

La coppia azione e reazione. Il viaggio semantico di Jean Starobinski

Bernardino Fantini*

English Title: The semantic history of a couple. The action and reaction of the physician and the critic

Abstract: In the dense volume *Action and Reaction: The Life and Adventures of a Couple*, Jean Starobinski, using the two methods of his double formation, medicine, and literary criticism, reconstructs a complex 'semantic history' of the terms action and reaction, and of the couple they form, starting from the Newton's third law of dynamics. The adventures of this couple of concepts expand into all areas of science, art and everyday life and Starobinski follows their transformations and impact. An important part of this historical and semantic analysis is devoted to the life sciences, from biology and medicine to psychology and psychoanalysis.

A book is important for its contents but also for the absences, which push, almost force (by 'reaction') to new research and reflections. Thus, the enormous spectrum of problems treated and disciplines wonderfully analysed by Starobinski leaves aside two great 'scientific revolutions' of recent decades, which have placed in their theoretical core an original re-discussion of the classic action/reaction couple: the molecular revolution in biology and the emotional revolution in psychology. For the first, all the phenomena of life are controlled by a program made up of letters and words, a program detached from cellular metabolism, which acts without undergoing any reaction, thus splitting the couple. For psychology, an emotion is not a simple reaction to a triggering event, but a complex representative and communicative system, the result of evolution by natural selection.

Keywords: action & reaction; genetic program; evolution; emotion

1. Introduzione

Le numerose pubblicazioni di Jean Starobinski possono distribuirsi dalle due parti di un asse immaginario, a seconda dell'orientamento dei

* Professore emerito, Università di Ginevra
bernardino.fantini@unige.ch

metodi di analisi utilizzati, legati alla sua doppia formazione di medico e di letterato. Da una parte si situano i testi che prendono avvio da una analisi medica e scientifica di un problema, dall'altro i testi che, al contrario, utilizzano i metodi e lo sguardo del critico letterario e artistico, utilizzando l'ermeneutica come uno strumento per meglio comprendere e interpretare i testi letterari, medici e scientifici, l'arte e la musica, spingendosi sino all'analisi delle istituzioni e delle società che le producono.

Il primo grande classico di Starobinski sulla malinconia è la sua tesi di dottorato in medicina, pubblicata in volume per la prima volta nel 1960¹ e ripresa come primo capitolo della recente raccolta di saggi sulla malinconia². Così, lo studio medico della malinconia diviene uno strumento di analisi critica delle opere di Jean Jacques Rousseau, che Starobinski definisce in un'intervista come il suo "paziente più celebre". Lo stesso si può dire per un altro grande concetto, che unisce medicina, psicologia e letteratura, la nostalgia, analizzato dapprima come un concetto diagnostico in medicina e successivamente come un grande topos letterario e artistico³.

Questa doppia prospettiva di lettura è sintetizzata, unificata nel saggio *Azione e reazione. Vita e avventure di una coppia*⁴, che occupa una posizione particolare in questo panorama. Si tratta di uno studio sull'evoluzione storica e concettuale della coppia azione/reazione, nel quale i temi scientifici si mescolano con le definizioni e i dibattiti filosofici, le analisi stilistiche e linguistiche si uniscono in una sintesi profonda con le riflessioni politiche e sociali. E proprio dalla lettura di questo testo poliedrico e polivalente si misura la grande e profonda influenza che il pensiero e le pubblicazioni di Jean Starobinski hanno avuto nella cultura degli ultimi decenni.

In questo denso volume Jean Starobinski percorre un lungo cammino interpretativo attraverso un'enorme quantità di testi diversi, letti tutti con lo stesso rigore ermeneutico e di analisi semantica. I testi letterari,

¹ Jean Starobinski, *Histoire du traitement de la mélancolie de ses origines à 1900*, Ciba-Geigy, Basel 1960 (tr. it.: *Storia del trattamento della malinconia dalle origini al 1900*, Guerini, Milano 1990).

² J. Starobinski, *L'encre de la mélancolie*, La Librairie du XXI^e siècle, Le Seuil, Paris 2012 (tr. it. di Mario Marchetti, *L'inchiostro della malinconia*, Einaudi, Torino 2014).

³ J. Starobinski, *Le concept de nostalgie*, "Diogène", 54, 1966, pp. 92-115. Il tema è stato poi ripreso in un articolo molto più tardivo: J. Starobinski, *On nostalgia*, in Tom Cochrane, Bernardino Fantini e Klaus R. Scherer (eds.), *The Emotional Power of Music: Multidisciplinary Perspectives on Musical Arousal, Expression, and Social Control*, Oxford University Press, Oxford 2013, pp. 329-340.

⁴ J. Starobinski, *Action et réaction. Vie et aventures d'un couple*, Seuil, Paris 1999 (tr. it. *Azione e reazione. Vita e avventure di una coppia*, a cura di C. Colangelo, Einaudi, Torino 2001).

politici e filosofici vengono interpretati sulla base della trasposizione metaforica di concetti scientifici mentre la critica letteraria fornisce nuovi strumenti interpretativi di testi scientifici e clinici. L'analisi semantica del linguaggio, di cui Jean Starobinski è maestro, acquista in questo contesto un ruolo centrale. Il trattato sulla coppia azione/reazione si colloca direttamente nella linea dei grandi saggi semantici, sul modello proposto da Leo Spitzer, in particolare con le sue analisi storiche delle modifiche semantiche di parole come "armonia" o "Stimmung"⁵. Starobinski compie un lungo viaggio, attraverso cinque secoli, non solo ritrovando le pietre miliari di opere e autori, ma soprattutto indagando il loro contesto culturale, seguendo le tracce delle metamorfosi delle singole nozioni di "azione" e di "reazione", ma soprattutto della coppia costituita da queste due nozioni.

Il pensiero critico di Starobinski lavora molto spesso per coppie antagoniste: in questo caso azione / reazione, ma in altri saggi si trovano altre dicotomie, come trasparenza / ostacolo⁶, maschera / verità⁷, male / rimedio⁸. L'interpretazione scientifica e filosofica del mondo e degli eventi, almeno nel pensiero occidentale, fa molto spesso uso di dicotomie, che sembrano mantenersi costantemente presenti lungo tutta la storia della scienza e della cultura. Il pensiero occidentale, a partire dalla rivoluzione filosofica del V secolo a.C., abbandona le triadi tipiche di altre civiltà, corrispondenti ai tre tempi dell'essere, il passato, il presente e il futuro, o ai tre eventi fondamentali di un oggetto biologico, la nascita, la vita e la morte, adottando un modello binario che si basa su "coppie" di concetti, che si escludono e al tempo stesso si implicano e si integrano. Nella cultura occidentale, in effetti, analizzando i concetti e le metafore utilizzate nel discorso, si ritrova una serie di dicotomie fondamentali, presenti nel discorso scientifico e più in generale culturale, ma anche nel vissuto quotidiano, come, a titolo di esempio, essere e divenire; vita e morte; struttura

⁵ Leo Spitzer, *Classical and Christian Ideas of World Harmony. Prolegomena to an Interpretation of the Word "Stimmung"*, Johns Hopkins University Press, Baltimore 1963 (First ed. in 'Tradition', Cosmopolitan Science & Art Service, 1944). Starobinski ha scritto nel 1970 l'introduzione al volume di Spitzer *Études de style*, con il saggio "Leo Spitzer et la lecture stylistique", Gallimard, Paris 1973.

⁶ J. Starobinski, *Jean-Jacques Rousseau: La Transparence et l'Obstacle*, Plon, Paris 1957 (rééd. Gallimard, 1976; tr. it. *Jean-Jacques Rousseau. La trasparenza e l'ostacolo*, a cura di Rosanna Albertini, il Mulino, Bologna 1989).

⁷ J. Starobinski, *Interrogatoire du masque*, Galilée, Paris 2015.

⁸ J. Starobinski, *Le remède dans le mal. Critique et légitimation de l'artifice à l'âge des Lumières*, Gallimard, Paris 1989 (tr. it. di Antonio Martinelli, *Il rimedio nel male. Critica e legittimazione dell'artificio nell'età dei lumi*, Einaudi, Torino 1990).

e funzione; mente e corpo, forma e materia; individuo e specie; le parti e il tutto; continuità e discontinuità; individuale e universale; permanenza e variabilità. Esistono comunque anche modelli ternari per spiegare il mondo, dato che ognuna delle dicotomie elencate sopra potrebbe essere sciolta in tre parti. La dicotomia “essere e divenire”, ad esempio, può essere risolta in una triade: origine, permanenza e scomparsa. Analogamente, la dicotomia “vita e morte” si è trasformata a partire da Claude Bernard e dalla virologia, in un modello ternario di vita, non vita (o vita latente o potenziale) e morte⁹.

Nel linguaggio contemporaneo, dominato in grande parte dall'informatica, si usa separare i due poli concettuali con una barra. Almeno nel pensiero biologico, tuttavia, i due termini delle coppie dicotomiche, anziché essere separati da una barra, vanno uniti dalla congiunzione “e”. Si tratta infatti di dicotomie irrisolvibili, ineliminabili da ogni spiegazione, come i poli di un magnete, che si conservano distinti anche quando il magnete è spezzato e ridotto a dimissioni microscopiche. La “e” che lega insieme i due termini non è disgiuntiva, ma congiuntiva, non separa i due termini ma li congiunge, pur mantenendoli sempre presenti, distinti e identificabili. Nessun oggetto o evento biologico, nessuna funzione del vivente, normale o patologica, può essere compresa e spiegata senza tener conto di questo valore congiuntivo. Un organo è struttura e funzione, vita e morte sono inseparabili, perché la morte è condizione della vita e della sua evoluzione. Per questo, giustamente, Starobinski evita l'uso della barra e preferisce la congiunzione, Azione e Reazione.

