazarus, R.S., 1991, *Emotion and adaptation*, New York, Oxford University Press.

Leakey, M.G., Feibel, C.S., McDougall, I., & Walker, A., 1995, *New four-million-year old hominid species from Kanapoi and Allia Bay, Kenya*, «Nature», 376, pp. 565-572.

Lederer, R., & Gilleland, M., 1994, *Literary trivia: Fun and games for book lovers*, New York, Vintage.

LeDoux, J.E., 1991, *Emotion and the limbic system concept*, «Concepts in Neuroscience», 2, pp. 169-199.

– 1996, *The emotional brain: The mysterious underpinnings of emotional life*, New York, Simon & Schuster; trad. it., *Il cervello emotivo: alle radici delle emozioni*,

Milano, Baldini & Castoldi, 1999.

Lee, P.C., 1992, *Testing the intelligence of apes*, in Jones, Martin & Pilbearn, 1992.

Lehman, D., 1992, *Signs of the times: Deconstructionism and the fall of Paul de Man*, New York, Simon & Schuster.

Leibniz, G.W., 1956, *Philosophical papers and letters*, Chicago, University of Chicago Press.

Lenat, D.B., & Guha, D.V., 1990, *Building large knowledge-based systems*, Reading, Mass., Addison-Wesley.

Lenski, R.E., & Mittler, J.E., 1993, *The directed mutation controversy and neo-Darwinism*, «Science», 259, pp. 188-194.

Lenski, R.E., Sniegowski, P.D., & Shapiro, J.A., 1995, «Adaptive mutation»: *The debate goes on*, lettere, «Science», 269, pp. 285-287.

Lerdahl, F., & Jackendoff, R., 1983, *A generative theory of tonal music*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Leslie, A.M., 1994, «ToMM, ToBY, and agency: Core architecture and domain specificity», in Hirschfeld & Gelman, 1994a.

– 1995a, «A theory of agency», in Sperber, Premack & Premack, 1995.

– 1995b, *Pretending and believing: Issues in the theory of ToMM*, «Cognition», 50, pp. 193-220.

Levin, B., & Pinker, S., 1992, (a cura di), *Lexical and conceptual semantics*, Cambridge, Mass., Blackwell.

Levine, A., 1994, *Education: The great debate revisited*, «Atlantic Monthly», dicembre. Levins, R., & Lewontin, R.C., 1985, *The dialectical biologist*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Lewin, R., 1987, *The earliest «humans» were more like apes*, «Science», 236, pp. 1061-1063.

Lewis, D., 1980, «Mad pain and Martian pain», in N. Block (a cura di), *Readings in*

*philosophy of psychology*, vol. 1, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Lewis, H.W., 1990, *Technological risk*, New York, Norton; trad. it., *Il rischio tecnologico*, Milano, Sperling & Kupfer, 1995.

Lewontin, R.C., 1979, *Sociobiology as an adaptationist program*, «Behavioral Science», 24, pp. 5-14.

– 1984, «Adaptation», in Sober, 1984a.

Lewontin, R.C., Rose, S., & Kamin, L.J., 1984, *Not in our genes*, New York, Pantheon; trad. it., *Il gene e la sua mente: biologia, ideologia e natura umana*, Milano, Edizioni scientifiche e tecniche Mondadori, 1983.

Liebenberg, L., 1990, *The art of tracking*, Cape Town, David Philip. Lindsay, P.H., & Norman, D.A., 1972, *Human information processing*, New York, Academic Press; trad. it., *L'uomo elaboratore di informazioni. Introduzione cognitivista alla psicologia*, Firenze, Giunti Barbera, 1984.



Ling, C., & Marinov, M., 1993, *Answering the connectionist challenge: A symbolic model of learning the past tenses of English verbs*, «Cognition», 49, pp. 235-290.

Lockard, J.S., & Paulhaus, D.L., 1988, (a cura di), *Self-deception: An adaptive mechanism*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall.

Locksley, A., Ortiz, V., & Hepburn, C., 1980, *Social categorization and discriminatory behavior: Extinguishing the minimal group discrimination effect*, «Journal of Personality and Social Psychology», 39, pp. 773-783.

Loewer, B., & Rey, B., 1991, (a cura di), *Meaning in mind: Fodor and his critics*, Cambridge, Mass., Blackwell.

Logie, R.H., 1995, *Visuo-spatial working memory*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Lopes, L.L., & Oden, G.C., 1991, «The rationality of intelligence», in E. Eells & T. Maruszewski (a cura di), *Rationality and*

*reasoning*, Amsterdam, Rodopi.

Lorber, J., 1994, *Paradoxes of gender*, New Haven, Yale University Press; trad. it., *L'invenzione dei sessi*, Milano, Il Saggiatore, 1995.

Lowe, D., 1987, *The viewpoint consistency constraint*, «International Journal of Computer Vision», 1, pp. 57-72.

Lumsden, C., & Wilson, E.O., 1981, *Genes, mind, and culture*, Harvard University Press.

Luria, A.R., 1966, *Higher cortical functions in man*, London, Tavistock; trad. it., *Le funzioni corticali superiori nell'uomo*, Firenze, Giunti Barbera, 1978.

Lykken, D.T., & Tellegen, A. 1996 *Happiness is a stochastic phenomenon*, «Psychological Science», 7, pp. 186-189.

Lykken, D.T., McGue, M., Tellegen, A., & Bouchard, T.J. Jr, 1992, *Emergenesis: Genetic traits that may not run in families*, «American Psychologist», 47, pp. 1565-1577.

Mac Lane, S., 1981, *Mathematical models: A sketch for the philosophy of mathematics*, «American Mathematical Monthly», 88, pp. 462-472.

Mace, G., 1992, «The life of primates: Differences between the sexes», in Jones, Martin & Pilbeam, 1992.

MacLean, P.D., 1990, *The triune brain in evolution*, New York, Plenum; trad. it., *Evoluzione del cervello e comportamento umano: studi sul cervello trino*, Torino, Einaudi, 1984.

Macnamara, J., 1986, *A border dispute: The place of logic in psychology*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1994, *Logic and cognition*, in Macnamara & Reyes, 1994.

Macnamara, J., & Reyes, G.E., 1994, (a cura di), *The logical foundations of cognition*, New York, Oxford University Press.

Maloney, L.T., & Wandell, B., 1986, *Color*

*constancy: A method for recovering surface spectral reflectance*, «Journal of the Optical Society of America (A)», 1, pp. 29-33.

Mandler, J., 1992, *How to build a baby, II: Conceptual primitives*, «Psychological Review», 99, pp. 587-604.

Manktelow, K.I., & Over, D.E., 1987, *Reasoning and rationality*, «Mind and Language», 2, pp. 199-219.

Marcel, A., & Bisiach, E., 1988, (a cura di), *Consciousness in contemporary science*, New York, Oxford University Press.

Marcus, G.F., 1997a, «Rethinking eliminative connectionism», ms. inedito, University of Massachusetts, Amherst.

– 1997b, «Concepts, features, and variables», ms. inedito, University of Massachusetts, Amherst.

– in preparazione *The algebraic mind*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Marcus, G.F., Brinkmann, U., Clahsen, H.,

Wiese, R., & Pinker, S., 1995, *German inflection: The exception that proves the rule*, «Cognitive Psychology», 29, pp. 189-256.

Marks, I.M., 1987, *Fears, phobias, and rituals*, New York, Oxford University Press.

Marks, I.M., & Nesse, R.M., 1994, *Fear and fitness: An evolutionary analysis of anxiety disorders*, «Ethology and Sociobiology», 15, pp. 247-261.

Marr, D., 1982, *Vision*, San Francisco, W.H. Freeman. Marr, D., & Nishihara, H.K., 1978, *Representation and recognition of the spatial organization of three-dimensional shapes*, «Proceedings of the Royal Society of London», B, 200, pp. 269-294.

Marr, D., & Poggio, T., 1976, *Cooperative computation of stereo disparity*, «Science», 194, pp. 283-287.

Marshack, A., 1989, *Evolution of the human capacity: The symbolic evidence*, «Yearbook of Physical Anthropology», 32, pp. 1-34.

Martin, P., & Klein, R., 1984, *Quaternary extinctions*, Tucson, University of Arizona Press.

