

Francesco Crapanzano

**TRA EPISTEMOLOGIA E BIOLOGIA:
ALCUNE SUGGERZIONI PIAGETIANE**

**BETWEEN EPISTEMOLOGY AND BIOLOGY:
SOME PIAGETIAN SUGGESTIONS**

SINTESI. La riflessione piagetiana intorno all'intima connessione tra biologia e conoscenza presenta aspetti ancora oggi assai interessanti: l'attività costruttrice del soggetto conoscente, il parallelismo tra meccanismi biologici e schemi psico-cognitivi, l'assimilazione reciproca del reale alle strutture del soggetto, sono solo alcune delle direttrici di pensiero piagetiano che hanno inciso meno di quanto meritavano all'epoca della loro pubblicazione. Soltanto negli ultimi decenni si è cominciato ad apprezzare la sua profonda riflessione epistemologica, intrecciata con diverse discipline scientifiche in stretta e continua interazione teorica secondo modelli di estrema attualità.

PAROLE CHIAVE: Piaget. Biologia. Epistemologia. Conoscenza.

ABSTRACT. Piagetian reflections on the intimate connection between biology and knowledge still present very interesting aspects today: the constructive activity of the epistemic subject, the parallelism between biological mechanisms and psycho-cognitive schemes, the mutual assimilation of reality to the structures of the subject, are just some of the lines of the Piagetian thought that have had a lesser impact than they deserved at the time of their publication. Only in recent decades we have begun to appreciate his profound epistemological thought, which is intertwined with various scientific disciplines in close and continuous theoretical interaction according to extremely current models.

KEYWORDS: Piaget. Biology. Epistemology. Knowledge.

1. Biologia della biologia

Tutti noi ben sappiamo come i bambini, durante una fase della crescita, formulino una serie di domande agli adulti in rapida successione: “Come mai accade questo?” “Perché il sole tramonta?” “Perché il sole sembra girare?” ecc. ecc. Il bambino ripercorre una catena causale alla ricerca di ciò che ‘originariamente’ o primariamente determina il fatto o fenomeno che ha suscitato la sua curiosità. Gli adulti, incalzati dai quesiti, spesso tagliano corto, fermando le risposte al livello tollerato dalla loro pazienza e, soprattutto, dalle nozioni in loro possesso. Risalire di causa in causa, a partire da qualunque evento o fenomeno, porta a una *regressio ad infinitum* e non spiega necessariamente ciò che si voleva capire. Potrebbe essere lo stesso risultato cui si giunge affiancando due termini identici in frasi del tipo: «La natura della natura», «La vita della vita», «La conoscenza della conoscenza» ecc. Alcuni avranno già riconosciuto dei titoli de *La méthode*; la ‘circolarità’ che si trova nei titoli della produzione di Morin non solo viene da lui difesa dalle accuse di vacuità tautologica, ma egli ne afferma il valore cognitivo:

I [titoli di molte delle mie produzioni] sono giochi di parole che esprimono la volontà di legare il primo livello delle conoscenze,

quello delle scienze vertenti sugli “oggetti” [propri delle discipline] a un secondo livello riflessivo sui concetti e le idee di queste scienze¹.

Domandarsi ‘perché x?’ o ‘perché y?’, al di là di ogni opzione metafisica od ontologica, non è la stessa cosa di interrogarsi sul ‘perché del perché’: nel primo caso resteremo all’interno del dominio della classe di oggetti x o y o di quelle a esse contigue o collegate, nell’altro dovremmo rivolgerci all’uso generale del lemma, magari provando a ipotizzare i motivi che portano il bambino a formulare continuamente le domande prima ricordate. Ciò conferma in pieno la considerazione moriniana: non c’è tautologia o circolarità viziosa nell’affiancare due volte lo stesso termine; anzi, il discorso diventa di ben altro spessore, cambiando, per così dire, di livello semantico e indicando, soprattutto, un obiettivo epistemologico di secondo livello.