2. *La vita di una coppia*

Il sottotitolo del saggio dedicato all'uso dei concetti di azione e reazione è “Vita e avventura di coppia”, ripreso da un passaggio di Balzac, nel quale il personaggio Louis Lambert, nel romanzo omonimo, afferma: “Quale bel libro non potremmo comporre raccontando la vita e le avventure di una parola?”. In questo saggio le metamorfosi delle singole parole vengono analizzate, ma quello che più interessa l'autore sono le vicende e le metamorfosi della coppia azione e reazione in quanto tale. I due termi-

⁹ Per il concetto di “vita latente” in Claude Bernard si veda Stéphane Tirard, *Histoire de la vie latente - Des animaux ressuscitants du XVIIIe siècle aux embryons congelés du XXe siècle*, Vuibert, Paris 2010. Un dibattito ancora in corso riguarda la natura vivente o no dei virus (André Lwoff, *The concept of virus*, “Journal of General Microbiology”, 17, 1957, pp. 239-253).

ni concettuali possono certamente avere ognuno una vita autonoma e lo stesso Starobinski si era interessato dapprima solo alla “reazione”¹⁰, studiando in particolare il passaggio del concetto dalla fisica alla psichiatria. I due termini possono essere studiati e seguiti separatamente nelle loro metamorfosi perché vi può essere azione senza reazione e reazione in assenza di qualsiasi azione (ad esempio si può reagire a una situazione di totale immobilismo, in politica o in economia). Tuttavia, non è la storia delle due parole che interessa l'autore ma la storia della coppia, perché i due termini della dicotomia hanno certo un'esistenza autonoma ma, come ogni volta in cui il tutto è più della somma delle parti, la coppia concettuale acquista una propria autonomia e ha specifici sviluppi concettuali.

Si tratta all'origine di una nozione scientifica ma il cui campo di applicazione si estende man mano attraverso i secoli, con prestiti e trasferimenti semantici e metaforici, che possono essere compresi solo seguendone, come fa magistralmente Starobinski, l'uso nei diversi comparti disciplinari e concettuali. Si tratta quindi di un percorso davvero multidisciplinare, se è ancora permesso utilizzare questo termine certamente abusato, perché l'uso dei termini e soprattutto della coppia, prima di divenire un luogo comune nella lingua quotidiana, si è diffusa in comparti disciplinari molto diversi, come fisica, chimica, medicina, biologia, psicologia, economia o filosofia politica.

Il lavoro di Starobinski utilizza una molteplicità di approcci interpretativi, dalla fenomenologia, all'etimologia e alla filosofia del linguaggio, senza tuttavia limitarsi a nessuno di essi. Egli stesso descrive la sua ricerca come “una storia semantica ad ampio raggio” il cui principio metodologico fondamentale consiste nel “rivolgere lo sguardo al linguaggio in cui sono stati descritti [i] fenomeni che precedono l'attenzione teorica che li capita” (p. 283). Si può tuttavia affermare che nel percorso interpretativo proposto dall'autore è il termine “reazione” ad essere al centro del percorso, innanzitutto poiché è una parola “in ritardo” (p. 9), in quanto è possibile risalire al momento esatto della sua “invenzione” come contraltare al ben più antico concetto di “azione”. A partire dalla scolastica, infatti, la coppia “*actio/reactio*” si sostituisce alla classica antitesi latina “*actio/passio*”.

L'obiettivo di Starobinski è quello di seguire le “avventure” della coppia azione e reazione, a partire dalla definizione di Newton nei *Principia*

¹⁰ J. Starobinski, *Le mot réaction de la physique à la psychiatrie*, “Diogène”, 93, 1976, pp. 3-30; Id., *La réaction et la machine animale* (Hobbes, Glisson, Buffon), in Annie Becq, Charles Porset, Alain Mothu (eds.), *Amicitia Scriptor*, Littérature, Histoire des Idées, Philosophie. Mélanges offerts à Robert Mauzi, Honoré Champion, Paris 1998, pp. 205-220.

(1687) del principio meccanico che associa una reazione a qualsiasi azione, di uguale intensità e direzione opposta. Ma la fisica newtoniana è solo un punto di partenza perché l'uso della coppia di concetti si amplia rapidamente alla chimica, alle scienze della vita (biologia, medicina, psichiatria), alle scienze umane (psicologia, economia, storia), sino alla politica.

Nel XVIII secolo, Diderot trasferisce la coppia dalla fisica alla chimica, legandola alla materia sensibile: nei corpi viventi tutto è azione e reazione, tutto è il risultato di dissoluzioni e combinazioni di tipo chimico. La nozione viene ripresa dalla biologia, dalla medicina e soprattutto dalla fisiologia, a partire da Francis Glisson sino all'azione riflessa di Pavlov, passando per Claude Bernard. Adattata con successo alla biologia e alla medicina, la coppia conquista rapidamente anche la psichiatria, da Cabanis sino a Breuer, Freud, Jung e Jaspers. E conformemente all'approccio giustamente totalizzante di Starobinski, la ricostruzione storica e l'analisi semantica passano dal già vasto panorama di un concetto filosofico e scientifico alle "avventure" della coppia in campo sociale e politico, quando alla coppia azione e reazione si collega l'altra coppia reazione e progresso, tutta centrata intorno al tema della "rivoluzione". E anche qui, gli autori trattati sono in gran numero, da Mirabeau a Nietzsche, passando per Kant, d'Holbach, Rousseau, Condorcet, Constant, Mme de Staël, Proudhon e Marx, con un'ampiezza di vedute sulla "vita e le avventure" che misura la profondità di pensiero di Starobinski. Scivolamenti analoghi si hanno anche nella religione, con la Controriforma come reazione all'azione della Riforma, ma si usa frequentemente anche in contesti artistici e musicali, dalla "reazione contro l'accademismo" degli impressionisti all'attribuzione a Brahms di un carattere "progressivo" da parte del rivoluzionario Arnold Schönberg¹¹.

I due estremi della narrazione del campo semantico della coppia azione e reazione, la fisica e la chimica da una parte, la politica e le scienze sociali e umane dall'altra, sono al di fuori del campo di interesse di questo contributo, che si concentra invece sul mondo del vivente, dalla biologia alla psicologia. Un campo, quello dei sistemi viventi, che resta comunque centrale tanto da imporre persino alla coppia linguistica azione e reazione una metafora del vivente, dato che tale coppia ha una "vita" e delle "avventure".

Un libro è importante per i suoi contenuti ma anche per le assenze, che spingono, quasi costringono (per "reazione") a nuove ricerche e riflessioni.

¹¹ Arnold Schönberg, "Brahms the Progressive" (1947), in *Style and Idea, Selected Writings*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles 1982.

Così, l'enorme spettro dei problemi e delle discipline magnificamente analizzate da Jean Starobinski, delimitato dalla sua formazione e dai suoi interessi specifici, lascia da parte due grandi "rivoluzioni scientifiche" degli ultimi decenni, che hanno collocato nel loro nucleo teorico proprio un'originale ridiscussione della classica coppia azione e reazione. Si tratta della rivoluzione molecolare in biologia e la rivoluzione emozionale in psicologia.

3. *La coppia esemplare "azione e reazione" in biologia e il suo scioglimento*

Per meglio comprendere la natura della spiegazione scientifica proposta dalla biologia molecolare e la particolarità dei concetti teorici introdotti si possono seguire i destini di tre metafore che si sono succedute nelle successive fasi di sviluppo di questa disciplina: il cristallo dopo la scoperta della doppia elica del DNA, la freccia per la teorizzazione del dogma centrale della biologia molecolare e del modello dell'operone e infine la metafora del "libro della vita" per la genomica.

Le metafore non servono solo come esempi, per illustrare un'idea o una teoria, ma sono componenti centrali della nostra comprensione della realtà e fungono da "organizzatori" della conoscenza e del comportamento individuale e soprattutto collettivo¹². Di conseguenza, le metafore sono intrinsecamente legate al modo in cui guardiamo e spieghiamo il mondo. Ci si deve quindi interrogare sulle origini delle metafore dominanti, sul perché della loro scelta e del loro successo, sul loro statuto epistemologico, cioè sul ruolo che esse svolgono nella costruzione del sapere. Pur essendo costruzioni immaginarie e teoriche, le metafore non sono arbitrarie, in quanto sono necessariamente basate su esperienze empiriche e su domini epistemici condivisi, altrimenti il loro valore esplicativo e comunicativo sarebbe nullo. E inversamente le metafore servono per costruire gli oggetti stessi del discorso e il modo di rapportarsi alla realtà, oggetti che acquisteranno una loro autonomia, una loro originalità e una loro storia.

Nella scienza contemporanea le idee più innovative sono rappresentate e descritte in forma di immagini, schemi o icone. Le immagini sono considerate strumenti essenziali per esprimere modi di pensare e facilitare la

¹² Max Black, *Models and Metaphors*, Cornell University Press, Ithaca 1962; Zoltán Kövecses, *Metaphor in Culture: Universality and Variation*, Cambridge University Press, Cambridge 2005; Paul Ricoeur, *La métaphore vive*, Le Seuil, Paris 1975.

comunicazione scientifica. Le immagini e gli schemi sono forme speciali di metafore, e in quanto tali trasportano significati, suggeriscono somiglianze e differenze, ed implicano enunciati teorici. In effetti, le immagini iconiche sono implicate nella nostra comprensione della scienza e ogni visualizzazione è già l'enunciato di una teoria. Le icone, come la *Scala Naturae*, l'albero dell'evoluzione, i cicli biochimici o la doppia elica, hanno quindi uno statuto epistemico particolarmente rilevante nella scienza.