Masson, J.M., & McCarthy, S., 1995, *When elephants weep: The emotional lives of animals*, New York, Delacorte Press; trad. it., *Quando gli elefanti piangono: sentimenti ed emozioni nella vita degli animali*, Milano, Baldini & Castoldi, 1999.

Mathews, J., 1996, *A tall order for president: Picking a candidate of towering stature*, «Washington Post», 10 maggio, D01.

Maurer, A., 1965, *What children fear*, «Journal of Genetic Psychology», 106, pp. 265-277.

Maynard Smith, J., 1964, *Group selection and kin selection*, «Nature», 201, pp. 1145-1147.

– 1975/1993, *The theory of evolution*, New York, Cambridge University Press; trad. it., *La teoria dell'evoluzione*, Roma, Newton

Compton, 1976.

– 1982, *Evolution and the theory of games*, New York, Cambridge University Press.

– 1984, «Optimization theory in evolution», in Sober, 1984a.

– 1987, *When learning guides evolution*, «Nature», 329, p. 762.

– 1995, *Life at the edge of chaos?*, recensione a D. Depew & B.H. Weber, *Darwinism evolving*, «New York Review of Books», 2 marzo, pp. 28-30.

Maynard Smith, J., & Warren, N., 1988, *Models of cultural and genetic change*, in J. Maynard Smith, *Games, sex, and evolution*, New York, Harvester-Wheatsheaf.

Mayr, E., 1982, *The growth of biological thought*, Cambridge, Mass., Harvard University Press; trad. it., *Storia del pensiero biologico: diversità, evoluzione, eredità*, Torino, Bollati Boringhieri, 1990.

– 1983 *How to carry out the adaptationist*

program, «The American Naturalist» 121, pp. 324-334.

– 1993 *The search for intelligence*, lettera, «Science», 259, pp. 1522-1523.

Mazel, C., 1992, *Heave ho! My little green book of seasickness*, Camden, Maine, International Marine.

McAdams, S., & Bigand, E., 1993, (a cura di), *Thinking in sound: The cognitive psychology of human audition*, New York, Oxford University Press.

McCauley, C., & Stitt, C.L., 1978, *An individual and quantitative measure of stereotypes*, «Journal of Personality and Social Psychology», 36, pp. 929-940.

McClelland, J.L., & Kawamoto, A.H., 1986, «Mechanisms of sentence processing: Assigning roles to constituents of sentences», in McClelland, Rumelhart & the PDP Research Group (saggio assente nell'edizione italiana).

McClelland, J.L., McNaughton, B.L., &



O'Reilly, R.C., 1995, *Why there are complementary learning systems in the hippocampus and neocortex: Insights from the successes and failures of connectionist models of learning and memory*, «Psychological Review», 102, pp. 419-457.

McClelland, J.L., & Rumelhart, D.E., 1985, *Distributed memory and the representation of general and specific information*, «Journal of Experimental Psychology: General», 114, pp. 159-188.

McClelland, J.L., Rumelhart, D.E., & the PDP Research Group 1986 *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, vol. 2, *Psychological and biological models*, Cambridge, Mass., MIT Press; trad. it. parziale *PDP. Microstrutture dei processi cognitivi*, Bologna, Il Mulino, 1991.

McCloskey, M., 1983, *Intuitive physics*, «Scientific American», 248, pp. 122-130.

McCloskey, M., Caramazza, A., & Green, B., 1980, *Curvilinear motion in the absence of external forces: Naive beliefs about the motion of objects*, «Science», 210, pp. 1139-1141.

McCloskey, M., & Cohen, N.J., 1989, «Catastrophic interference in connectionist networks: The sequential learning problem», in G.H. Bower (a cura di), *The psychology of learning and motivation*, vol. 23, New York, Academic Press.

McCloskey, M., Wible, C.G., & Cohen, N.J., 1988, *Is there a special flashbulb-memory mechanism?*, «Journal of Experimental Psychology: General», 117, pp. 171-181.

McCulloch, W.S., & Pitts, W., 1943, *A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*, «Bulletin of Mathematical Biophysics», 5, pp. 115-133.

McGhee, P.E., 1979, *Humor: Its origins and development*, San Francisco, W.H.

Freeman. McGinn, C., 1989A, *Mental content*, Cambridge, Mass., Blackwell.

– 1989b, *Can we solve the mind-body problem?*, «Mind», 98, pp. 349-366.

– 1993, *Problems in philosophy: The limits of inquiry*, Cambridge, Mass., Blackwell.

McGuinness, D., 1997, *Why our children can't read and what we can do about it*, New York, Free Press.

Medin, D.L., 1989, *Concepts and conceptual structure*, «American Psychologist», 44, pp. 1469-1481.

Michotte, A., 1963, *The perception of causality*, London, Methuen; trad. it., *La percezione della causalità*, Firenze, Giunti-Barbera, 1972.

Miller, G., 1967, *The psychology of communication*, London, Penguin; trad. it., *Psicologia della comunicazione*, Milano, Bompiani, 1971.

Miller, G.A., 1956, *The magical number*

*seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing Information*, «Psychological Review», 63, pp. 81-96.

– 1981, *Trends and debates in cognitive psychology*, «Cognition», 10, pp. 215-226.

Miller, G.A., & Johnson-Laird, P.N., 1976, *Language and perception*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Miller, G.F., 1993, *Evolution of the human brain through runaway sexual selection: The mind as a protean courtship device*, tesi di laurea, Department of Psychology, Stanford University.

Miller, G.F., & Todd, P.M., 1990, «Exploring adaptive agency. I: Theory and methods for simulating the evolution of learning», in D.S. Touretzky, J.L. Elman, T. Sejnowski, & G.E. Hinton (a cura di), *Proceedings of the 1990 Connectionist Models Summer School*, San Mateo, Calif., Morgan Kaufmann.

Miller, K.D., Keller, J.B., & Stryker, M.P., 1989, *Ocular dominance column development: Analysis and simulation*, «Science», 245, pp. 605-615.

Millikan, R., 1984, *Language, thought, and other biological categories*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Mineka, S., & Cook, M., 1993, *Mechanisms involved in the observational conditioning of fear*, «Journal of Experimental Psychology: General», 122, pp. 23-38.

Minsky, M., 1985, *The society of mind*, New York, Simon & Schuster.

Minsky, M., & Papert, S., 1988a, *Perceptrons: Expanded edition*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1988b, *Epilogue: The new connectionism*, in Minsky & Papert, 1988a.

Mitchell, M., 1996, *An introduction to genetic algorithms*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Mock, D.W., & Parker, G.A., in corso di stampa, *The evolution of sibling rivalry*, New York, Oxford University Press.

Montello, D.R., 1995, *How significant are cultural differences in spatial cognition?*, in A.U. Frank & W. Kuhn (a cura di), *Spatial Information theory: A theoretical basis for GIS*, Berlin, Springer-Verlag.

Moore, E.F., 1964, (a cura di), *Sequential machines: Selected papers*, Reading, Mass., Addison-Wesley.

Morris, R.G.M., 1989, (a cura di), *Parallel distributed processing: Implications for psychology and neurobiology*, New York, Oxford University Press.

Morton, J., & Johnson, M.H., 1991, *CONSPEC and CONLERN: A two-process theory of infant face recognition*, «Psychological Review», 98, pp.164-181.

Moscovitch, M., Winocur, G., & Behrmann, M., in corso di stampa, *Two mechanisms of*

*face recognition: Evidence from a patient with visual object agnosia*, «Journal of Cognitive Neuroscience».

Mount, F., 1992, *The subversive family: An alternative history of love and marriage*, New York, Free Press.

Mozer, M., 1991, *The perception of multiple objects: A connectionist approach*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Murphy G.L., 1993, «A rational theory of concepts», in G.H. Bower (a cura di), *The psychology of learning and motivation*, vol. 29, New York, Academic Press.

Myers, D.G., & Diener, E., 1995, *Who is happy?*, «Psychological Science», 6, pp. 10-19.

N.E. Thing Enterprises, 1994, *Magic Eye III: Visions: A new dimension in art*, Kansas City, Andrews and McMeel.

Nagel, T., 1974, *What is it like to be a bat?*, «Philosophical Review», 83, pp. 435-450.