Questo preambolo, apparentemente estraneo al tema in questione, è invece funzionale a quanto stiamo per dire: Piaget, quando unisce la riflessione sulla biologia, quella sulla genesi dell’intelligenza e l’epistemologia di matematica e fisica, lega in un quadro epistemologico unitario discipline a prima vista estranee, e lo fa in un modo così originale da ottenere un effetto retroattivo sulle stesse scienze, allo stesso tempo connesse e ‘distinte’ nella loro marcia

¹ E. Morin, *Il Metodo 3. La conoscenza della conoscenza* [1986], trad. di A. Serra, Raffaello Cortina, Milano 2007, p. 26.

conoscitiva. Prendiamo il caso che c'interessa: la biologia. L'epistemologia genetica ne ha messo a nudo la genesi disciplinare, la matrice fisicalista, il ricorso a spiegazioni finalistiche ecc. ecc., ma ne ha pure sottolineato la connessione col piano dell'intelligenza (grazie alle strutture bio-cerebrali) e con il pensiero superiore (la matematica, la fisica, le teorie cosmologiche ecc. sono pur sempre prodotti della mente); la biologia ha tra l'altro per 'oggetto' proprio quello che la psicologia e la filosofia considerano 'soggetto'. Insomma, Piaget fa acquistare alla biologia, grazie all'epistemologia genetica, una dimensione *trans-* e *meta-* disciplinare che permette di gettare lo sguardo su un nuovo terreno cognitivo, un secondo livello rispetto alla conoscenza statica, divisa, contenutistica e specialistica cui siamo abituati. Una conoscenza epistemologica che rispetto al mondo dei viventi è qualcosa in più di una 'biologia': potremmo chiamarla una 'biologia della biologia'.

A riprova, si consideri come nel prodotto maturo della riflessione piagetiana, *Biologia e conoscenza*², ritroviamo un'approfondita dimensione biologica delle regolazioni organiche messa in parallelo con i processi cognitivi elementari (ad es. i comportamenti) e superiori (matematica e logica); di più: la matematica e la logica appaiono come prolungamenti naturali del vivente, come

² J. Piaget, *Biologia e conoscenza* [1967], trad. it. di F. Bianchi Bandinelli, Einaudi, Torino 1983.

prodotti dell'evoluzione, 'arnesi' per la sopravvivenza, direbbe un darwinista³. Ma una 'biologia della biologia' non si limita a questo, annoda quei fili tra spirito e materia che troppo spesso sono stati recisi o sommariamente uniti, lo fa dal versante 'scientifico', con tutto quello che ciò comporta sotto il profilo dell'accoglienza, della visibilità, della corroborazione e del prestigio di una teoria. Una scienza – la biologia della biologia – che studia il vivente in tutte le sue forme e attraverso i suoi prodotti 'intelligenti', prodotti che la riorientano, influenzando, così, l'evoluzione stessa.

Biologia e conoscenza, si diceva, rappresenta un prodotto maturo della riflessione piagetiana nel contesto specificamente biologico e in quello più generale della sua produzione; quest'opera è certamente una pietra miliare piagetiana, in quanto pone le basi e individua le linee-guida per le ricerche dei

³ Quanto appena considerato, nel suo significato più generale, è posto a fondamento di quella che è stata definita da Donald Campbell nel 1974 «epistemologia evoluzionista», la quale si ispira ai lavori di Konrad Lorenz, Karl Popper, Stephen Toulmin e Campbell stesso. L'epistemologia evoluzionista (o evoluzionistica) è «un'epistemologia consapevole e compatibile con la concezione dell'uomo come un prodotto dell'evoluzione biologica e sociale. [Tale teoria sostiene che] l'evoluzione, anche nei suoi aspetti biologici, è un processo di conoscenza e [che] il paradigma della selezione naturale esplicativo di tali incrementi di conoscenza può venir generalizzato ad altre attività epistemiche come l'apprendimento, il pensiero e la scienza» (D.T. Campbell, *Evolutionary Epistemology*, in AA.VV., *The Philosophy of Karl Popper*, vol. 1, a cura di P.A. Schilpp, Open Court, La Salle 1974, p. 413; cit. in K.R. Popper - K. Lorenz, *Il futuro è aperto* [1985], a cura di D. Antiseri, Bompiani, Milano 2002, p. 8). Si leggano pure K. Popper, *Conoscenza oggettiva. Un punto di vista evoluzionistico* [1972], a cura di A. Rossi, Armando, Roma 2002²; S.E. Toulmin, *The evolutionary development of natural science*, in «American Scientist», (55) 1967, t. 4, Sigma Xi Scientific Research Society, North Carolina, pp. 456-471; Id., *Human Understanding: The Collective Use and Evolution of Concepts*, Princeton University Press, Princeton 1972.

decenni seguenti. Osservando, però, le pubblicazioni successive si nota come Piaget abbia un po' messo da parte gli argomenti biologici per dedicarsi agli studi di psicologia: cosa troviamo di 'biologico', infatti, tra il 1950 e il 1967, anno di apparizione di *Biologie et connaissance*? Un pugno di articoli che trattano di «assimilazione», di «genesi delle strutture logiche» legata al funzionamento biologico, di «interpretazioni psico-fisiologiche» in psicologia e di «biologia e conoscenza» (una presentazione del lavoro che sarebbe apparso l'anno successivo)⁴.