Nelle immagini proposte dalla biologia teorica nella prima metà del XX secolo l'organismo era rappresentato come un vortice, nel senso che la sua struttura era mantenuta da un flusso di materia e di energia¹³. Per i biologi molecolari, invece, la complessità e il significato biologico della struttura è controllata da un programma genetico trasportato e riprodotto da molecole stabili autoriproducentesi. In altre parole, il vortice è controllato da un cristallo che permette la stabilità del sistema e specialmente la sua replicazione, specificità ed evoluzione. Le classiche metafore del vortice e del cristallo sono unificate, grazie alla divisione del lavoro fra proteine e acidi nucleici¹⁴.

L'ampio uso dell'immagine della freccia nei modelli esplicativi in biologia molecolare è legata all'idea che il controllo dei fenomeni biologici è dovuto a un trasferimento di informazione, di una sequenza di "lettere" con una struttura lineare, come il linguaggio. La rilevanza delle topologie lineari in biologia molecolare è evidente nella soluzione proposta per la replicazione e l'espressione dell'informazione genetica. L'auto-riproduzione dell'informazione genetica è assicurata dalla replica esatta delle sequenze lineari di nucleotidi nella doppia elica del DNA. Il principio di "colinearità", cioè la corrispondenza esatta, residuo per residuo, fra due topologie monodimensionali, la sequenza di nucleotidi negli acidi nucleici e quella degli aminoacidi nelle proteine, spiega la sintesi proteica e la costruzione della forma¹⁵. Come scrive François Jacob, l'efficienza della riproduzione molecolare è dovuta ad una relazione univoca tra la disposizione lineare della doppia sequenza del DNA, che assicura l'auto-riproduzione del materiale genetico, e la sequenza di aminoacidi nelle

¹³ Donna Jeanne Haraway, *Crystals, Fabrics, and Fields: Metaphors of Organicism in 20th Century Developmental Biology*, Yale University Press, New Haven 1976.

¹⁴ Questo mutamento di paradigma è evidente anche in semplici cambiamenti iconografici, come nelle copertine dei libri di biochimica e di biologia. Sino alla metà degli anni '50 del XX secolo tali copertine sono quasi sempre dense di cicli chimici, in particolare il ciclo di Krebs, ma successivamente è il cristallo a doppia elica del DNA che diventa il protagonista pressoché unico.

¹⁵ Francis Harry Compton Crick, *On Protein Synthesis*, "Symposium of the Society for Experimental Biology", 12, 1958, pp. 138-167.

proteine, che costruiscono a loro volta le strutture tridimensionali. La semplicità di una sequenza permette la riproduzione della complessità spaziale e nel mondo vivente “l’ordine dell’ordine è lineare”¹⁶.

La specificità del DNA è legata alla sequenza lineare delle basi lungo l’elica. Come scrivono Watson e Crick nel secondo articolo in cui annunciano la scoperta della doppia elica:

Un materiale genetico deve [...] duplicarsi e deve esercitare un’influenza altamente specifica sulla cellula. Il nostro modello per il DNA suggerisce un meccanismo semplice per il primo processo, ma al momento non siamo capaci di vedere come esso svolga il secondo compito. Crediamo, tuttavia, che la sua specificità sia espressa dalla precisa sequenza delle coppie di basi. Lo scheletro del nostro modello è altamente regolare e la sequenza è il solo carattere che può trasportare l’informazione genetica¹⁷.

Le frecce sono icone essenziali delle scienze biologiche contemporanee, in quanto rappresentano sempre dei processi dinamici, delle interazioni o degli scambi. Anche se la forma grafica di una freccia è sempre la stessa, in differenti contesti scientifici le frecce hanno significati differenti. Ad esempio, nello schema di una reazione chimica la freccia significa “trasformazione chimica”. Le specie chimiche si combinano in proporzioni date e questa combinazione produce specie chimiche differenti. In biochimica, come nello schema del ciclo di Krebs, un’icona delle scienze biochimiche, le frecce significano ancora “trasformazione chimica” ma nella citochimica, al contrario, le frecce significano “migrazione chimica” o “trasporto cellulare” con o senza trasformazione chimica. In altre discipline biologiche, le frecce hanno ancora altri significati. In ecologia, le frecce possono indicare le interazioni fra le differenti specie di un dato biotopo o i movimenti delle molecole nel “ciclo dell’acqua”. Nelle neuroscienze i diagrammi sono onnipresenti e in essi le frecce usualmente rappresentano la trasmissione di segnali lungo i percorsi nervosi. In parassitologia, le frecce indicano le differenti fasi del ciclo di vita di un parassita e la loro localizzazione all’interno del corpo umano, eventualmente in quello del vettore e nell’ambiente.

Un enunciato teorico di grande forza può essere considerato il “dogma centrale della biologia molecolare”, proposto da Francis Crick nel

¹⁶ François Jacob, *La logique du vivant. Une histoire de l’hérédité* Gallimard, Paris 1970 (*La logica del vivente. Storia dell’ereditarietà*, tr. it. di Aldo e Silvia Serafini, Einaudi, Torino 1971), p. 306 nell’edizione originale francese.

¹⁷ James D. Watson, F.H. Compton Crick, *Genetical implications of the structure of deoxyribonucleic acid*, “Nature”, 171, 1953, pp. 964-967, p. 967.

1958 nel citato articolo dal titolo “On Protein Synthesis”, basato su una conferenza data a Londra nel settembre del 1957 ad un simposio organizzato dalla Society for Experimental Biology sul tema “La replicazione biologica delle macromolecole”. Nell’ottobre del 1956 Crick aveva delineato questa idea in due paginette di note che portano il titolo “Ideas on Protein Synthesis (Oct. 1956)”¹⁸. In queste note è già presente l’espressione “Central Dogma” e anche lo schema grafico che lo rappresenta, con la stessa struttura formale e grafica che diventerà in seguito la presentazione standard del Dogma Centrale, schema grafico che si basa pressoché esclusivamente su frecce per indicare il trasferimento di informazione genetica.

Qual è allora il significato delle frecce nello schema del dogma centrale proposto da Francis Crick? Questo modello abbandona la tradizione biochimica che aveva dominato la spiegazione della sintesi proteica nei decenni precedenti, affermando che certamente nei sistemi biologici vi sono dei flussi di energia e di materia, oggetto di studio della chimica, ma c’è anche un terzo flusso, di informazione, e solo quest’ultimo è rilevante per la nuova spiegazione scientifica proposta dalla biologia molecolare.

Una discussione sistematica delle nostre conoscenze attuali sulla sintesi proteica può essere posta sotto tre titoli, ognuno relativo ad un flusso: il flusso di energia, il flusso di materia e il flusso di informazione. Non discuterò qui il primo. Dirò qualcosa sul secondo, ma sottolineerò particolarmente il terzo – il flusso di informazione¹⁹.

Questo stabilisce una marcata differenza tra due distinti processi, il trasferimento di informazione e la macchina chimica (i flussi di energia e di materia) implicata da tale trasferimento.

Con informazione intendo la specificazione della sequenza di amino acidi nella proteina. Il problema della codificazione è considerato come indipendente dai passi biochimici implicati, e riguarda solamente il trasferimento di informazione [...] La gran parte dei biochimici, nonostante siano piuttosto affascinati dal problema, non amano argomenti di questo tipo²⁰.

L’aspetto decisivo del “dogma centrale della biologia” è che la freccia è unidirezionale, l’informazione non passa mai dalle proteine agli acidi nucleici. Non esiste quindi la retro-azione (o re-azione). I modelli ciber-

¹⁸ Wellcome Library for the History and Understanding of Medicine. Francis Harry Compton Crick Papers, Box 74, Folder PP/CRI/H/2/6 (1956).

¹⁹ F.H. Crick, *On Protein Synthesis*, cit., p. 157.

²⁰ Ivi, p. 158.

netici basati sulla retroazione (feedback) funzionano perfettamente per il metabolismo cellulare, per le reazioni chimiche che producono tutti i fenomeni biologici, ma il controllo di tali reazioni non è un processo chimico-fisico ma informazionale²¹. Il risultato dei processi chimici cellulari non può re-agire sull'informazione genetica, perché, come dice John Maynard-Smith con una bella metafora, non si può incidere un disco urlando negli altoparlanti²².

Il concetto di programma, di memoria ereditaria, dà origine ad una dualità particolare, che si presenta nella classica dicotomia fra genotipo e fenotipo, fra il programma ereditario e la sua concreta realizzazione nei singoli caratteri degli individui. Il programma genetico, rappresentato esclusivamente dall'informazione contenuta nella doppia elica del DNA, ha una duplice funzione: da una parte è il risultato della storia evolutiva della specie, "condensando" per così dire tutte le esperienze passate, che vengono in questo modo trasmesse alle generazioni successive; dall'altra il programma rende gli organismi capaci di processi e di attività teleonomiche, dirette ad uno scopo, specificando l'ordine degli aminoacidi nella catena proteica e di conseguenza la loro struttura, dalla quale dipende la loro funzione.