Nagell, K., Olguin, R., & Tomasello, M., 1993, *Processes of social learning in the tool use of chimpanzees (Pan troglodytes) and human children (Homo sapiens)*, «Journal of Comparative Psychology», 107, pp. 174-186.

Nakayama, K., He, Z.J., & Shimojo, S., 1995, «Visual surface representation: A critical link between lower-level and higher-level vision», in Kosslyn & Osherson, 1995.

Navon, D., 1985, «Attention division or attention sharing?», in M.I. Posner & O. Marin (a cura di), *Attention and performance XI*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

– 1989 *The importance of being visible: On the role of attention in a mind viewed as an anarchic intelligence system. I: Basic tenets*, «European Journal of Cognitive Psychology», 1, pp. 191-213.

Nayar, S.K., & Oren, M., 1995, *Visual appearance of matte surfaces*, «Science», 267, pp. 1153-1156.



Neisser, U., 1967, *Cognitive psychology*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall.

– 1976 «General, academic, and artificial intelligence: Comments on the papers by Simon and by Klahr», in L. Resnick (a cura di), *The nature of intelligence*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Nesse, R.M., 1991, *What good is feeling bad?*, «The Sciences», novembre-dicembre, pp. 30-37.

Nesse, R.M., & Lloyd, A.T., 1992, «The evolution of psychodynamic mechanisms», in Barkow, Cosmides & Tooby, 1992.

Nesse, R.M., & Williams, G.C., 1994, *Why we get sick: The new science of Darwinian medicine*, New York, Times Books.

Newell, A., 1990, *Unified theories of cognition*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Newell, A., & Simon, H.A., 1972, *Human problem solving*, Englewood Cliffs, N.J.,

Prentice-Hall.

– 1981 «Computer science as empirical inquiry: Symbols and search», in Haugeland, 1981a.

Nickerson, R.A., & Adams, M.J., 1979, *Long-term memory for a common object*, «Cognitive Psychology», 11, pp. 287-307.

Nilsson, D.E., & Pelger, S., 1994, *A pessimistic estimate of the time required for an eye to evolve*, «Proceedings of the Royal Society of London», B, 256, pp. 53-58.

Nisbett, R.E., & Cohen, D. 1996, *Culture of honor: The psychology of violence in the South*, New York, HarperCollins.

Nisbett, R.E., & Ross, L.R., 1980, *Human inference: Strategies and short-comings of social judgment*, Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall.

Nobile, P., 1971, (a cura di), *The Con III controversy: The critics look at «The greening of America»*, New York, Pocket

## Books.

Nolfi, S., Elman, J.L., & Parisi, D., 1994, *Learning and evolution in neural networks*, «Adaptive Behavior», 3, pp. 5-28.

Nozick, R., 1981, *Philosophical explanations*, Cambridge, Mass., Harvard University Press; trad. it., *Spiegazioni filosofiche*, Milano, Mondadori, 1987.

Oman, C.M., 1982, *Space motion sickness and vestibular experiments in Spacelab*, «Society of Automotive Engineers Technical Paper Series 820833», Warrendale, Penn., SAE.

Oman, C.M., Lichtenberg, B.K., Money, K.E., & McCoy, R.K., 1986, *M.I.T./Canadian vestibular experiments on the Spacelab-1 mission: 4. Space motion sickness: Symptoms, stimuli, predictability*, «Experimental Brain Research», 64, pp. 316-334.

Orians, G.H., & Heerwagen, J.H., 1992, *Evolved responses to landscapes*, in Barkow,

Cosmides & Tooby, 1992.

Orwell, G., 1949/1983, *1984*, New York, Harcourt Brace Jovanovich; trad. it., *1984*, Milano, Mondadori, 1980<sup>4</sup>.

Osherson, D.I., Kosslyn, S.M., & Hollerbach, J.M., 1990, (a cura di), *An invitation to cognitive science*, vol. 2, *Visual cognition and action*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Paglia, C., 1990, *Sexual personae: Art and decadence from Nefertiti to Emily Dickinson*, New Haven, Yale University Press; trad. it., *Sexual personae: arte e decadenza da Nefertiti a Emily Dickinson*, Torino, Einaudi, 1993.

– 1992, *Sex, art, and American culture*, New York, Vintage.

– 1994, *Vamps and tramps*, New York, Vintage.

Paivio, A., 1971, *Imagery and verbal processes*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Papathomas, T.V., Chubb, C, Gorea, A., &

Kowler, E., 1995, (a cura di), *Early vision and beyond*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Parker, S.T., Mitchell, R.W., & Boccia, M.L., 1994, (a cura di), *Self-awareness in animals and humans*, New York, Cambridge University Press.

Patai, D., & Koertge, N., 1994, *Professing feminism: Cautionary tales from the strange world of women's studies*, New York, Basic Books.

Pazzani, M., 1987, *Explanation-based learning for knowledge-based systems*, «International Journal of Man-Machine Studies», 26, pp. 413-433.

– 1993, *Learning causal patterns: Making a transition for data-driven to theory-driven learning*, «Machine Learning», 11, pp. 173-194.

Pazzani, M., & Dyer, M., 1987, *A comparison of concept identification in human learning and network learning with*

*the Generalized Delta Rule*, «Proceedings of the 10th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-87)», Los Altos, Calif., Morgan Kaufmann.

Pazzani, M., & Kibler, D., 1993, *The utility of knowledge in inductive learning*, «Machine Learning», 9, pp. 57-94.

Pennisi, E., 1996, *Biologists urged to retire Linnaeus*, «Science», 273, p. 181.

Penrose, R., 1989, *The emperor's new mind: Concerning computers, minds, and the laws of physics*, New York, Oxford University Press; trad. it., *La mente nuova dell'imperatore*, Firenze, Sansoni, 1998.

Penrose, R., & commentators, 1990, riassunto e recensioni di *The emperor's new mind*, «Behavioral and Brain Sciences», 13, pp. 643-705.

Penrose, R., 1994, *Shadows of the mind: A search for the missing science of consciousness*, New York, Oxford University

Press; trad. it., *Ombre della mente*, Milano, Rizzoli, 1996.

Pentland, A.P., 1990, *Linear shape from shading*, «International Journal of Computer Vision», 4, pp. 153-162.

Perkins, D.N., 1981, *The mind's best work*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Perky, C.W., 1910, *Art experimental study of imagination*, «American Journal of Psychology», 21, pp. 422-452.

Perrett, D.I., May, K.A., & Yoshikawa S., 1994, *Facial shape and judgments of female attractiveness: Preferences for non-average*, «Nature», 368, pp. 239-242.

Peterson, M.A., Kihlstrom, J.F., Rose, P.M., & Klisky, M.L., 1992, *Mental images can be ambiguous: Reconstruals and reference-frame reversals*, «Memory and Cognition», 20, pp. 107-123.

Pettigrew, J.D., 1972, *The neurophysiology of binocular vision*, «Scientific American»,

agosto, ripubblicato in R. Held & W. Richards (a cura di), *Recent progress in perception*, San Francisco, W.H. Freeman, 1976.

– 1974 *The effect of visual experience on the development of stimulus specificity by kitten cortical neurons*, «Journal of Physiology», 237, pp. 49-74.

Pfeiffer, R., 1988, *Artificial intelligence models of emotion*, in V. Hamilton, G.H. Bower, & N.H. Frijda (a cura di), *Cognitive perspectives on emotion and motivation*, Netherlands, Kluwer.

Piattelli-Palmarini, M., 1989, *Evolution, selection, and cognition: From «learning» to parameter setting in biology and the study of language*, «Cognition», 31, pp. 1-44.

– 1994 *Inevitable illusions: How mistakes of reason rule our minds*, New York, Wiley.

Picard, R.W., 1995, *Affective computing*, MIT Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report n. 321.



Pilbeam, D., 1992, «What makes us human?», in Jones, Martin & Pilbeam, 1992.

Pinker, S., 1979, *The representation of three-dimensional space in mental images*, tesi di laurea inedita, Harvard University.

– 1980, *Mental imagery and the third dimension*, «Journal of Experimental Psychology: General», 109, pp. 254-371.

– 1984a, *Language learnability and language development*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

– 1984b, (a cura di), *Visual cognition*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1984c, *Visual cognition: an introduction*, «Cognition», 18, pp. 1-63.

– 1988, «A computational theory of the mental imagery medium», in Denis, Engelkamp & Richardson, 1988.