Certamente, Piaget in quegli anni era 'occupato' a diventare il Piaget che tutti conosciamo, ma se la produzione su temi biologici è scarsa, i riferimenti alle questioni sollevate ne *La pensée biologique* non sono assenti e, soprattutto alla luce di quanto pubblicato in seguito (*Biologia e conoscenza*), l'interesse non deve essere mai venuto meno: è stato nutrito con nuove letture ed è servito a produrre delle ipotesi scientificamente mature a partire dal nucleo espresso

⁴ In dettaglio e ordine cronologico, vd. le pagine che riguardano direttamente Piaget in J.M. Tanner - B. Inhelder (a cura di), *Entretiens sur le développement psycho-biologique de l'enfant* [1956], Delachaux&Niestlé, Neuchâtel 1960, *passim*; J. Piaget, *Assimilation et connaissance*, in J. Piaget - A. Jonckheere - B. Mandelbrot, *La lecture de l'expérience*, PUF, Paris 1958, pp. 49-108; J. Piaget, *Les modèles abstraits sont-ils opposés aux interprétations physiologiques dans l'explication en psychologie? Esquisse et autobiographie*, in «Bulletin de Psychologie», (13) 1959-1960, pp. 7-13, riapparso in «Revue suisse de Psychologie», 14 (1960), pp. 57-65; Id., *Biologie et connaissance*, in «Diogène», (54) 1966, pp. 3-26.

nell'*Introduction*, ovvero l'analogia di funzionamento tra strutture organiche e cognitive.

Gli studi epistemologici, biologici e psicologici rappresentano la piattaforma su cui Piaget costruisce e amplia le sue ricerche. Fra le letture che effettua negli anni 1950-1967 vi è con certezza Conrad Waddington (1905-1975), biologo, embriologo e genetista, docente all'Università di Edimburgo, pioniere dell'epigenetica e singolare figura di scienziato che si pone domande nettamente trans-disciplinari⁵. Waddington rappresenta la chiave di volta del 'ritorno' piagetiano su temi biologici: la sua teoria dell'assimilazione genetica, infatti, ipotizza e definisce un ruolo attivo – anche se indiretto – dell'ambiente sul genoma. Intanto distingue l'ambiente 'esterno' da uno 'interno' o epigenetico; sarebbe sul secondo che l'ambiente riesce ad agire, e questo, a sua volta, sensibilizzerebbe il genoma alla risposta. Piaget, richiamandosi esplicitamente a Waddington, ipotizza che sia l'ambiente esterno a creare uno squilibrio e, se «l'ambiente interno è eccessivamente perturbato e ciò finisce per

⁵ Proprio nel periodo di riferimento, Waddington pubblica una serie di lavori di fondamentale importanza sul funzionamento dei geni, avanzando un'ipotesi che, al di là della fortuna avuta in seguito, può senz'altro definirsi 'rivoluzionaria' per i tempi. A titolo d'esempio, si legga il piccolo ma assai significativo studio sulle ali della *Drosophila*, C.H. Waddington, *Genetic assimilation of an acquired character*, in «*Evolution*», (7), 2, 1953, pp. 118-126; o anche Id., *Epigenetics and Evolution*, in «*Symp. Soc. Exp. Biol.*», (7) 1953, pp. 186-199; Id., *Principles of Embryology*, Allen&Unwin, London 1956; Id., *The Strategy of the Genes*, Allen&Unwin, London 1957; Id., *The Nature of Life*, Allen&Unwin, London 1961.

sensibilizzare i geni regolatori, si producono nuove variazioni, genetiche [...] perché il gene è informato che qualcosa non funziona a dovere»⁶. Il genetista inglese fornisce a Piaget un'ipotesi ben definita sulla trasmissione dei caratteri acquisiti intorno a cui si era già espresso ammettendo, come si ricorderà, di non avere idea sui dettagli del meccanismo.

2. Tra biologia e conoscenza

Enunciata in poche righe l'idea più generale che anima il lavoro, ovvero che la biologia non sia per nulla estranea alla conoscenza⁷, passa subito a definire le questioni preliminari rispetto alla trattazione del rapporto tra biologia e conoscenza; questioni a cui, anche per il solo fatto di essere anteposte,

⁶ J.-C. Bringuier, *Conversations libres avec Jean Piaget*, Robert Laffont, Paris 1977, pp. 168-169 [ediz. italiana J. Piaget, *Intervista su conoscenza e psicologia*, trad. di S. Brillì Cattarini, Laterza, Roma-Bari 1978, p. 102]. Ripetiamo: non è che il messaggio giunga ai geni direttamente dall'ambiente esterno, lo squilibrio al quale reagiscono è sempre del 'loro' ambiente. Bollata dai neodarwinisti come ipotesi lamarckista *tout court*, la teoria epigenetica di Waddington è tornata alla ribalta negli ultimi anni, anche alla luce di alcune conferme sperimentali. Cfr. E. Boncinelli, *Biologia dello sviluppo* [1994], Carocci, Roma 2001.