Il riconoscimento che le proprietà essenziali degli esseri viventi possono essere interpretate nei termini delle strutture delle loro macromolecole, in quanto capaci di portare, replicare e leggere l'informazione genetica, è una innovazione radicale della biologia molecolare. A differenza di quanto era stato teorizzato in precedenza sulla natura del gene, i geni non sono propriamente una sostanza chimica, ma sequenze di basi, equivalenti dal punto di vista chimico e termodinamico, ma dotate di significato. Il ruolo fondante attribuito al concetto di sequenza come informazione permette di comprendere la rilevanza del vocabolario informazionale in biologia molecolare. Il DNA, come portatore dell'informazione ereditaria, e non ovviamente come macromolecola chimica, è come staccato dalla fisiologia cellulare, separato, chiuso in sé stesso, con il solo

²¹ Nell'estate del 1958 Jacques Monod, a conclusione di 15 anni di ricerca sul controllo genetico del metabolismo cellulare dei batteri, aveva dettato alla sua segretaria Madeleine Brunerie, un libro sulla 'cibernetica enzimatica', centrato su modelli a retroazione. Nel frattempo, tuttavia le esperienze di laboratorio avevano portato alla scoperta dell'operone e al modello di controllo del metabolismo basato sul trasferimento di informazione. Come conseguenza di questo profondo cambiamento teorico, il libro sulla cibernetica enzimatica, che era completo e pronto per la stampa, è rimasto allo stato dattiloscritto, ora conservato nel Fondo Monod degli Archivi dell'Institut Pasteur.

²² John Maynard Smith, *The Problems of Biology*, Oxford University Press, Oxford 1986, p. 98.

compito di perpetuare l'informazione genetica, e le variazioni in essa prodotte dalle mutazioni casuali. Alla base di queste definizioni vi è una separazione concettuale, un dualismo di fondo e irrisolvibile fra informazione e sua concreta realizzazione materiale. Da una parte l'informazione, dall'altra la complessa macchina cellulare, guidata in ultima istanza dal programma genetico, che permette la vita e la trasmissione dello stesso programma. Ed è il codice genetico l'anello che opera la sintesi fra l'origine della vita, l'informazione ereditaria e il chimismo che permette alla vita di esistere sulla terra.

Si continua spesso ad affermare che in ogni caso il DNA è una molecola chimica che agisce in quanto tale intervenendo nel metabolismo cellulare e viene a sua volta modificata da reazioni chimiche. Occorre dire che l'insistenza sul carattere propriamente materiale del programma è fuorviante e risente delle tradizionali visioni della continuità materiale nella trasmissione ereditaria. Il programma come insieme di messaggi conservati e trasmessi è invece indipendente dalla materia di cui è composto, come il significato di un poema è indipendente dalla materia con la quale è scritto e un programma di computer è separato dai flussi elettromagnetici che ne permettono la realizzazione, anche se ovviamente senza di essi non potrebbe esistere, come un programma genetico non potrebbe esistere senza gli straordinari meccanismi chimici caratteristici degli acidi nucleici e delle proteine.

Questo tipo di teorizzazione spiega la diffusione della terza metafora della biologia molecolare, quella del genoma come il "libro della vita". Dalla programmazione attiva rappresentata dalle frecce la metafora si sposta alla lettura passiva di un testo, un libro che non fa nulla ma viene letto dai meccanismi cellulari. Come scrive Richard Lewontin:

Il DNA è una molecola morta [...] non ha il potere di riprodursi, ma è prodotta a partire dal materiale elementare dalla complessa macchina cellulare delle proteine [...] Si dice spesso che il DNA produce le proteine, ma in effetti sono le proteine (gli enzimi) che producono il DNA [...] Non solo il DNA è incapace di produrre copie di se stesso ma è incapace di "fare" qualsiasi altra cosa. Le sequenze lineari dei nucleotidi nel DNA viene usata dalla macchina cellulare per determinare quale sequenza di aminoacidi deve essere realizzata, e determinare quando e dove la proteina deve essere prodotta²³.

Alle stesse conclusioni arriva anche François Jacob:

²³ Richard C. Lewontin, *The Dream of the Human Genome*, "New York Review of Books", 39, 10, 1992, pp. 31-40.

Il programma contiene quindi i piani di tutte le parti necessarie per creare un batterio [...] Ma questo è solo un programma. [...] Fuori dalla cellula, senza i mezzi per eseguire i piani, senza le apparecchiature di copia o traduzione, rimane inerte, proprio come un nastro magnetico rimane inerte fuori dal registratore. Come la memoria di una calcolatrice, la memoria ereditaria non agisce da sola. Funzionale solo all'interno della cellula, il messaggio genetico non fa nulla da solo. Può solo guidare ciò che fa. Per produrre le macchine dai progetti, sono necessarie le macchine²⁴.

Il “flusso di informazione” e il “libro della vita” si sono dimostrate due metafore particolarmente efficaci, che hanno prodotto un vasto insieme di nuove linee di ricerca (la natura del codice genetico, i meccanismi cellulari della sintesi proteica, la regolazione dell'espressione genica, la decodificazione del genoma umano, la medicina personalizzata). Grazie ai concetti di informazione e di programma genetico la “rivoluzione molecolare” ha prodotto dei cambiamenti fondamentali in tutte le discipline biologiche, dalla biochimica, alla genetica e alla teoria dell'evoluzione. Questo movimento di scambi interdisciplinari non può essere interpretato come una riduzione alla fisica e alla chimica. In effetti, molti dei concetti esplicativi che sono nel nucleo della struttura teorica della biologia molecolare (controllo, programma, codice, sequenza, forma, struttura, conformazione, ecc.) sono considerati come il risultato esclusivo di un processo storico, l'evoluzione per selezione naturale. La biologia molecolare non mira a una spiegazione riduzionistica dei fenomeni biologici complessi sulla base della natura chimica delle molecole, ma trasporta a livello delle molecole dei concetti biologici, in primo luogo quelli, classici di “forma” e di “specificità”. Piuttosto che una biologia ridotta alla chimica e alla fisica, la nuova spiegazione applica concetti biologici, come specificità, forma, struttura ed evoluzione, al livello macromolecolare. Si potrebbe affermare, schematizzando, che la biologia molecolare, piuttosto che una biologia spiegata con le molecole è una biologia applicata alle molecole.

L'ambiguità del termine “informazione” e la molteplicità delle metafore che ha prodotto hanno sollevato molte discussioni e originato una vasta letteratura, centrata su questioni come: la natura dell'informazione è qualitativa o quantitativa? L'informazione trasporta un significato? L'“informazione biologica” è differente dalla informazione statistica/quantitativa proposta dalla teoria di Shannon, dall'informazione convenzionale o “semantica” o dall'informazione fisica (strutturale, posizionale, ecc.)?

²⁴ F. Jacob, *La logica del vivente*, cit., p. 298.

C'è comunque un aspetto filosofico, che merita un'analisi attenta. Le frecce nello schema del Dogma Centrale indicano la direzione dei flussi di informazione ma essi implicano anche un enunciato causale: gli acidi nucleici “producono” le proteine, o più esattamente il trasferimento dell'informazione contenuta nella sequenza dei nucleotidi è la causa della sequenza di aminoacidi nelle proteine e quindi della loro specificità. L'informazione è un principio d'ordine, un principio formale, ma ha un effetto causale perché produce la specificità strutturale e funzionale delle proteine. Ciò corrisponde all'etimologia del termine. Nel latino medioevale *informatio* deriva dal verbo *informare*, il che significa dare una forma a una sostanza, costruire un corpo nella sua forma individuale, dando ad essa la sua specificità strutturale e di conseguenza funzionale.

Di fronte a questi risultati, per molti aspetti sorprendenti e comunque densi di conseguenze teoriche, la filosofia si è trovata sostanzialmente impreparata, scoperta, tanto che si è sentito il bisogno di risalire sino ad Aristotele, alla distinzione aristotelica fra forma e materia, per trovare un'espressione filosofica di questi concetti. Di qui la proposta paradossale, ma non caricaturale, da parte di Max Delbrück, uno dei *maîtres à penser* della disciplina, di assegnare il premio Nobel ad Aristotele per la scoperta della biologia molecolare²⁵. Questo punto è stato chiaramente percepito anche dall'epistemologo Georges Canguilhem:

Dire che l'eredità biologica è una comunicazione di informazione è, in un certo senso, ritornare all'aristotelismo, se si tratta di ammettere che nel vivente c'è un *logos*, iscritto, conservato e trasmesso [...] Definire la vita come un senso iscritto nella materia, è ammettere l'esistenza di un a priori oggettivo, di un a priori propriamente materiale e non più solamente formale²⁶.

Delbrück suggerisce che il “principio formale” aristotelico è l'informazione immagazzinata nelle cellule germinali:

Dopo la fecondazione tale informazione è letta in un modo pre-programmato; la lettura altera la materia sulla quale essa agisce ma non altera l'informazione immagazzinata, che non è, a propriamente parlare, parte del prodotto finito. [...] È una mia convinzione che il principio aristotelico del “motore non mosso” [...] descriva perfettamente il DNA: esso agisce, crea forma e sviluppo e non è cambiato dal processo²⁷.

²⁵ Max Delbrück, *Aristotle-totle-totle*, in J. Monod, E. Borek (eds.), *Of Microbes and Life*, Columbia University Press, New York 1971 pp. 50-55.

²⁶ Georges Canguilhem, *Etudes d'histoire et de philosophie des sciences*, Vrin, Paris 1975, p. 362.

²⁷ M. Delbrück, *Aristotle-totle-totle*, cit., p. 54.

Nelle funzioni fondamentali della vita, la trasmissione dell'informazione genetica e il suo ruolo nel funzionamento della cellula, non c'è né azione, perché il DNA non agisce in senso fisico ("non fa nulla") né reazione, perché il programma genetico è una "motore non mosso", che determina e controlla le funzioni dei sistemi viventi ma non può essere modificato dalle condizioni ambientali e dalle azioni compiute dagli elementi che il motore controlla. La coppia azione/reazione si è quindi scissa, con la scomparsa stessa dei due termini, a questo livello di organizzazione, anche se continua ad avere la sua centralità nella spiegazione del comportamento chimico-fisico dei sistemi viventi.