– 1989, *Learnability and cognition: The acquisition of argument structure*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1990, *A theory of graph comprehension*, in R. Friedle (a cura di), *Artificial intelligence and the future of testing*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

– 1991, *Rules of language*, «Science», 253, pp. 530-535.

– 1992, Recensione a Bickerton, *Language and species*, «Language», 68, pp. 375-382.

– 1994, *The language instinct*, New York, HarperCollins; trad. it., *L'istinto del linguaggio: come la mente crea il linguaggio*, Milano, Mondadori, 1998.

– 1995, *Beyond folk psychology*, recensione a J.A. Fodor, *The elm and the expert*, «Nature», 373, p. 205.

Pinker, S., Bloom, P., & commentators, 1990, *Natural language and natural selection*, «Behavioral and brain sciences», 13, 707-784.

Pinker, S., & Finke, R.A., 1980, *Emergent two-dimensional patterns in images rotated*

*in depth*, «Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance», 6, pp. 244-264.

Pinker, S., & Mehler, J., 1988, (a cura di), *Connections and symbols*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Pinker, S., & Prince, A., 1988, *On language and connectionism: Analysis of a parallel distributed processing model of language acquisition*, «Cognition», 28, pp. 73-193, ripubblicato in Pinker & Mehler, 1988.

– 1994 *Regular and irregular morphology and the psychological status of rules of grammar*, in S.D. Lima, R.L. Corrigan, & G.K. Iverson (a cura di), *The reality of linguistic rules*, Philadelphia, John Benjamins.

– 1996, *The nature of human concept: Evidence from an unusual source*, «Communication and Cognition», 29, pp. 307-361.

Pirenne, M.H., 1970, *Optics, painting, and*

photography, New York, Cambridge University Press; trad. it., *Percezione visiva: ottica, pittura e fotografia*, Padova, Muzzio, 1991.

Plomin, R., 1989, *Environment and genes: Determinants of behavior*, «American Psychologist», 44, pp. 105-111.

Plomin, R., Daniels, D., & commentators, 1987, *Why are children in the same family so different from one another?*, «Behavioral and Brain Sciences», 10, pp. 1-60.

Plomin, R., Owen, M.J., & McGuffin, P., 1994, *The genetic basis of complex human behaviors*, «Science», 264, pp. 1733-1739.

Poggio, G.F., 1995, *Stereoscopic processing in monkey visual cortex: A review*, in Papathomas, Chubb, Gorea & Kowler (a cura di), 1995.

Poggio, T., 1984, *Vision by man and machine*, «Scientific American», aprile.

Poggio, T., & Edelman, S., 1991, *A network*

*that learns to recognize three-dimensional objects*, «Nature», 343, pp. 263-266.

Poggio, T., & Girosi, F., 1990, *Regularization algorithms for learning that are equivalent to multilayer networks*, «Science», 247, pp. 978-982.

Pollack, J.B., 1990, *Recursive distributed representations*, «Artificial Intelligence», 46, pp. 77-105.

Pollard, J.L., 1993, *The phylogeny of rationality*, «Cognitive Science», 17, pp. 563-588.

Polti, G., 1921/1977, *The thirty-six dramatic situations*, Boston, The Writer, Inc.

Posner, M.I., 1978, *Chronometric explorations of mind*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Poundstone, W., 1988, *Labyrinths of reason: John Von Neumann, game theory, and the puzzle of the bomb*, New York, Anchor.

– 1992 *Prisoner's dilemma: Paradox*,

*puzzles, and the frailty of knowledge*, New York, Anchor.

Prasada, S., & Pinker, S., 1993, *Generalizations of regular and irregular morphological patterns*, «Language and Cognitive Processes», 8, pp. 1-56.

Premack, D., 1976, *Intelligence in ape and man*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

– 1990 *Do infants have a theory of self-propelled objects?*, «Cognition», 36, pp. 1-16.

Premack, D., & Premack, A.J., 1995, *Intention as psychological cause*, in Sperber, Premack & Premack, 1995.

Premack, D., & Woodruff, G., 1978, *Does a chimpanzee have a theory of mind?*, «Behavioral and Brain Sciences», 1, pp. 512-526.

Preuss, T., 1993, *The role of the neurosciences in primate evolutionary biology: Historical commentary and prospectus*, in R.D.E. MacPhee (a cura di),

*Primates and their relatives in phylogenetic perspective*, New York, Plenum.

– 1995, *The argument from animals to humans in cognitive neuro-science*, in Gazzaniga, 1995.

Prince, A., & Pinker, S., 1988, *Rules and connections in human language*, «Trends in Neurosciences», 11, pp. 195-202, ripubblicato in Morris, 1989.

Profet, M., 1992, *Pregnancy sickness as adaptation: A deterrent to maternal ingestion of teratogens*, in Barkow, Cosmides & Tooby, 1992.

Proffitt, D.L., & Gilden, D.L., 1989, *Understanding natural dynamics*, «Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance», 15, pp. 384-393.

Provine, R.R., 1991, *Laughter: A stereotyped human vocalization*, «Ethology», 89, pp. 115-124.

– 1993, *Laughter punctuates speech:*

*Linguistic, social, and gender contexts of laughter*, «Ethology», 95, pp. 291-298.

– 1996, *Laughter*, «American Scientist», 84, gennaio-febbraio, pp. 38-45.

Pustejovsky, J., 1995, *The generative lexicon*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Putnam, H., 1960, *Minds and machines*, in S. Hook (a cura di), *Dimensions of mind: A symposium*, New York, New York University Press.

– 1975, *The meaning of “meaning”*, in K. Gunderson (a cura di), *Language, mind, and knowledge*, Minneapolis, University of Minnesota Press.

– 1994, *The best of all possible brains?*, recensione a R. Penrose, *Shadozos of the mind*, «New York Times Book Review», 20 novembre, p. 7.

Pylyshyn, Z., 1973, *What the mind’s eye tells the mind’s brain: A critique of mental imagery*, «Psychological Bulletin», 80, pp. 1-



24.

Pylyshyn, Z.W., & commentators, 1980, *Computation and cognition: Issues in the foundations of cognitive science*, «Behavioral and Brain Sciences», 3, pp. 111-169.

Pylyshyn, Z.W., 1984, *Computation and cognition: Toward a foundation for cognitive science*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1987, (a cura di), *The robot's dilemma: The frame problem in artificial intelligence*, Norwood, N.J., Ablex.

Quine, W.V.O., 1969, *Natural kinds*, in W.V.O. Quine, *Ontological relativity and other essays*, New York, Columbia University Press; trad. it., *Relatività ontologica e altri saggi*, Roma, Armando, 1986.

Quinlan, P., 1992, *An introduction to connectionist modeling*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Rachman, S., 1978, *Fear and courage*, San Francisco, W.H. Freeman. Raibert, M.H., 1990,

*Legged robots*, in P.H. Winston & S.A. Shellard (a cura di), *Artificial intelligence at MIT: Expanding frontiers*, vol. 2, Cambridge, Mass., MIT Press.

Raibert, M.H., & Sutherland, I.E., 1983, *Machines that walk*, «Scientific American», gennaio.

Raiffa, H., 1968, *Decision analysis*, Reading, Mass., Addison-Wesley.

Rakic, P., 1995a, *Corticogenesis in human and nonhuman primates*, in Gazzaniga, 1995.

– 1995b, «Evolution of neocortical parcellation: the perspective from experimental neuroembryology», in Changeux & Chavailleon, 1995.

Ralls, K., Ballou, J., & Templeton, A., 1988, *Estimates of the cost of inbreeding in mammals*, «Conservation Biology», 2, pp. 185-193.

Ramachandran, V.S., 1988, *Perceiving shape from shading*, «Scientific American»,

agosto.

Rapoport, A. 1964, *Strategy and conscience*, New York, Harper & Row; trad. it., *Strategia e coscienza*, Milano, Bompiani, 1969.

Ratcliff, R., 1990, *Connectionist models of recognition memory: Constraints imposed by learning and forgetting functions*, «Psychological Review», 97, pp. 285-308.

Rayner, K., 1992, (a cura di), *Eye movements and visual cognition*, New York, Springer-Verlag.

Redish, E., 1994, *The implications of cognitive studies for teaching physics*, «American Journal of Physics», 62, pp. 796-803.