⁷ A questo proposito, Piaget ricorda come ci siano stati illustri scienziati che hanno prospettato la necessità di studiare i processi cognitivi pure dal versante biologico: Konrad Lorenz, il quale sottolineava che l'apparato conoscitivo e la teoria della conoscenza dovevano essere studiati sotto il profilo biologico e filogenetico; e Darwin, il quale aveva annotato «in forma poco accomodante» che, una volta assicurata l'origine dell'essere umano, la comprensione del babuino avrebbe dato un contributo alla metafisica maggiore di quello di Locke («He who understands baboon would do more towards metaphysics than Locke»). Cfr. J. Piaget, *Biologia e conoscenza*, cit., pp. 3-4; Ch. Darwin, *Taccuini filosofici* [1837-1838], a cura di A. Attanasio, UTET, Torino 2010, M, 84E; K. Lorenz, *Über die Entstehung von Mannigfaltigkeit*, in «Naturwissenschaften», (12), 52, 1965, pp. 319-329.

attribuisce notevole importanza. Prima di tutto la conoscenza: non deve essere considerata come un afferrare dati o ‘fatti’ dall’ambiente, essendo gli organi e il funzionamento bio-cerebrale frutto di meccanismi ereditari; piuttosto la psicologia dello sviluppo insegna che si costruisce e si organizza a partire dall’azione. D’altro canto, l’intelligenza non ha un inizio precisamente definito, ma affonda le sue radici negli schemi d’azione e in quelli che paiono derivare dall’abitudine, percorrendo, poi, diverse fasi di sviluppo fino alla capacità di rappresentazione tipica (ma non necessariamente esclusiva) dell’essere umano a 11-12 anni.

È importante, ancora, distinguere all’interno del processo cognitivo, il ruolo endogeno del soggetto epistemico che, ad esempio, utilizza la matematica per conoscere, da quello ambientale, il mondo degli ‘oggetti’, per intenderci. ‘Distinguere’, appunto, non vuol dire che si stia parlando di due realtà diverse e opposte, significa differenziare per comprendere meglio, capire che la nostra descrizione della realtà fisica è qualcosa in più della realtà stessa, non deriva esclusivamente da ‘impressioni’ esterne o «registrazioni esogene» (ammesso che possano esistere *sic et simpliciter*), in quanto noi ‘aggiungiamo’ qualcosa. Non si tratta di un recupero del ‘vitale’, dell’umano, del piano etico o metafisico; le conoscenze, precisa Piaget, «sono *più ricche* del materiale che ricavano

dall'ambiente, perché a esso aggiungono degli elementi di organizzazione non forniti direttamente dagli avvenimenti o dagli oggetti esterni all'organismo»⁸. Ogni conoscenza, insomma, presuppone uno schematismo che solo in parte è ereditario e, soprattutto, non somiglia per nulla a una registrazione o catalogazione, poiché richiede l'attività del soggetto. Piaget ha le idee chiare e instaura immediatamente un paragone 'biologico': le conoscenze, in generale, sono più assimilabili «alle variazioni fenotipiche quali le si concepiscono oggi, come prodotti dell'interazione fra il genoma e l'ambiente e relative alle “norme di reazione” del genotipo, di quanto non siano paragonabili ai fenotipi, interpretati in passato come radicalmente distinti dai genotipi»⁹.

La conoscenza, al pari dei processi evolutivi, presuppone un'attività del soggetto: mai questo sarà un mero registratore passivo di ciò che accade, un semplice ricettacolo di sensazioni che coordinerà in un secondo tempo; come quella non sarà «una semplice copia del reale» perché è inserita in un insieme di strutture preesistenti. Una nuova conoscenza in ambito fisico, ad esempio, non arriverà dal nulla o dalla semplice osservazione (tra l'altro sempre 'guidata' od 'orientata') ma risulta inserita in una rete di conoscenze anteriori di cui andrà a

⁸ J. Piaget, *Biologia e conoscenza*, cit., p. 6.