Particolarmente suggestivo è comparare la teorizzazione in biologia molecolare con l'opera di Claude Bernard, uno scienziato e filosofo ottocentesco che Starobinski ha discusso a lungo nel suo testo sulla coppia azione e reazione, senza tuttavia individuarne alcuni aspetti che sembrano porre le stesse questioni affrontate nel Novecento dalla biologia molecolare. La questione principale discussa da Bernard nella celebre *Introduzione allo studio della medicina sperimentale*²⁸ ma soprattutto nelle ultime *Lezioni*, pubblicate dopo la sua morte²⁹, è in che modo delle forme complesse e agenti secondo uno scopo, una direzione, possono essere prodotte da fenomeni puramente fisici e chimici (il che comporta l'applicazione del terzo principio della dinamica, per cui se un corpo materiale esercita una forza su un secondo corpo, questo esercita sul primo una forza uguale e contraria).

Percependo con chiarezza il paradosso, Claude Bernard si chiede cosa permette il funzionamento armonico dei sistemi viventi e soprattutto il mantenimento della forma, la continuità dell'organizzazione che determina le "proprietà vitali", cosa assicura la "legalità interna" di ogni sistema vivente. E la risposta la trova nella riproposta di un dualismo teorico di fondo, che separa le "condizioni chimico-fisiche" dalle "leggi morfogenetiche", generatrici di forma.

I fenomeni vitali hanno certo le loro condizioni chimico-fisiche rigorosamente determinate; ma allo stesso tempo essi si subordinano e si succedono in una concatenarsi e seguendo una legge fissata in precedenza: essi si ripetono eternamente, con ordine, regolarità, costanza, e si armonizzano, in vista di un risultato che consiste nell'organizzazione e nella crescita dell'individuo, animale e vegetale³⁰.

²⁸ Claude Bernard, *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale*, Baillière, Paris 1865, (Genève: Constant Bourquin, 1936).

²⁹ C. Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, Librairie Philosophique J. Vrin, Paris 1966 (ed. or. 1878).

³⁰ C. Bernard, *Introduction*, cit. p. 248.

Un impianto teorico riduzionista implica che le forme organiche complesse siano prodotte da processi chimici e fisici, senza l'intervento di leggi diverse dalle ordinarie leggi chimico-fisiche. Claude Bernard dichiara di condividere questo punto di vista, affermando che un "determinismo stretto" basato sulle leggi della chimica e della fisica si applica a tutta la materia, qualunque sia la sua forma di organizzazione. Comunque, egli ammette nei sistemi viventi altri fattori, che non alterano le leggi deterministiche ma che in qualche modo ne dirigono e ne controllano la realizzazione.

Ammettendo che i processi vitali si basino su attività chimico-fisiche, il che è la verità, l'essenza del problema non ne è di conseguenza chiarita; perché non è l'incontro causale dei fenomeni chimico-fisici che costruisce ogni essere in accordo con un piano pre-esistente. C'è una disposizione nell'essere vivente, un tipo di attività regolare, che non si deve mai dimenticare, perché è in verità la caratteristica più marcante degli esseri viventi³¹.

Le due tradizionali ed opposte filosofie della vita, vitalismo e meccanicismo, sono entrambe rifiutate da Claude Bernard. Non esiste alcuna "forza speciale" separata dalle forze ordinarie della natura e, in ogni caso, anche se esistesse tale forza non potrebbe fare nulla senza le "forze generali della natura". La "forza vitale" produce un "piano organico" ma non c'è alcun principio vitale che intervenga attivamente nei processi. L'osservazione "ci mostra un *piano organico*, ma non un intervento attivo di un principio vitale. La sola forza vitale che potremmo ammettere sarebbe solo una sorta di forza legislativa, ma in alcun modo esecutiva"³². Come ogni "forza legislativa", continuando nella metafora improntata all'organizzazione di una società, la cosiddetta "forza vitale" in realtà non è una forza, non agisce, ha bisogno per agire di un "potere esecutivo". Se quindi non ha un'azione non può nemmeno suscitare una reazione, anche se determina ogni aspetto delle funzioni e strutture del vivente.

Esistono di conseguenza due tipi diversi di fattori causali, uno responsabile della effettiva realizzazione dei fenomeni (le condizioni chimico-fisiche) e l'altro responsabile del loro ordine e armonia: la "sintesi chimica" produce la materia vivente, la "sintesi morfologica" dà a questa materia una precisa forma o figura, in accordo con un piano o disegno. La forma caratterizza un'entità vivente ed essa non è la conseguenza diretta della composizione del protoplasma, della macchina chimica della cellula.

³¹ C. Bernard, *Leçons*, cit. p. 49.

³² Ivi, p. 232.

Tutte le attività vitali sono realizzate dalla materia vivente (il “protoplasma”), che tuttavia non può produrre la forma o figura, risultato di una “legge morfologica”, prodotta dall’eredità.

Per Claude Bernard la vita è il risultato di un conflitto e le sue manifestazioni derivano dall’intervento di due fattori: 1. Le leggi prestabilite che regolano i fenomeni nella loro successione, nel loro concerto, nella loro armonia; 2. Le condizioni fisico-chimiche determinate necessarie per la comparsa di fenomeni. La vita è sottoposta quindi a un determinismo duale, come riassume Claude Bernard nel suo chiaro stile:

Per riassumere il nostro pensiero, potremmo dire metaforicamente: la forza vitale dirige dei fenomeni, ma non li produce; gli agenti fisici producono dei fenomeni, ma non li dirigono³³.

Se alla forza vitale (“una sorta di forza legislativa, ma per nulla esecutiva”) e al “disegno vitale prestabilito” sostituiamo l’espressione ‘programma genetico’ abbiamo una descrizione perfetta della biologia molecolare: il programma genetico, essendo informazione, dirige dei fenomeni che non produce direttamente, mentre gli agenti fisici e chimici producono dei fenomeni che non dirigono. La separazione fra controllo e funzione, fra programma e realizzazione del programma non poteva essere più netta.

Le strutture e le funzioni di un organismo sono dunque controllate da un programma, risultato dell’evoluzione per selezione naturale. Il programma guida la costruzione e la funzioni delle parti dell’organismo in funzione di scopi, il primo delle quali è la riproduzione. Anche un batterio ha un progetto, “un sogno”, ha scritto François Jacob, quello di produrre due batteri³⁴.

Il problema del ruolo causale dell’informazione rimane una sfida teorica. Cosa effettivamente “fa” l’informazione? Come può regolare le funzioni cellulari e produrre la forma e lo sviluppo? Come interagiscono i due “mondi molecolari”, quello che supporta la sequenza di basi nel DNA e quello delle proteine, responsabili del metabolismo? In che senso l’informazione genetica può essere definita come la causa della struttura e della fisiologia cellulare? In quale senso possiamo dire che un gene è la causa di un carattere fenotipico? In che modo il “progetto” o “programma” produce gli oggetti biologici?

³³ Ivi, p. 133.

³⁴ F. Jacob, *Leçon inaugurale* (7 Mai 1965) au Collège de France – Chaire de Génétique cellulaire Collège de France, 42, Paris 1965, p. 26.

Il funzionamento attuale dei sistemi viventi, che si può studiare con il metodo analitico e deterministico, è posto sotto il controllo del programma genetico, che ne assicura la sua conformità ad un “progetto”. Tale progetto è a sua volta il risultato esclusivo di un processo materialistico e meccanicistico, l’evoluzione biologica per selezione naturale. I sistemi biologici sono quindi sottoposti a un determinismo duplice: le leggi della chimica e della fisica da una parte e un programma, che non è né fisico, né chimico, ma informativo, esclusivo risultato dell’evoluzione. I due sistemi sono indipendenti, autonomi e “i geni non hanno bisogno di codificare per le leggi della fisica”³⁵.

Nella scienza moderna una causa è compresa come “causa efficiente”, è sempre un fattore che agisce, producendo un effetto. Una causa finale o formale non può essere una causa di questo tipo, in quanto non può agire o produrre un effetto in accordo con le leggi della causazione. Anche per questo non esistono “forze vitali”, perché una tale forza, comunque definita, sarebbe una causa efficiente. Dato che una forza vitale non può modificare le leggi fisiche, le cause finali o formali devono consistere in un fenomeno differente.

La chiave per la soluzione di questo paradosso epistemologico consiste nell’introdurre una chiara distinzione fra causazione e determinismo e esplicitare che il “determinismo genetico” è differente dal determinismo chimico-fisico o meccanico. Una soluzione possibile è separare due differenti livelli di causazione nelle scienze della vita, che potrebbero essere chiamati rispettivamente “causazione fisica” e “determinazione biologica”, entrambi necessariamente implicati nella produzione della specificità biologica. Il primo si applica al livello delle condizioni chimico-fisiche, nelle quali ogni evento fisico ha una causa fisica efficiente. Il secondo è responsabile della produzione della specificità del sistema e delle sue componenti, risultato di una serie di selezioni o scelte prodotte dall’informazione genetica. In questo modo, come proposto da Claude Bernard, in biologia un determinismo chimico-fisico produce ogni fenomeno biologico e un determinismo genetico specifica, controlla la sua forma e le sue funzioni. Di conseguenza, non ci sono cause biologiche *strictu sensu*.

Si è in presenza di un duplice tipo di determinismo e insieme alla causalità fisica è necessario comprendere il ruolo della specificazione (determinazione) biologica. In fisica, una causa agisce producendo un effetto e

³⁵ John Maynard Smith, *Shaping Life. Genes, Embryos and Evolution*, Yale University Press, New Haven 1988, p. 25.

cambiando lo stato del sistema bersaglio (e al tempo stesso cambiando il sistema che agisce, per il principio di azione-reazione). In biologia l'informazione produce la specificità, le differenze, differenziando le specie e gli individui, ai diversi livelli di organizzazione³⁶.