Reeve, H.K., & Sherman, P.W., 1993, *Adaptation and the goals of evolutionary research*, «Quarterly Review of Biology», 68, pp. 1-32.

Reiner, A., 1990, *An explanation of*

*behavior*, recensione a MacLean, 1990, «Science», 250, pp. 303-305.

Rey, G., 1983, *Concepts and stereotypes*, «Cognition», 15, pp. 237-262.

Richards, W. 1971 *Anomalous stereoscopic depth perception*, «Journal of the Optical Society of America», 61, pp. 410-414.

Ridley, M., 1986, *The problems of evolution*, New York, Oxford University Press; trad. it., *problemi dell'evoluzione*, Roma, Laterza, 1989.

– 1993, *The red queen: Sex and the evolution of human nature*, New York, Macmillan. Rips, L.J., 1989, *Similarity, typicality, and categorization*, in S. Vosniadou & A. Ortony (a cura di), *Similarity and analogical reasoning*, New York, Cambridge University Press.

– 1994, *The psychology of proof*, Cambridge, Mass., MIT Press. Rock, I., 1973, *Orientation and form*, New York, Academic

Press.

– 1983 *The logic of perception*, Cambridge, Mass., MIT Press. Rogers, A.R., 1994, *Evolution of Urne preference by natural selection*, «American Economic Review», 84, pp. 460-481.

Rosch, E., 1978, *Principles of categorization*, in E. Rosch & B.B. Lloyd (a cura di), *Cognition and categorization*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Rose, M., 1980, *The mental arms race amplifier*, «Human Ecology», 8, pp. 285-293.

Rose, S., 1978, *Pre-Copernican sociobiology?*, «New Scientist», 80, pp. 45-46.

Rosenbaum, R., 1995, *Explaining Hitler*, «New Yorker», 1° maggio, pp. 50-70.

Rothbart, M.K., 1977, *Psychological approaches to the study of humor*, in Chapman & Foot, 1977.

Rozin, P., 1976, *The evolution of intelligence and access to the cognitive*

*unconscious*, in J.M. Sprague & A.N. Epstein (a cura di), *Progress in psychobiology and physiological psychology*, New York, Academic Press.

– 1996 *Towards a psychology of food and eating: From motivation to module to model to marker, morality, meaning, and metaphor*, «Current Directions in Psychological Science», 5, pp. 18-24.

Rozin, P., & Fallon, A., 1987, *A perspective on disgust*, «Psychological Review», 94, pp. 23-41.

Rumelhart, D.E., Hinton, G.E., & Williams, R.J., 1986, *Learning representations by back-propagating errors*, «Nature», 323, pp. 533-536.

Rumelhart, D.E., & McClelland, J.L., 1986a, *PDP models and general issues in cognitive science*, in Rumelhart, McClelland & the PDP Research Group, 1986.

– 1986b, «On learning the past tenses of

English verbs. Implicit rules or parallel distributed processing?», in Rumelhart, McClelland & the PDP Research Group, 1986.

Rumelhart, D., McClelland, J., & the PDP Research Group, 1986, *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition*, vol. 1, *Foundations*, Cambridge, Mass., MIT Press; trad. it., parziale *PDP. Microstrutture dei processi cognitivi*, Bologna, Il Mulino, 1991.

Ruse, M., 1986, *Biological species: Natural kinds, individuals, or what?*, «British Journal of the Philosophy of Science», 38, pp. 225-242.

Russell, J.A., 1994, *Is there universal recognition of emotion from facial expression? A review of cross-cultural studies*, «Psychological Bulletin», 115, pp. 102-141.

Ryle, G., 1949, *The concept of mind*, London, Penguin. Sacks, O., & Wasserman, R.,

1987, *The case of the colorblind painter*, «New York Review of Books», 34, pp. 25-34.

Sanford, G.J., 1994, *Straight lines in nature, Visalia, California*, «Valley Voice», 2 novembre, ripubblicato come *Nature's straight lines*, «Harper's», 289, febbraio 1995, p. 25.

Schacter, D.L., 1996, *Searching for memory: The brain, the mind, and the past*, New York, Basic Books.

Schanck, R.C., 1982, *Dynamic memory*, New York, Cambridge University Press. Schanck, R.C., & Riesbeck, C.K., 1981, *Inside computer understanding: Five programs plus miniatures*, Hillsdale, N.J., Erlbaum; trad. it., *Computer cognitivo*, Firenze, Giunti, 1989.

Schellenberg, E.G., & Trehub, S.E., 1996, *Natural musical intervals: Evidence from infant listeners*, «Psychological Science», 7, pp. 272-277.

Schelling, T.C., 1960, *The strategy of*



*conflict*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

– 1984 *The intimate contest for self-command*, in T.C. Schelling, *Choice and consequence: Perspectives of an errant economist*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Schutz, C.E., 1977, *The psychologic of political humor*, in Chapman & Foot, 1977.

Schwartz, S.P., 1979, *Natural kind terms*, «Cognition», 7, pp. 301-315.

Searle, J.R., 1983, *The word turned upside down*, «New York Review of Books», 27 ottobre, pp. 74-79.

– 1993, *Rationality and realism: What is at stake?*, «Daedalus», 122, pp. 55-83.

– 1995, *The mystery of consciousness*, «New York Review of Books», 2 novembre, pp. 60-66; 16 novembre, pp. 54-61.

Searle, J.R., & commentators, 1980, *Minds, brains, and programs*, «The Behavioral and

Brain Sciences», 3, pp. 417-457.

– 1992, *Consciousness, explanatory inversion, and cognitive science*, «Behavioral and Brain Sciences», 13, pp. 585-642.

Segal, S., & Fusella, V., 1970, *Influence of imaged pictures and sounds on detection of visual and auditory signals*, «Journal of Experimental Psychology», 83, pp. 458-464.

Seligman, M.E.P., 1971, *Phobias and preparedness*, «Behavior Therapy», 2, pp. 307-320.

*The Seville Statement on Violence*, 1990, «American Psychologist», 45, pp. 1167-1168.

Shapiro, J.A., 1995, *Adaptive mutation: Who's really in the garden?*, «Science», 268, pp. 373-374.

Shastri, L., Ajjanagadde, V., & commentators, 1993, *From simple associations to systematic reasoning: A connectionist representation of rules, variables, and dynamic bindings using*

*temporal synchrony*, «Behavioral and Brain Sciences», 16, pp. 417-494.

Shepard, R.N., 1978, *The mental image*, «American Psychologist», 33, pp. 125-137.

– 1987, *Toward a universal law of generalization for psychological science*, «Science», 237, pp. 1317-1323.

– 1990, *Mind sights: Original visual illusions, ambiguities, and other anomalies*, New York, W.H. Freeman.

Shepard, R.N., & Cooper, L.A., 1982, *Mental images and their transformations*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Sherif, M., 1966, *Group conflict and cooperation: Their social psychology*, London, Routledge & Kegan Paul.

Sherry, D.F., & Schacter, D.L., 1987, *The evolution of multiple memory systems*, «Psychological Review», 94, pp. 439-454.

Shimojo, S., 1993, *Development of interocular vision in infants*, in Simons, 1993.

Shostak, M., 1981, *Nisa: The life and words of a !Kung woman*, New York, Vintage.

Shoumatoff, A., 1985, *The mountain of names: A history of the human family*, New York, Simon & Schuster.

Shreeve, J., 1992, *The dating game*, «Discover», settembre.

Shultz, T.R., 1977, *A cross-cultural study of the structure of humor*, in Chapman & Foot.

Shweder, R.A., 1994, "You're not sick, you're just in love": *Emotion as an interpretive system*, in Ekman & Davidson, 1994.

Simon, H.A., 1969, *The architecture of complexity*, in H.A. Simon, *The sciences of the artificial*, Cambridge, Mass., MIT Press; trad. it., *Le scienze dell'artificiale*, Bologna, Il Mulino, 1988.

Simon, H.A., & Newell, A., 1964, *Information processing in computer and man*, «American Scientist», 52, pp. 281-300.

Simons, K., 1993, (a cura di), *Early visual development: Normal and abnormal*, New York, Oxford University Press.