⁹ Ivi, pp. 6-7.

costituire eventualmente un prolungamento o un'emendazione. L'edificio del sapere non si trova pronto per l'uso ma si costruisce a partire da fondamenta necessarie (non 'universali', che cioè potrebbero modificarsi nel corso del tempo). Il processo appena descritto ha una similitudine importante con quanto avviene a livello biologico e psicologico; anzi, esiste proprio un termine che lo identifica in questi ambiti: «assimilazione». L'assimilazione indica un'integrazione a strutture esistenti¹⁰: in ambito percettivo come cognitivo o psicologico, ogni dato viene inserito in una matrice di significati preesistenti (matrice semantica) necessaria e funzionale alla cognizione¹¹.

Alla luce di quanto appena indicato a proposito dell'assimilazione nel suo significato d'integrazione, risulta che ogni conoscenza *lato sensu* parte da un'azione, da un processo attivo del soggetto conoscente che cerca di coordinare, assimilare e comprendere la realtà alla luce di quanto già possiede in

¹⁰ «L'assimilazione clorofilliana è una trasformazione della luce visibile in energie integrate nel funzionamento dell'organismo; l'assimilazione genetica (Waddington) è l'incorporazione nel sistema genetico di caratteri inizialmente legati ad una interazione con l'ambiente [...]. L'assimilazione così definita in termini funzionali molto generali, svolge un ruolo necessario in ogni tipo di conoscenza» (ivi, p. 7).

¹¹ Per una trattazione specifica dei processi che sovrintendono alle strutture bio-cognitive e psicologico-comportamentali si veda il saggio scritto alcuni anni dopo *Biologia e Conoscenza*, J. Piaget, *L'equilibratura delle strutture cognitive* [1975], trad. di G. Di Stefano, Boringhieri, Torino 1981. Sull'importanza della connessione attuata da Piaget tra biologia e cognizione, si legga tra l'altro M. Ceruti, *La danza che crea. Evoluzione e cognizione nell'epistemologia genetica*, Feltrinelli, Milano 1989, pp. 107-118.

termini funzionali (schemi percettivi e biologici dell'organismo), psico-cognitivi (memoria, capacità logico-operatoria) e concettuali (matematica, fisica e, in generale, qualunque sapere sufficientemente strutturato). La matematica, apparentemente lontana dal concreto, è un'azione mentale (non materiale) e quando applichiamo le matematiche alla realtà non ci limitiamo a descriverla come con un linguaggio ma la 'informiamo', ne teorizziamo aspetti che non si sono ancora manifestati, ne indichiamo tutte le possibili trasformazioni ('virtuali') e ciò è molto di più di una registrazione. Persino la logica è per Piaget un «sistema di operazioni» mentali (più o meno sofisticate) la cui origine non coincide con la comparsa del linguaggio, ma si situa nella capacità di coordinamento delle azioni; la logica, allora, si 'naturalizza' appena si guardi alle sue radici¹².

L'assimilazione, ancora, è centrale in ogni processo – biologico o cognitivo – e consiste in una incorporazione di dati, eventi, situazioni ecc. a schemi predisponibili. Tali schemi non sono innati ma costruiti a partire dal funzionamento biologico e dalla coordinazione senso-motoria fino ad arrivare a un alto livello di complessità rappresentato dalla struttura logica. Questo

¹² Cfr. J. Piaget, *Biologia e conoscenza*, cit., pp. 8-9. Questo indirizzo di ricerca piagetiano sulla logica è stato pienamente riconosciuto e analizzato nei suoi aspetti epistemologici e formali in E. Gattico - J.-B. Grize, *La costruzione del discorso quotidiano. Storia della logica naturale*, Bruno Mondadori, Milano 2007, in particolare si legga ivi, pp. 183-261.

sviluppo richiede un minimo di meccanismi innati, rappresentati dal funzionamento organico, cioè biologico; ecco come il problema della conoscenza si pone in stretta connessione teorica e concreta con quello biologico, e proprio grazie alla biologia Piaget intuisce un altro importante tassello del processo cognitivo: accanto all'assimilazione, tutti gli schemi in possesso dell'organismo (soggetto cosciente o ameba in cerca di cibo, dal punto di vista piagetiano, mettono in atto operazioni conoscitive per il solo fatto di sopravvivere come organismi) presentano un 'accomodamento', ovvero una modifica dovuta all'influenza delle situazioni cui si applicano. «Come non c'è assimilazione senza qualche accomodamento, così non può esserci accomodamento senza assimilazione»¹³; in altre parole, ogni schema risulta essere da un lato un complesso sistema dotato di un funzionamento interno che affonda le sue radici in un innatismo biologico-funzionale – rientra in questo funzionamento l'assimilazione come modifica dell'esterno coll'applicazione dello schema – e dall'altro un altrettanto complesso meccanismo di accomodamento con cui l'ambiente rimodella entro certi limiti lo schema.