Cosa lega la causa e l'effetto? Nella chimica e nella fisica questo legame è costituito da un flusso di materia e di energia, ma la determinazione biologica è il risultato di un flusso di informazione, che però non è né materia né energia. Come, dunque, l'informazione può agire producendo un effetto?

Dato che la biologia molecolare fa ampio uso di strumenti linguistici, si può applicare in questo campo disciplinare la teoria degli atti linguistici proposta da J.L. Austin³⁷. Alcuni enunciati linguistici hanno un carattere performativo, da cui l'uso del termine "atti", che deriva dal verbo "agire" e dal latino *actus*. Gli editti, gli atti di matrimonio, i voti, le dichiarazioni di guerra sono altrettanti esempi di atti linguistici, i quali hanno una natura eminentemente sociale, dipendendo dall'esistenza di convenzioni concordate sugli effetti di determinate parole, di una particolare costruzione verbale, interpretata da agenzie convenzionalmente autorizzate a realizzare tali effetti.

La costruzione verbale dell'informazione genetica, prodotta e resa una "convenzione concordata" dell'evoluzione per selezione naturale, produce i suoi effetti sul "mondo molecolare" della cellula, in cui sono presenti agenti abilitati a realizzare tali effetti. Il carattere performativo del linguaggio si estende a tutti i linguaggi, compreso il "linguaggio genetico", che di conseguenza può essere sottoposto al criterio dell'efficacia.

L'uso da parte di Claude Bernard dell'espressione "leggi morfogenetiche" come quello di "programma genetico" in biologia molecolare è rilevante in questo contesto. Le leggi raccolte in un codice legislativo sono strutture verbali performative che controllano e modificano il comportamento sociale, definendone i limiti e i vincoli (la sua specificità). Tuttavia, l'enunciato di Austin "words do" (le parole fanno) non è corretto. Le parole, come le leggi, non fanno nulla, esattamente come l'informazione genetica. Sono le entità reali, le strutture sociali o la macchina chimica della cellulare a "fare", in accordo con le leggi e gli enunciati verbali. L'efficacia del linguaggio sta nel suo impatto, ma la sua validità risiede solamente nella sua coerenza interna. La sua struttura e significato sono perciò "gratuiti"

³⁶ In inglese si usa l'espressione *difference making* per indicare questo tipo di causalità.

³⁷ John Langshaw Austin, *How to Do Things With Words*, Harvard University Press, Cambridge (MA) 1962.

rispetto alle reali entità efficienti, e non si può spiegare fisicamente un fenomeno gratuito.

Si è spesso paragonato il programma genetico a un programma di computer, basato sul calcolo binario (calcolatore o computer in inglese, dal latino *computare*, calcolare). Questa analogia è profondamente vera ma solo se si definisce il programma non come uno strumento di calcolo ma come un insieme di istruzioni la cui esecuzione in sequenza produce la risoluzione di un determinato problema e realizza un'azione o un prodotto. Così una macchina utensile riceve da un computer una sequenza di istruzioni per assemblare o modificare delle componenti nel prodotto finito. Ciò che conta è appunto la sequenza di istruzioni. Il concetto di programma in biologia molecolare somiglia molto al programma di un concerto, di un convegno o di una serata. Si tratta di specificare l'ordine degli eventi che avvengono in una cellula, prima questo, poi quello, ecc. esattamente come quando si indica l'ordine dei pezzi da eseguire in un concerto e l'ordine degli interventi in un dibattito. La parola "ordine" e il verbo "ordinare" meritano egualmente un'analisi semantica approfondita in questo contesto. Ordinare significa classificare o disporre secondo una regola, ma significa anche comandare, indicare a un "agente" cosa fare in un dato momento³⁸. Una sequenza di istruzioni, quindi, fatta solo di lettere e di frasi, ha un valore performativo e causale.

Il ruolo causale dell'informazione genetica può meglio essere definito sulla base della distinzione fra causazione fisica e determinazione biologica, e questa distinzione può anche suggerire nuovi modi di analizzare la relazione fra i due mondi molecolari dell'azione e del controllo. Per la biologia contemporanea un essere vivente è un oggetto dotato di progetto, risultato di una lunga evoluzione per selezione naturale. L'informazione genetica che condensa tale storia evolutiva *controlla* lo svolgersi dei processi chimico-fisici che assicurano il funzionamento dei sistemi viventi ma non agisce fisicamente su di essi, che quindi non posso reagire, come vorrebbero le leggi della fisica e della chimica.

4. *Le emozioni*

Come ricordato sopra, nell'antichità domina la dicotomia *actio/passio* e le emozioni sono le passioni dell'anima, provocate dall'azione degli

³⁸ È significativo segnalare che il termine francese per indicare un calcolatore è 'ordinateur', termine che indica con maggior precisione la funzione effettiva di un computer.

eventi avversi o favorevoli. Solo a partire dalla fine del Settecento alle “passioni dell’anima” si sostituiscono le emozioni, intese come reazioni a stimoli e la “reazione emozionale” diviene un concetto diffuso nel linguaggio esplicativo nella scienza.

Le emozioni sono presenti, con forza spesso inarrestabile, nel comportamento e nel nostro sentire quotidiano ed influenzano in modo spesso determinante le decisioni, in ogni ambito, da quello individuale a quello economico e politico. Ci si arrabbia, si ride o si prova disgusto o al contrario piacere e gioia in molti momenti della nostra vita individuale e collettiva. In campo medico, una gran parte delle diagnosi di disordini mentali oggi si riferisce a disordini emozionali, nei quali una o più emozioni che hanno assunto troppa e troppa poca importanza nel comportamento individuale.

Secondo gli studi degli psicologi e degli antropologi, il dolore e la rabbia o collera sono le due emozioni dominanti la nostra vita e la nostra storia. L’ira (in greco μῆνις *mēnis*) è la prima parola della letteratura occidentale, dato che è l’incipit dell’Iliade, se non si usa la nota traduzione del Monti e si risale all’originale greco³⁹.

Proprio per la loro centralità, le emozioni hanno da sempre costituito un centro di interesse che ha dato origine a diverse tradizioni filosofiche e scientifiche di lunga durata. Questa lunga tradizione si può far cominciare con Platone, che legava l’espressione delle “passioni dell’anima” al temperamento, e quindi alla costituzione individuale, all’educazione e al contesto sociale. Le discipline che si disputavano il diritto di parlare di emozioni e intervenire su di esse erano la filosofia, la teologia, la retorica ed in parte la medicina. Sin dall’antichità e soprattutto in epoca moderna, i filosofi e i medici si sono disputati la supremazia nel campo delle “passioni dell’anima”, per scriverne e parlarne, per identificarle e classificarle, per proporre per i loro eccessi dei trattamenti, medici o morali. Soprattutto dopo la fondamentale impronta platonica lasciata da Marsilio Ficino, le “passioni dell’anima” o “affetti” sono state interpretate in termini al tempo stesso medici e filosofici. Nell’epoca moderna, l’anima e il corpo restano separate, con una chiara distinzione fra la ragione e le passioni, che a loro volta vengono divise in passioni o desideri “elevati”, che mirano verso l’alto, in primo luogo verso la sapienza e la divinità, e desideri “bassi”, come gli ap-

³⁹ Nella classica traduzione ottocentesca di Vincenzo Monti l’ira è quasi nascosta in seconda riga, mascherata dalla centralità dell’invocazione alla divinità ed appiattita dall’aggettivo “funesta” (Cantami, o Diva, del Pelide Achille / l’ira funesta che infiniti addusse / luttu agli Achei) mentre nella traduzione attuale di Maria Grazia Ciani, ad esempio, l’accento è giustamente posto sull’ira: “L’ira canta, o dea, l’ira di Achille figlio di Peleo, l’ira funesta che ha inflitto agli Achei infiniti dolori” (Omero, *Iliade* a cura di Maria Grazia Ciani, Marsilio, Venezia 2018, p. 3).

petiti, compreso quello sessuale, che avvicinano l'uomo agli animali e lo allontanano dalla ragione e dalla morale. Il controllo degli "affetti" da parte della ragione o della politica diventa un obiettivo auspicabile in ogni società civile.

Dominio pressoché esclusivo della filosofia e della morale, solo a partire dall'Ottocento le emozioni sono divenute oggetto di indagini scientifiche, quando si afferma, anche fra i materialisti più conseguenti, che la mente e il corpo sono le due facce della stessa medaglia. Ma questa metafora indica immediatamente la difficoltà teorica insita nella dicotomia mente/corpo. Le due facce della medaglia, infatti, sono nettamente separate e non comunicano, e in più guardano da parti opposte. Il rigido dualismo fra "corpo" e "ragione" aveva di fatto sminuito l'autonomia e la rilevanza di quanto si trovava fra i due poli della dicotomia, nello spazio tra le due facce, come le emozioni, fenomeni al tempo stesso corporali e cognitivi. Ed è proprio nel campo delle emozioni che si sono avuto i maggiori sviluppi sperimentali e teorici, grazie in particolare allo sviluppo impetuoso delle neuroscienze, della psicologia cognitiva e dell'antropologia, a partire dagli anni Settanta del Novecento, un periodo che ha visto una vera e propria "esplosione" di interessi e di ricerche, producendo una "rivoluzione emozionale"⁴⁰, che negli ultimi decenni sta modificando in profondità la neurobiologia, le scienze del comportamento, la psicologia evoluzionistica e le scienze cognitive e al tempo stesso fa sentire il suo forte influsso anche su molte altre discipline scientifiche, sulla cultura in generale e sulle teorie dell'arte. Le emozioni sono diventate un "oggetto epistemico", il centro di programmi di ricerca, in varie discipline, in quanto tali e nelle loro relazioni con i diversi aspetti della vita, dalle relazioni sociali, all'economia, alla giustizia e all'arte.