Singh, D., 1993, *Adaptive significance of female physical attractiveness: Role of waist-to-hip ratio*, «Journal of Personality and Social Psychology», 65, pp. 293-307.

– 1994, *Ideal female body shape: Role of body weight and waist-to-hip ratio*, «International Journal of Eating Disorders», 16, pp. 283-288.

– 1995, *Ethnic and gender consensus for the effect of waist-to-hip ratio on judgment of women's attractiveness*, «Human Nature», 6, pp. 51-65.

Sinha, P., 1995, *Perceiving and recognizing three-dimensional forms*, tesi di laurea, Department of Electrical Engineering and Computer Science, MIT.

Sinha, P., & Adelson, E.H., 1993a, *Verifying the «consistency» of shading patterns and 3D*

*structures*, «Proceedings of the IEEE Workshop on Qualitative Vision, New York», Los Alamitos, Calif., IEEE Computer Society Press.

– 1993b, *Recovering reflectance and illumination in a world of painted polyhedra*, «Proceedings of the Fourth International Conference on Computer Vision, Berlin», Los Alamitos, Calif., IEEE Computer Society Press.

Sloboda, J.A., 1985, *The Musical mind: The cognitive psychology of music*, New York, Oxford University Press; trad. it., *La mente musicale: psicologia cognitivista della musica*, Bologna, Il Mulino, 1998.

Smith, E.E., & Medin, D.L., 1981, *Categories and concepts*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Smith, E.E., Langston, C., & Nisbett, R., 1992, *The case for rules in reasoning*, «Cognitive Science», 16, pp. 1-40.

Smolensky, P., 1990, *Tensor product variable binding and the representation of symbolic structures in connectionist systems*, «Artificial Intelligence», 46, pp. 159-216.

– 1995, *Reply: Constituent structure and explanation in an integrated connectionist/symbolic cognitive architecture*, in C. MacDonald & G. MacDonald (a cura di), *Connectionism: Debates on Psychological Explanations*, vol. 2, Cambridge, Mass., Blackwell.

Smolensky, P., & commentators. 1988. *On the proper treatment of connectionism*, «Behavioral and Brain Sciences», 11, pp. 1-74.

Sober, E.. 1984a, (a cura di). *Conceptual issues in evolutionary biology*, Cambridge, Mass., MIT Press.

– 1984b, *The nature of selection: Evolutionary theory in philosophical focus*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Solso, R., 1994, *Cognition and the visual*

arts, Cambridge, Mass., MIT Press. Sommers, C.H., 1994, *Who stole feminism?*, New York, Simon & Schuster.

Sowell, T., 1995, *The vision of the anointed: Self-congratulation as a basis for social policy*, New York, Basic Books.

Spelke, E., 1995, *Initial knowledge: Six suggestions*, «Cognition», 50, pp. 433-447.  
Spelke, E.S., Breinlinger, K., Macomber, J., & Jacobson, K., 1992, *Origins of knowledge*, «Psychological Review», 99, pp. 605-632.

Spelke, E.S., Phillips, A., & Woodward, A.L., 1995, *Infants' knowledge of object motion and human action*, in Sperber, Premack & Premack, 1995.

Spelke, E., Vishton, P., & von Hofsten, C., 1995, *Object perception, object-directed action, and physical knowledge in infancy*, in Gazzaniga, 1995.

Sperber, D., 1982, *Apparently irrational beliefs*, in M. Hollis & S. Lukes (a cura di),



*Rationality and relativism*, Cambridge, Mass., Blackwell.

– 1985, *Anthropology and psychology: Towards an epidemiology of representations*, «Man», 20, pp. 73-89.

Sperber, D., Cara, F., & Girotto, V., 1995, *Relevance theory explains the selection task*, «Cognition», 57, pp. 31-95.

Sperber, D., Premack, D., & Premack, A.J., 1995, (a cura di), *Causal cognition*, New York, Oxford University Press.

Sperber, D., & Wilson, D., 1986, *Relevance: Communication and cognition*, Cambridge, Mass., Harvard University Press; trad. it., *La pertinenza*, Milano, Anabasi, 1993.

Staddon, J.E.R., 1988, *Learning as inference*, in R.C. Bolles & M.D. Beecher (a cura di), *Evolution and learning*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Stenning, K., & Oberlander, J., 1995, *A cognitive theory of graphical and linguistic*

*reasoning: Logic and implementation*, «Cognitive Science», 19, pp. 97-140.

Sterelny, K., & Kitcher, P., 1988, *The return of the gene*, «Journal of Philosophy», 85, pp. 339-361.

*Stereogram*, 1994, San Francisco, Cadence Books.

Stevens, A., & Coupe, P., 1978 *Distortions in judged spatial relations*, «Cognitive Psychology», 10, pp. 422-437.

Storr, A., 1992, *Music and the mind*, New York, HarperCollins. Stringer, C., 1992, *Evolution of early humans*, in Jones, Martin & Pilbeam, 1992.

Stryker, M.P., 1993, *Retinal cortical development: Introduction*, in Simons, 1993.

– 1994, *Precise development from imprecise rules*, «Science», 263, pp. 1244-1245.

Subbiah, I., Veltri, L., Liu, A., & Pentland, A., 1996, *Paths, landmarks, and edges as*

*reference frames in mental maps of simulated environments*, CBR-Technical Report 96-4, Cambridge Basic Research, Nissan Research & Development, Inc.

Sullivan, W., 1993, *We are not alone: The continuing search for extraterrestrial intelligence*, edizione riveduta, New York, Penguin; trad. it., *Non siamo soli: Ricerca di una vita intelligente in altri mondi*, Milano, Garzanti, 1966.

Sulloway, F.J., 1995, *Birth order and evolutionary psychology: A meta-analytic overview*, «Psychological Inquiry», 6, pp. 75-80.

– 1996, *Born to rebel: Family conflict and radical genius*, New York, Pantheon; trad. it., *Fratelli maggiori, fratelli minori*, Milano, Mondadori, 1998.

*Superstereogram*, 1994, San Francisco, Cadence Books. Sutherland, S., 1992, *Irrationality: The enemy within*, London,

Penguin. Swisher, C.C., III, Rink, W.J., Antón, S.C., Schwarcz, H.P., Curtis, G.H., Surpijo, A., & Widiasmoro.

– 1996, *Latest Homo erectus of Java: Potential contemporaneity with Homo sapiens in Southeast Asia*, «Science», 274, pp. 1870-1874.

Symons, D., 1978, *Play and aggression: A study of rhesus monkeys*, New York, Columbia University Press.

– 1979, *The evolution of human sexuality*, New York, Oxford University Press; trad. it., *L'evoluzione della sessualità umana*, Roma, Armando, 1983.

– 1992, *On the use and misuse of Darwinism in the study of human behavior*, in Barkow, Cosmides & Tooby, 1992.

– 1993, *The stuff that dreams aren't made of: Why wake-state and dream-state sensory experiences differ*, «Cognition», 47, pp. 181-217.

– 1995, *Beauty is in the adaptations of the beholder: The evolutionary psychology of human female sexual attractiveness*, in PR. Abramson & S.D. Pinkerton (a cura di), *Sexual nature, sexual culture*, Chicago, University of Chicago Press.

Symons, D., & commentators, 1980, riassunto di *The evolution of human sexuality*, «Behavioral and Brain Sciences», 3, pp. 171-214.

Tajfel, H., 1981, *Human groups and social categories*, New York, Cambridge University Press; trad. it., *Gruppi umani e categorie sociali*, Bologna, Il Mulino, 1995.

Talmy, L., 1985, *Lexicalization patterns: Semantic structure in lexical forms*, in T. Shopen (a cura di), *Language typology and syntactic description*, vol. 3, *Grammatical categories and the lexicon*, New York, Cambridge University Press.

– 1988, *Force dynamics in language and*

*cognition*, «Cognitive Science», 12, pp. 49-100.

Tan, E.S., 1996, *Emotion and the structure of narrative film*, Hillsdale, N.J., Erlbaum.

Tarr, M.J., 1995, *Rotating objects to recognize them: A case study on the role of viewpoint dependency in the recognition of three-dimensional shapes*, «Psychonomic Bulletin and Review», 2, pp. 55-82.

Tarr, M.J., & Black, M.J., 1994a, *A computational and evolutionary perspective on the role of representation in vision*, «Computer Vision, Graphics, and Image Processing: Image Understanding», 60, pp. 65-73.