Esogeno ed endogeno, ambiente e organismo, in un sottile gioco di assimilazioni e accomodamenti, costruiscono l'equilibrio vitale dell'organismo;

¹³ J. Piaget, *Biologia e conoscenza*, cit., p. 11n.

e allo stesso modo in campo cognitivo si formano quadri di conoscenze stabili. In tutto ciò risulta fondamentale per la prosecuzione della vita dell'organismo come per il progresso delle conoscenze una certa continuità che si traduce nell'assimilazione del nuovo senza raggiungere livelli di ristrutturazione (accomodamento) tali da minacciare il sistema (organico o concettuale). Entro certi limiti l'organismo può autoregolarsi resistendo alla degradazione entropica e una teoria può essere conservata; oltre avviene un cambiamento radicale, una discontinuità che rompe gli schemi e costringe l'organismo alla morte e le teorie alla scomparsa. È utile notare che tanto l'assimilazione quanto l'accomodamento, nel senso generale introdotto da Piaget, sono meccanismi e strumenti di cui si avvale l'organismo per l'autoregolazione e la vita: una ristrutturazione dettata dall'ambiente, cioè un accomodamento degli schemi organici o una emendazione di una teoria matematica o fisica, in quanto operazione riuscita è perfettamente funzionale alla continuità del sistema in questione, cioè risultano azioni (materiali o virtuali) del soggetto idonee a compensare la 'perturbazione' esterna. Allora, l'accomodamento non ha alcuna accezione negativa in quanto è azione che contrasta la perturbazione cercando di ottenere l'assimilazione, non una cieca modificazione di schemi.

Cercando di definire quale sia l'*impostazione del problema*, Piaget introduce brevemente il parallelismo tra l'embriogenesi organica e quella mentale, ovvero tra la crescita dell'organismo e lo sviluppo dell'intelligenza. Situando il discorso su un piano epistemologico – e perciò stesso di carattere generale, ma non generico – recupera argomenti di carattere 'storico' come il dibattersi della teoria sull'embriogenesi tra preformismo ed epigenesi, e l'origine delle capacità logico-operatorie nell'ontogenesi delle funzioni cognitive, viste come espressione di una potenzialità interamente contenuta nell'organismo o, al contrario, frutto di un ordine imposto dalla realtà. Per quanto riguarda l'aspetto biologico, Piaget ha sposato la teoria epigenetica di Conrad Waddington, il quale aveva criticato chi intendeva il DNA come un codice la cui combinatoria contiene in anticipo tutti i possibili sviluppi dell'organismo, rimarcando la complessità di un processo embriologico che non era mai stato così lineare come ci si attendeva. Le funzioni organiche e gli organi, ad esempio, non compaiono né allo stesso tempo né in forma, per così dire, definitiva: vi è una continua «reintegrazione» funzionale di organi che si differenziano a velocità diverse e seguendo 'percorsi' non del tutto identici; lo sviluppo cerebrale testimonia una situazione del tipo appena descritto.

Waddington, durante un convegno tenuto a Ginevra nel 1964, istituì in modo spontaneo e con altri fini esplicativi proprio quel parallelismo tra embriogenesi organica e funzioni cognitive che stava tanto a cuore a Piaget; questi, infatti, ne riferisce ricordando che Waddington sosteneva «con acume che la costruzione epigenetica può essere considerata analoga a un sistema di teoremi geometrici, in cui ogni teorema è reso necessario dall'insieme di quelli che precedono senza tuttavia essere contenuto in anticipo negli assiomi di partenza»¹⁴. L'analogia viene immediatamente estesa da Piaget allo sviluppo delle operazioni logiche elementari nel bambino che procedono dalla coordinazione di azioni su oggetti (materiali e virtuali) traendo schemi sempre più complessi (ad es. di riunione, di ordine, di corrispondenza) difficilmente riconducibili alla sola funzione interna del sistema nervoso. Nessun bambino possiede alla nascita un sistema logico minimo, lo sviluppo progressivo della logica naturale e il fatto che ogni soggetto la porti a maturazione in tempi diversi, non fanno propendere per la predeterminazione della logica nei geni; anche credendo a una qualche attivazione differita del genoma, a una concretizzazione successiva di potenzialità iscritte nel DNA, bisogna pensare a un gene regolatore o a un gruppo di geni che cambi improvvisamente compito.

¹⁴ Ivi, p. 18.