Le emozioni si sono sviluppate nella storia evolutiva come forme di espressione, di comunicazione, cooptando meccanismi che si erano adattati per altre funzioni. Solo perché possono essere comunicate e comprese dagli altri membri del gruppo o da un eventuale aggressore le emozioni si sono sviluppate per accompagnare i diversi avvenimenti della vita individuale e collettiva. Esiste quindi una connessione diretta fra stati corporali e stati emozionali.

⁴⁰ Paul Ekman, R.J. Davidson (eds.), *The Nature of Emotion: Fundamental Questions*, Oxford University Press, New York 1994; William M. Reddy, *The Navigation of Feeling: A Framework for the History of Emotion*, Cambridge University Press, Cambridge 2001; Thomas Dixon, *From Passions to Emotions. The Creation of a Secular Psychological Category*, Cambridge University Press, Cambridge 2003.

Molte delle nostre emozioni – scrive Darwin – sono così strettamente connesse con la loro espressione, che esse difficilmente esistono se il corpo rimane passivo, in quanto la natura dell'espressione dipende in massima parte dalla natura delle azioni che sono state abitualmente compiute in questo particolare stato d'animo⁴¹.

Per questo, se i pensieri e gli affetti, i sentimenti possono essere privati, l'espressione delle emozioni, anche quando trattenuta e controllata, mostra involontariamente cosa si prova e la natura dell'emozione. L'espressione delle emozioni è di natura "rappresentativa", simbolica, come "metafore" di comportamenti e situazioni diverse. L'espressione delle emozioni consiste nella costruzione di un'immagine corporale e mentale che in quanto tale diventa una metafora, che può essere compresa in primo luogo dagli altri membri della comunità. I movimenti e le posture corporee, le vocalizzazioni e i gesti sono il risultato di adattamenti a bisogni concreti, che sono stati poi trasportati (il significato originale del termine "metafora") in un nuovo dominio, l'espressione delle emozioni, in quanto facilmente riconoscibili e associabili ai processi emozionali. Si tratta di un fenomeno che i biologi evuzionisti chiamano "exaptation"⁴², per indicare un tratto biologico sviluppatosi per svolgere una determinata funzione e poi utilizzato per una funzione diversa e indipendente, gratuita, rispetto alla precedente.

In quanto simboli o icone le espressioni delle emozioni hanno un carattere "gratuito", dato che, secondo Darwin, sono sottoprodotti di vincoli architettonici o comportamentali e utilizzano meccanismi anatomici e fisiologici che si erano adattati ed erano quindi stati selezionati per altri scopi e sono stati solo successivamente incorporati come mezzi per la comunicazione degli stati emozionali. Così, come nota Darwin, le lacrime sono state selezionate per assicurare la lubrificazione della superficie dell'uomo ed eliminare i corpi estranei che possono scalfire la delicata superficie dell'occhio. Quando si prova un forte dolore, la costrizione della circolazione sanguigna nell'occhio, prodotta da muscoli specifici, comprime anche le ghiandole lacrimali e si producono quindi le lacrime. Il pianto è quindi un "accidente", un risultato accidentale di altre funzioni fisiologiche, stabilizzato per la sua forza espressiva e comunicativa. Riconosciuto

⁴¹ Charles Darwin, *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, Murray, London 1872, p. 239.

⁴² Stephen J. Gould, Elisabet S. Vrba, *Exaptation - A Missing Term in the Science of Form*, "Paleobiology", 8, 1982 pp. 4-15; Id., *Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*, a cura di Telmo Pievani, Bollati Boringhieri, Torino 2008.

dall'osservatore e associato con altre emozioni (l'empatia, la compassione, il contagio emozionale) il pianto diventa il simbolo del dolore e della tristezza.

È proprio la multi-dimensionalità dell'espressione emozionale a rendere molto difficile la sua espressione verbale (... non ho parole ...). Per questo sino dall'Antichità il linguaggio delle emozioni è stato fondamentalmente metaforico. Specifici costrutti verbali, soprattutto frasi idiomatiche e metafore diffuse, sono state elaborati per parlare delle emozioni e per condividerle. La base fisiologica delle emozioni mostra caratteristiche tanto note da divenire parte integrante delle espressioni metaforiche utilizzate nel linguaggio comune per descrivere i processi emotivi. La sensazione di variazione della temperatura corporea, con un suo aumento per la rabbia ("bolle di rabbia") o una diminuzione per la paura ("mi si gela il sangue nelle vene"), l'accelerazione o la diminuzione del ritmo cardiaco o della respirazione, il tremore e gli spasmi muscolari, come la sensazione di costrizione degli organi interni (mi manca il respiro, mi sento stringere il cuore). Tali descrizioni sembrano essere un patrimonio comune di culture anche molto diverse fra di loro. Le modificazioni neurofisiologiche negli episodi emozionali vengono attribuite ad un "disturbo" della regolazione omeostatica delle diverse funzioni dell'organismo e da risposte adattative dell'organismo (ad esempio la produzione di una maggiore energia eventualmente necessaria per un attacco o per la fuga).

La descrizione di un processo emozionale avviene attraverso un insieme di rappresentazioni metaforiche che sono certamente approssimative ma egualmente specifiche, in quanto riconducono a "tipi" specificamente legati ad una delle emozioni altrettanto specifiche. Una metafora relativamente semplice permette l'accesso a processi emozionali complessi, come il furore o l'orgoglio, la tristezza o il disgusto, permettendo anche la loro "accettabilità sociale" e la realizzazione rapida di azioni necessarie a metterne in valore gli aspetti positivi e limitare le possibili conseguenze negative.

Una conseguenza importante del valore comunicativo e metaforico delle espressioni è che l'evoluzione oltre a produrre i meccanismi di tali espressioni ha prodotto anche la capacità di riconoscerle, di interpretarle correttamente. Anche la forza esplicativa delle metafore, così importante nella cultura, nell'arte e nella scienza può essere considerato un risultato dell'evoluzione. Da questo punto di vista l'espressione delle emozioni è una forma di linguaggio, composto di "parole" che a loro volta sono "atti", senza tuttavia alcuna causalità di tipo fisico.

Le emozioni sono rappresentazioni simboliche di realtà fisio-psicologiche, e proprio in quanto rappresentazioni possono essere imitate da attori

e riprese in figure artistiche e musicali. In quanto rappresentazioni simboliche che vengono comprese dal recettore dell'espressione, le emozioni modificano il comportamento di chi le osserva, senza agire fisicamente e quindi senza produrre "reazioni" in senso fisico.

Nel periodo successivo all'opera di Charles Darwin sulle emozioni, il contributo di William James, nell'ambito dello sviluppo della psicologia scientifica sottolinea la centralità delle reazioni fisiologiche periferiche per l'esperienza soggettiva della reazione emozionale:

Il nostro modo naturale di pensare le emozioni più forti è che la percezione mentale di un qualche fatto ecciti un affetto mentale chiamato emozione, e che questo stato mentale produca l'espressione corporale. La mia tesi è che i cambiamenti corporali seguono direttamente la percezione del fattore eccitante, e che il nostro sentire (*feeling*) questi cambiamenti mentre avvengono è l'emozione⁴³.

James rende chiara questa posizione e il rovesciamento drastico che essa comporta rispetto alle teorie tradizionali, che è anche un rovesciamento della tradizionale coppia azione/reazione:

Il senso comune dice: perdiamo la nostra fortuna, siamo tristi e piangiamo; incontriamo un orso, siamo spaventati e corriamo; siamo insultati da un rivale, siamo arrabbiati e colpiamo. L'ipotesi qui sostenuta afferma che l'ordine della sequenza è sbagliato, che uno stato mentale non è immediatamente indotto dall'altro, che le manifestazioni corporali si trovano interposte fra loro, e che l'asserzione più razionale è che ci sentiamo tristi perché piangiamo, arrabbiati perché colpiamo, spaventati perché tremiamo, e non che piangiamo, colpiamo o tremiamo perché siamo tristi, arrabbiati o spaventati, come può essere il caso. Senza gli stati corporali che seguono la percezione, quest'ultima sarebbe solamente cognitiva nella forma, pallida, senza colore, priva di ogni calore emozionale. Possiamo vedere l'orso e giudicare che è meglio mettersi a correre, ricevere un insulto e stimare giusto colpire, ma non potremmo effettivamente sentirci spaventati o arrabbiati.

La tesi della "incorporazione" (*embodiment*) del sentire emozionale è oggi largamente accettata dalla neurobiologia e dalla psicologia delle emozioni⁴⁴. In determinate circostanze, come avevano sostenuto Darwin e James, alcune emozioni fondamentali, come la paura, la rabbia o il piacere,

⁴³ William James, *What is an emotion?*, "Mind", 9, 1884, pp. 188-205: p. 190.