– 1994b, *Reconstruction and purpose*, «Computer Vision, Graphics, and Image Processing: Image Understanding», 60, pp. 113-118.

Tarr, M.J., & Bühlhoff, H.H., 1995, *Is human object recognition better described by geon-*

*structural-descriptions or by multiple views?*, «Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance», 21, pp. 1494-1505.

Tarr, M.J., & Pinker, S., 1989, *Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition*, «Cognitive Psychology», 21, pp. 233-282.

– 1990, *When does human object recognition use a viewer-centered reference frame?*, «Psychological Science», 1, pp. 253-256.

Thorn, F., Gwiazda, J., Cruz, A.A.V, Bauer, J.A., & Held, R., 1994, *The development of eye alignment, convergence, and sensory binocularity in young infants*, «Investigative Ophthalmology and Visual Science», 35, pp. 544-553.

Thornhill, N., & commentators, 1991, *An evolutionary analysis of rules regulating human inbreeding and marriage*, «Behavioral

and Brain Sciences», 14, pp. 247-293.

Timney, B.N., 1990, *Effects of brief monocular occlusion on binocular depth perception in the cat: A sensitive period for the loss of stereopsis*, «Visual Neuroscience», 5, pp. 273-280.

Titchener, E.B., 1909, *Lectures on the experimental psychology of the thought processes*, New York, Macmillan.

Tooby, J., 1976a, *The evolutionary regulation of inbreeding*, Institute for Evolutionary Studies Technical Report 76(1), University of California, Santa Barbara, pp. 1-87.

– 1976b, *The evolutionary psychology of incest avoidance*, Institute for Evolutionary Studies Technical Report 76(2), University of California, Santa Barbara, pp. 1-92.

– 1982, *Pathogens, polymorphism, and the evolution of sex*, «Journal of Theoretical Biology», 97, pp. 557-576.



– 1985, *The emergence of evolutionary psychology*, in D. Pines (a cura di), *Emerging syntheses in science*, Santa Fe, N.M., Santa Fe Institute.

– 1988, *The evolution of sex and its sequelae*, tesi di laurea, Harvard University.

Tooby, J., & Cosmides, L., 1988, *The evolution of war and its cognitive foundations*, relazione presentata all'incontro annuale della Human Behavior and Evolution Society, Ann Arbor, Mich., Institute for Evolutionary Studies Technical Report 88-1, Santa Barbara, University of California.

– 1989, *Adaptation versus phylogeny: The role of animal psychology in the study of human Behavior*, «International Journal of Comparative Psychology», 2, pp.105-118.

– 1990a, *The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environments*, «Ethology and Sociobiology», 11,375-424.

– 1990b, *On the universality of human nature and the uniqueness of the individual: The role of genetics and adaptation*, «Journal of Personality», 58, pp. 17-67.

– 1992, *Psychological foundations of culture*, in Barkow, Cosmides & Tooby, 1992.

– 1993, *Cognitive adaptations for threat, cooperation, and war*, prolusione all'incontro annuale della Human Behavior and Evolution Society, Binghamton, New York, 6 agosto.

– 1996, *Friendship and the Banker's Paradox: Other pathways to the evolution of adaptations for altruism*, in J. Maynard Smith (a cura di), *Proceedings of the British Academy: Evolution of social behavior patterns in primates and man*, London, British Academy.

– 1997, *Ecological rationality and the multimodular mind: Grounding normative theories in adaptive problems*, ms. inedito, University of California, Santa Barbara.

Tooby, J., & DeVore, I., 1987, *The reconstruction of hominid evolution through strategic modeling*, in W.G. Kinzey (a cura di), *The evolution of human behavior: Primate models*, Albany, N.Y., SUNY Press.

Treisman, A., 1988, *Features and objects*, «Quarterly Journal of Experimental Psychology», 40A, pp. 201-237.

Treisman, A., & Gelade, G., 1980, *A feature-integration theory of attention*, «Cognitive Psychology», 12, pp. 97-136.

Treisman, M., 1977, *Motion sickness: An evolutionary hypothesis*, «Science», 197, pp. 493-495.

Tributsch, H., 1982, *How life learned to live: Adaptation in nature*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Trinkaas, E., 1992, *Evolution of human manipulation*, in Jones, Martin & Pilbeam, 1992.

Trivers, R., 1971, *The evolution of*

*reciprocal altruism*, «Quarterly Review of Biology», 46, pp. 35-57.

– 1981, *Sociobiology and politics*, in E. White (a cura di), *Sociobiology and human politics*, Lexington, Mass., D.C. Heath.

– 1985, *Social evolution*, Reading, Mass., Benjamin/Cummings.

Turing, A.M., 1950, *Computing machinery and intelligence*, «Mind», 59, pp. 433-460.

Turke, P.W., & Betzig, L.L., 1985, *Those who can do: Wealth, status, and reproductive success on Ifaluk*, «Ethology and Sociobiology», 6, pp. 79-87.

Tumer, M., 1991, *Reading minds: The study of English in the age of cognitive science*, Princeton, Princeton University Press.

Tversky, A., & Kahneman, D., 1974, *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*, «Science», 185, pp. 1124-1131.

– 1983, *Extensions versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in*

probability judgment, «Psychological Review», 90, pp. 293-315.

Tye, M., 1991, *The imagery debate*, Cambridge, Mass., MIT Press.

Tyler, C.W., 1983, *Sensory processing of binocular disparity*, in C.M. Schor & K.J. Ciuffreda (a cura di), *Vergence eye movements: Basic and clinical aspects*, London, Butterworths.

– 1991, *Cyclopean vision*, in D. Regan (a cura di), *Vision and visual dysfunction*, vol. 9, *Binocular vision*, New York, Macmillan.

– 1995, *Cyclopean riches: Cooperativity, neuronotropy, hysteresis, stereo-attention, hyperglobality, and hypercyclopean processes in random-dot stereopsis*, in Papathomas, Chubb, Gorea & Kowler (a cura di), 1995.

Ullman, S., 1984, *Visual routines*, «Cognition», 18, pp. 97-159, ripubb. in Pinker, 1984b.

– 1989, *Aligning pictorial descriptions: An approach to object recognition*, «Cognition», 32, pp. 193-254.

– van den Berghe, P.F., 1974, *Human family systems: An evolutionary view*, Amsterdam, Elsevier.

– 1995, *Concurrent processing in the primate visual cortex*, in Gazzaniga, 1995.

Veblen, T., 1899/1994, *The theory of the leisure class*, New York, Penguin; trad. it., *La teoria della classe agiata: studio economico sulle istituzioni*, Torino, Edizioni di Comunità, 1999.

Wallace, B., 1984, *Apparent equivalence between perception and imagery in the production of various visual illusions*, «Memory and Cognition», 12, pp. 156-162.

Waller, N.G., 1994, *Individual differences in age preferences in mates*, «Behavioral and Brain Sciences», 17, pp. 578-581.

Wandell, B.A., 1995, *Foundations of vision*,

Sunderland, Mass., Sinauer.

Wason, P., 1966, *Reasoning*, in B.M. Foss (a cura di), *New horizons in psychology*, London, Penguin; trad. it., *I nuovi orizzonti della psicologia*, Torino, Boringhieri, 1973.

Wehner, R., & Srinivasan, M.V., 1981, *Searching behavior of desert ants, genus, Cataglyphis* (Formicidae, Hymenoptera), «Journal of Comparative Physiology», 142, pp. 315-338.

Weiner, J., 1994, *The beak of the finch*, New York, Vintage; trad. it., *Il becco del fringuello: giorno per giorno l'evoluzione delle specie*, Milano, Mondadori, 1995.

Weinshall, D., & Malik, J., 1995, *Review of computational models of stereopsis*, in Papathomas, Chubb, Gorea & Kowler (a cura di), 1995.

Weisberg, R., 1986, *Creativity: Genius and other myths*, New York, Freeman.

Weisfeld, C.E., 1993 *The adaptive value of*

*humor and laughter*, «Ethology and Sociobiology», 14, pp. 141-169.

Weizenbaum, J., 1976, *Computer power and human reason*, San Francisco, W-H. Freeman; trad. it., *Il potere del computer e la ragione umana*, Torino, Gruppo Abele, 1987.