Allora si può dire che la logica venga ‘appresa’ in qualche modo dall’ambiente? Che esiste fuori di noi? Neanche questa soluzione ‘lamarckista’ può piacere a Piaget il quale, sin dal 1950, aveva optato prudentemente per una soluzione interazionista che mettesse al riparo tanto dal preformismo quanto dall’azione esclusiva dell’ambiente.

A essere più precisi, il problema della ‘terza via’ tra preformismo e lamarckismo sembra assillare meno il Piaget di *Biologia e conoscenza* di quello de *La pensée biologique*; è l’articolazione delle argomentazioni, la corroborazione di un’affascinante teoria dei rapporti tra sfera organica e cognitiva a interessarlo; e certamente approda alla netta individuazione di un’analogia funzionale tra processi organici e cognitivi, facendo trasparire la speranza che non si tratti di una semplice corrispondenza, ma che si possa trovare la zona di frontiera in cui organico e concettuale interagiscono e collaborano, direttamente o indirettamente, nella costruzione organica e cognitiva; a quel punto, forse, i due termini potrebbero diventare sinonimi, conoscenza e vita sarebbero due facce della stessa medaglia¹⁵.

¹⁵ È quanto sarà riscontrato dai neurofisiologi cileni Francisco Varela e Humberto Maturana, i quali, tra l’altro, considereranno che «il fatto di vivere [...] è conoscere nell’ambito dell’esistenza» (H. Maturana - F. Varela, *L’albero della conoscenza* [1984], trad. di G. Melone, Garzanti, Milano 1995², p. 154) e che «non si possono comprendere le basi biologiche della conoscenza solo mediante lo studio del sistema nervoso [,] ci sembra che sia necessario capire come questi processi siano radicati nell’essere vivente preso nella sua totalità» (ivi, p. 50). Cfr. pure quanto considerato nel capitolo dal significativo titolo *La vita è*

Per il momento, Piaget espone brevemente le principali similitudini da cui scaturisce il parallelismo bio-cognitivo: in primo luogo la presenza di ben determinati stadi nello sviluppo dell'intelligenza come in quello organico. In effetti, egli rimane nell'immaginario collettivo il grande psicologo che formula una precisa sequenza evolutiva dell'intelligenza in quattro stadi, dalla nascita agli 11-14 anni; pochi avrebbero criticato la divisione stadiale all'epoca in cui venne alla luce *Biologia e conoscenza*, ma ciò che gli preme sottolineare è la presenza di livelli abbastanza netti che devono necessariamente essere attraversati, pur con velocità diverse, da ogni individuo. Dai quattro stadi, insomma, non si sfugge e Piaget è sicuro di aver prodotto ricerche decisive che lo dimostrano, come del resto ammette con altrettanta chiarezza l'assenza di studi che in ambito biologico-evolutivo (sui Metazoi) abbiano mostrato l'insopprimibilità delle sequenze di sviluppo organico¹⁶. Ad ogni modo, quanto sino a quel momento conosciuto in ambito cognitivo, cioè la presenza di un sistema dotato di organizzazione e autoregolazioni di complessità crescente,

cognizione, in M. Ceruti, *La danza che crea. Evoluzione e cognizione nell'epistemologia genetica*, cit., pp. 17-48.

¹⁶ Pur potendo riscontrare una sequenza stadiale di sviluppo, come insegnava l'embriogenesi, nella biologia dei metazoi mancavano quelle ricerche che mostravano la sua non evitabilità. In ambito psicologico, infatti, il sistema degli stadi è un «processo sequenziale» in cui «non è possibile arrivare alle operazioni “concrete” senza passare attraverso una preparazione senso-motoria [...] e non è possibile accedere a operazioni proposizionali senza appoggiarsi alle operazioni concrete che le precedono, ecc.» (J. Piaget, *Biologia e conoscenza*, cit., p. 22).

mostrava un'evoluzione sequenziale «paragonabile a quello di una epigenesi biologica»¹⁷.

Nello sviluppo dell'intelligenza si riscontrano quattro stadi di crescente complessità (senso-motorio, pre-operatorio, operatorio concreto e operatorio formale) che vengono attraversati sistematicamente, pur con tempistiche e percorsi interni differenti. In linea di massima, proprio perché si parla di stadi o sequenza stadiale, è impossibile saltare una fase o tornare indietro alla precedente; quindi, la diversificazione individuale è possibile entro certi limiti: un ritardo nello sviluppo di alcune capacità logico-operatorie, ad es., non significherà l'abbandono della sequenza né un ritorno a posizioni precedenti, ma un semplice rallentamento e il permanere di schemi relativi al livello inferiore¹⁸. Ora, questo tipo di successione mostra una marcata similitudine, secondo Piaget, con il piano organico, in particolare con il modello epigenetico di Waddington, il quale aveva coniato il termine «creodi» («vie necessarie») per definire i particolari sviluppi di un organo o di una parte di embrione. Chiamò «sistema epigenetico» l'insieme dei creodi e formulò l'idea che la crescita di un organo,

¹⁷ Ivi, p. 23.