⁴⁴ Antonio R. Damasio, *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain*, G.P. Putnam, New York 1994 (Rev. ed. with a new preface, London: Vintage Book, 2006; tr. it. *L'errore di Cartesio: emozione, ragione e cervello umano*, Adelphi, Milano 1995; Id., *Looking for Spinoza: Joy, sorrow, and the feeling brain*, Heinemann, London 2003 (tr. it., *Alla ricerca di Spinoza. Emozioni, sentimenti e cervello*, Adelphi, Milano 2003).

agiscono con tempi rapidi e prima di una presa di coscienza attiva delle situazioni in cui queste emozioni permettono agli animali e all'uomo di reagire prontamente a pericoli da evitare o a possibilità di cui approfittare, in questo modo acquisendo le potenzialità per raggiungere degli scopi, a partire da quelli fondamentali: la sopravvivenza, l'alimentazione, la riproduzione. Come ha scritto con acume Damasio, l'evoluzione per selezione naturale ha messo a punto degli schemi di azione centrati sulle emozioni che "hanno fornito agli esseri viventi la possibilità di agire intelligentemente prima di pensare intelligentemente"⁴⁵.

Le emozioni permettono quindi di valutare rapidamente gli aspetti salienti di una data situazione o i possibili esiti di determinate azioni (come l'attacco ad un competitore o un approccio sessuale). Le emozioni sono di norma definite come risposte brevi e intense a modificazioni dell'ambiente naturale e sociale che mettono in questione gli scopi, i bisogni, le aspettative e il ruolo sociale dell'individuo. Klaus Scherer definisce le emozioni come episodi di mobilitazione massiccia e sincronizzata di risorse somatiche e mentali che permettono di adattarsi o di far fronte ad un evento stimolante, valutato come altamente pertinente per i bisogni, gli scopi e i valori degli individui⁴⁶.

Anche nel campo delle emozioni, quindi, gli schemi di reazione hanno la loro centralità, ma il rapporto fra azione e reazione è poco immediato e si inserisce in un complesso sistema, nel quale l'autonomia del vivente e le sue capacità cognitive hanno un ruolo centrale. Un processo emozionale è composto necessariamente di diversi moduli: 1. la percezione dell'evento scatenante o della situazione che richiede una risposta (ad esempio un pericolo o una fonte di piacere); 2. una risposta fisiologica; 3. un sentimento soggettivo (come la paura) 4. una o più espressioni coordinate di tale sentimento (vocalizzazioni, movimenti del corpo, espressione degli occhi, movimenti facciali); 5. una tendenza a svolgere determinate azioni (ad esempio la fuga da una situazione pericolosa); 6. una risposta comportamentale che soddisfa la carica emozionale e ristabilisce un equilibrio⁴⁷.

La definizione proposta e i diversi caratteri e componenti che devono essere presenti in un'emozione permettono di distinguere, con relativa chiarezza, le emozioni da altri stati o processi psicologici e corporali,

⁴⁵ A.R. Damasio, *Descartes' error*, cit., p. xvii.

⁴⁶ Klaus R. Scherer, *What are emotions? And how can they be measured*, "Social Science Information", 44, 4, 2005, pp. 695-729.

⁴⁷ K.R. Scherer, Heiner Ellgring, *Multimodal expression of Emotion: Affect Programs or Componential Appraisal Patterns?*, "Emotion", 7, 1, 2007, pp. 158-171.

i quali potranno avere delle componenti emozionali, ma senza essere emozioni in senso stretto. In questo modo le emozioni (la rabbia, la tristezza, il disgusto, la gioia, la sorpresa, la vergogna, ecc.) possono essere distinte dal temperamento o stato d'animo, in inglese mood (simpatia, irritabilità, impulsività, ecc.), dagli atteggiamenti (distante, freddo, caloroso, supponente, ecc.), dalle attitudini o preferenze (apprezzare, amare, odiare, desiderare, ecc.) e infine dalle disposizioni affettive (nervoso, ansioso, ostile, ecc.). Molti di questi stati emozionali non sono una reazione a uno stimolo, ma un prodotto della complessa vita interiore delle persone.

Le emozioni sono in particolare differenti dai "moods", in quanto sono processi che hanno sempre un oggetto, una precisa causa, una sequenza temporale definita, e quindi sono per definizione fenomeni transitori, mentre i moods sono permanenti o almeno di lunga durata, sono per l'appunto "stati d'animo", spesso indipendenti da una causa precisa e non indirizzati verso un oggetto determinato. Gli stati d'animo non hanno un oggetto particolare, oppure hanno un oggetto tanto indifferenziato da essere onnicomprensivo (si è stufo di tutto). Così la nostalgia è un'emozione (o affetto), in quanto si riferisce a qualcosa che manca in un dato momento della propria vita, mentre la malinconia è uno stato d'animo, un vago senso di inutilità e impotenza. Gli stati d'animo tuttavia possono portare facilmente ad una disposizione per determinate emozioni: la malinconia rende sensibili ad eccessi emozionali, di depressione e di esaltazione. Allo stesso modo una persona di temperamento irritabile avrà più facilmente episodi di collera. Gli stati d'animo, in questo senso, come l'antico concetto di "temperamento", costituiscono una trama di fondo in cui più o meno facilmente si possono collocare fenomeni emozionali.

La concezione "valutativa" delle emozioni e l'accento a capacità cognitive nel processo di scelta fra diverse tendenze all'azione, presuppone già ad un livello elementare la presenza di processi cognitivi nelle emozioni. Tutte le componenti del processo emozionale sono modificazioni coordinate, il che presuppone la partecipazione di vari processi percettivi e cognitivi, tradizionalmente riferibili a funzioni mentali, come l'attenzione, la memoria, il pensiero, il giudizio e la presa di decisione. Inoltre, questi atti cognitivi e valutativi non sono singoli episodi, ma processi che accompagnano l'intero episodio emozionale. La sequenza "valutazione-risposta" produce modificazioni emozionali e comportamentali, che vengono a loro volta valutate e tale ri-valutazione può portare ad altre e diverse "tendenze all'azione". Così un primo accenno di

attacco può essere modificato e trasformarsi in fuga se il riesame della situazione e dei processi interni ed esterni in atto lo suggerisce.

Le teorie contemporanee sulle emozioni assumono quindi che gli organismi sono in continua interazione, corporale e mentale, con l'ambiente naturale e sociale, percependo e valutando tutte le modificazioni che possono avere implicazioni per il loro benessere e per la realizzazione dei vari scopi o progetti di vita. Le emozioni sono considerate come l'insieme di tali valutazioni o stime situazionali, delle risposte corporali associate e delle tendenze all'azione che ne derivano⁴⁸.

Nella specie umana le esperienze emozionali sono soprattutto legate al linguaggio, verbale e non-verbale (espressioni facciali e posturali). Le strutture comunicative, sia quelle del linguaggio verbale, come quelle figurate e metaforiche della letteratura, della poesia, dell'arte e della musica sono il mezzo principale di comunicazione, espressione e comprensione delle emozioni. Le categorie verbali e il contenuto semantico di frasi, discorsi e singole parole strutturano le esperienze individuali e determinano spesso il loro carattere. Il linguaggio svolge un ruolo fondamentale nella rappresentazione e quindi nella comunicazione delle emozioni e spesso il modo di pronunciare, o per usare un termine musicale, "intonare" una parola o una frase, specie se accompagnata da un gesto o da una posizione corporale, modifica la valenza delle emozioni e determina la loro comprensione.

La rappresentazione simbolica delle emozioni ne permette la ricorrenza, il riconoscimento. La capacità dell'osservatore di riconoscere grazie a questi segni le emozioni provate risulta essere particolarmente fine e discriminante fra i diversi processi emozionali. I diversi segni formano un "pattern" riconoscibile che in alcuni casi indica un gruppo, una famiglia di stati emozionali, e in altri casi caratterizza emozioni specifiche.

Una grande parte delle espressioni emozionali spontanee hanno un carattere multimodale, in quanto avvengono normalmente in situazioni sociali. C'è quindi un'interazione fra l'individuo che prova l'emozione e il contesto, che può "modulare" l'espressione stessa, facendone cambiare carattere o direzione. L'espressione di un'emozione in un discorso è accompagnata da relativi gesti ed espressioni facciali, che costituiscono un insieme coerente e inseparabile. È molto difficile manipolare un gesto o un'espressione senza modificarne altri, il che permette, tra l'altro, di riconoscere se un'espressione di un'emozione è vera o simulata. La disso-

⁴⁸ Nico H. Frijda, *The Laws of Emotion*, Erlbaum, Mahwah NJ 2007.

ciazione dei diversi “gesti” legati all’espressione di un’emozione è spesso considerata un segno di simulazione⁴⁹ o di una patologia.

La persona è al centro di una complessa rete di scopi e progetti, perdite e acquisizioni, relazione interpersonali e professionali, conoscenze e valori, affetti e rifiuti, realizzazioni e fallimenti ed ogni risposta emozionale ad un avvenimento relativo ad un nodo di questa complessa rete terrà necessariamente conto dei riflessi e dei condizionamenti prodotti dagli altri nodi. Ogni evento emozionale non viene valutato solo in base alle sue conseguenze attuali, ma anche in relazione alla rete di relazioni, al passato di ogni individuo, alle sue idee e intenzioni, alle sue esperienze e ai suoi schemi di comportamento e di pensiero. Siamo quindi molto lontani da un modello azione-reaione come da quello dell’arco riflesso.

5. *Conclusion*

Riflettendo sulla rivoluzione molecolare come sul ruolo delle emozioni nella cultura e nella scienza contemporanea si giunge quindi a una migliore valutazione dell’importanza delle parole, del linguaggio, dei messaggi e della comunicazione. La vita è narrazione, con parole scritte nel “libro della vita”, il genoma, o rappresentata nelle emozioni. La storia delle parole, di cui Jean Starobinski è maestro, acquista una centralità non solo per la critica letteraria o la linguistica, ma per l’insieme della scienza e della cultura contemporanea.

⁴⁹ Paul Ekman, *Emotions revealed. Recognising Faces and Feelings to Improve Communication and Emotional Life*, Times Books, New York 2003 (with a new chapter on emotions and lying).