White, R., 1989, *Visual thinking in the Ice Age*, «Scientific American», luglio.

Whitehead, B.D., 1994, *The fallure of sex education*, «Atlantic Monthly», 274, pp. 55-61.

Whittlesea, B.W.A., 1989, *Selective attention, variable processing, and distributed representation: Preserving particular experiences of general structures*, in Morris, 1989.

Wierzbicka, A., 1994, «Cognitive domains and the structure of the lexicon: The case of the emotions», in Hirschfeld & Gelman, 1994a.

Wilczek, F., 1994, *A call for a new physics*, recensione a R. Penrose, *The emperor's new*



*mind*, «Science», 266, pp. 1737-1738.

Wilford, J.N., 1985, *The riddle of the dinosaur*, New York, Random House; trad. it., *L'enigma dei dinosauri*, Milano, Longanesi, 1987.

Williams, G.C., 1966, *Adaptation and natural selection: A critique of some current evolutionary thought*, Princeton, N.J., Princeton University Press.

– 1992 *Natural selection: Domains, levels, and challenges*, New York, Oxford University Press.

Williams, G.C., & Williams, D.C., 1957, *Natural selection of individually harmful social adaptations among sibs with special reference to social insects*, «Evolution», 11, pp. 32-39.

Wilson, D.S., Sober, E., & commentators, 1994, *Re-introducing group selection to the human behavior sciences*, «Behavioral and Brain Sciences», 17, pp. 585-608.

Wilson, E.O., 1975, *Sociobiology: The new synthesis*, Cambridge, Mass., Harvard University Press; trad. it., *Sociobiologia: la nuova sintesi*, Bologna, Zanichelli, 1983.

– 1994 *Naturalist*, Washington, D.C., Island Press.

Wilson, J.Q. 1993 *The moral sense*, New York, Free Press.

Wilson, J.Q., & Herrnstein, R.J., 1985 *Crime and human nature*, New York, Simon & Schuster.

Wilson, M., & Daly, M., 1992, *The man who mistook his wife for a chattel*, in Barkow, Cosmides & Tooby, 1992.

Wimmer, H., & Perner, J., 1983, *Beliefs about beliefs: Representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception*, «Cognition», 13, pp. 103-128.

Winograd, T., 1976, *Towards a procedural understanding of semantics*, «Revue

Internationale de Philosophie», 117-118, pp. 262-282.

Wolfe, T., 1975, *The painted word*, New York, Bantam Books. Wootton, R.J., 1990, *The mechanical design of insect wings*, «Scientific American», novembre.

Wright, L., 1995, *Double mystery*, «New Yorker», 7 agosto, pp. 45-62.

Wright, R., 1988, *Three scientists and their gods: Looking for meaning in an age of information*, New York, HarperCollins.

– 1994a, *The moral animal. Evolutionary psychology and everyday life*, New York, Pantheon.

– 1994b *Feminists, meet Mr Darwin*, «New Republic», 28 novembre.

– 1995 *The biology of violence*, «New Yorker», 13 marzo, pp. 67-77.

Wynn, K., 1990, *Children's understanding of counting*, «Cognition», 36, pp. 155-193.

– 1992 *Addition and subtraction in human*

infants, «Nature», 358, pp. 749-750.

Yellen, J.E., Brooks, A.S., Cornelissen, E., Mehlman, M.J., & Steward, K., 1995, *A Middle Stone Age worked bone industry from Katanda, Upper Semliki Volley, Zaire*, «Science», 268, pp. 553-556.

Young, A.W., & Bruce, V., 1991, *Perceptual categories and the computation of «grandmother»*, «European Journal of Cognitive Psychology», 3, pp. 5-49.

Young, L.R., Oman, C.M., Watt, D.G.D., Money, K.E., & Lichtenberg, B.K., 1984, *Spatial orientation in weightlessness and readaptation to earth's gravity*, «Science», 225, pp. 205-208.

Zahavi, A., 1975, *Mate selection-A selection for a handicap*, «Journal of Theoretical Biology», 53, pp. 205-214.

Zaitchik, D., 1990, *When representations conflict with reality: The preschooler's problem with false beliefs and «false»*

*photographs*, «Cognition», 35, pp. 41-68.

Zentner, M.R., & Kagan, J., 1996, *Perception of music by infants*, «Nature», 383, p. 29.

Zicree, M.S., 1989, *The Twilight Zone companion*, seconda edizione, Hollywood, Silman-James Press.

*The Marvelous Toy* by Tom Paxton. Copyright © 1961; Renewed 1989 by Cherry Lane Music Publishing Company, Inc. (ASCAP)/DreamWorks Songs (ASCAP). Worldwide rights for DreamWorks Songs administered by Cherry Lane Music Publishing Company, Inc. International Copyright Secured. All Rights Reserved. Used by permission of Cherry Lane Music Publishing Company, Inc.

*Automation* by Allen Sherman and Lou Busch. © WB Music Corp. (ASCAP) & Burning Bush Music (ASCAP). All Rights Reserved. Used by permission. Warner Bros. Publications U.S. Inc., Miami, FL 33014.

*They're Made of Meat* by Terry Bisson. Selection reprinted courtesy of Terry Bisson.

*The Hunter* by Ogden Nash. From *Verses From 1929 On* by Ogden Nash. Copyright 1949 by Ogden Nash. By permission of Little, Brown and Company.

*This Land is Your Land* Words and Music

by Woody Guthrie. TRO -©-Copyright 1956 (renewed), 1958 (renewed), 1970. Ludlow Music, Inc., New York, NY. Used by permission.

*Get Together* by Chet Powers. © 1963 (Renewed) Irving Music, Inc. (BMI). All Rights Reserved. Used by permission. Warner Bros. Publications U.S. Inc., Miami, FL 33014.

*Aquarius Music* by Galt MacDermot, Lyrics by James Rado and Gerome Ragni. Copyright © 1967, 1968 Renewed 1995, 1996. United Artist Music Co. Inc. and Channel H Productions. Rights assigned to EMI U Catalogue Partnership. All Rights Controlled and Administered by EMI Catalog Inc. (ASCAP) All Rights Reserved. International Copyright Secured. Used by permission.

*Imagine* by John Lennon. Copyright © 1971 by Lenono Music. All rights administered by Sony/ATV Music Publishing, 8 Music Square West, Nashville, TN 37203. All Rights

Reserved. Used by permission.

*Evr'y Time We Say Goodbye* by Cole Porter. © 1944 (Renewed) Chappell & Co. All Rights Reserved. Used by permission. Warner Bros. Publications U.S. Inc., Miami, FL 33014.



# INDICE

## *Prefazione*

### I. ATTREZZATURA BASE

La sfida dei robot

Un'ingegneria inversa della psiche

Psicologicamente correct

### II. MACCHINE PENSANTI

La ricerca di vita intelligente  
nell'Universo

Computazione naturale

Il campione in difesa

Sostituiti da una macchina

Connettoplasma

# La lampada di Aladino

## III. LA VENDETTA DEI BUONI A NULLA

Fatti intelligente

Il progettista della vita

Il programmatore cieco

Istinto e intelligenza

La nicchia cognitiva

Perché noi?

La moderna famiglia dell'età della  
pietra

E ora?

## IV. L'OCCHIO DELLA MENTE

Occhio profondo

Luci, ombre, forme

Vedere a due dimensioni e mezzo

Quadri di riferimento

Biscotti a forma di animali

Immagina un po'

## V. BUONE IDEE

Intelligenza ecologica

Scatolette

Curriculum essenziale

Un trivio

La mente metaforica

Eureka!

## VI. TESTE CALDE

Passione universale

Macchine emotive

La savana suburbana

Cibo del pensiero

L'odore della paura

Ingrata felicità

Il canto delle sirene

Io e tu

La macchina della fine del mondo

Pazzi d'amore

La società dei sentimenti

Autoinganni

## VII. I VALORI DELLA FAMIGLIA

Parenti

Genitori e figli

Fratelli e sorelle

Uomini e donne

Mariti e mogli

Rivali

Amici e conoscenti

Alleati e nemici

Umanità

## VIII. IL SENSO DELLA VITA

Arti e divertimento

Che c'è da ridere?

# Il curioso alla ricerca dell'inconcepibile

*Note*

*Bibliografia*