¹⁸ Piaget considera che le strutture intellettive mostrano «vie differenziate, ognuna delle quali tuttavia è relativamente regolare e segue una sua specifica direzione, pur presentando svariate interazioni con le altre» (*ibidem*).

attraversando precise fasi, non procedesse in modo lineare e perfettamente programmato: pur avendo delle tappe fissate si poteva immaginare il percorso tra una di esse e quella successiva come ogni volta diverso (per via di perturbazioni) e i creodi come le canalizzazioni – tanto spaziali quanto temporali – entro cui questo processo avviene. In un gioco di sottili compensazioni, il creodo, che per Waddington non risponde a un singolo gene ma deriva dall'interazione di più geni, assume un ruolo attivo nel mantenimento dell'equilibrio e nel conseguimento dell'obiettivo; equilibrio che non tende a mantenere una situazione statica (omeostasi) ma a guidarla dinamicamente, e prende il nome di «omeoresi»: «Si ha “omeoresi” quando il processo formatore, deviato dalla sua traiettoria sotto l'influenza dei fattori esterni, la raggiunge di nuovo grazie a un gioco di compensazioni coercitive»¹⁹. L'omeoresi lascia posto all'omeostasi solo quando lo sviluppo è completo e diventa funzionale al sistema un equilibrio statico²⁰.

¹⁹ *Ibidem*. Per quanto concerne il controllo dei tempi nel processo, il sistema epigenetico attiva i cosiddetti «time-tally», che Piaget descrive come catalizzazioni o rallentamenti dell'assimilazione come dell'organizzazione. Cfr. *ivi*, p. 24.

²⁰ L'omeostasi e l'omeoresi sono entrambe forme di equilibrio, «l'una, si potrebbe dire, temporale e storica, l'altra non meno dinamica della prima nei suoi processi, ma sincronica» (*ivi*, p. 28). Apparentemente, poi, vi è una certa differenza tra i processi organici di crescita e lo sviluppo delle capacità cognitive: i primi si svolgono in forme di equilibrio omeoretico, le seconde si attuano solo quando gli organi e le funzioni sono già sviluppate e perciò potrebbero essere governate dall'omeostasi. Ma in realtà si possono trovare dei «creodi» cognitivi e individuare omeoresi ben caratterizzate. Cfr. *ivi*, pp. 29-31.

Tornando al piano cognitivo, Piaget sottolinea come la teoria epigenetica così formulata trovi ulteriori e precise analogie anche e soprattutto in questi processi appena descritti. Pure la costruzione di capacità operatorie, di nozioni e teorie richiede un tempo ottimale, espressione di un equilibrio mobile segnato da un certo numero di tappe necessarie, il cui itinerario corrisponderebbe al «creodo». È possibile in alcuni casi accelerare questi passaggi presentando in modo diverso alcune nozioni – ad esempio i numeri –, come non è raro notare un rallentamento dovuto a influenze sociali o più in generale all’ambiente culturale; ma tutto questo ha i limiti imposti dai «creodi» e non modifica, se non in minima parte, l’effettiva comprensione e padronanza del ‘soggetto’ che seguirà comunque le medesime tappe nell’ordine previsto.

Quindi, l’epigenesi delle funzioni cognitive presuppone una «collaborazione» tra ambiente e genoma²¹ destinata ad aumentare con la crescita; sarebbe un errore credere, come si è fatto, che la maturazione sia imputabile esclusivamente a fattori esogeni (perché mai, infatti, il sistema nervoso arriverebbe a maturare verso i 15-16 anni?), l’*a priori* delle conoscenze

²¹ Questa «collaborazione», è giusto precisarlo, non scaturisce da un’interazione diretta fra i due termini, ma si attua sul terreno (non ereditario) della fenocopia. Infatti Piaget aggiunge che, «in generale, oggi si ammette che qualunque produzione fenotipica (e quindi anche le funzioni cognitive nel loro insieme) è il prodotto di una stretta interazione fra il genoma e l’ambiente» (ivi, pp. 26-27).

è un tipo di coordinazione tra schemi che affonda le radici in processi endogeni; d'altra parte è pure errato pensare che tutto sia scritto nei geni (tornando così a una sorta di preformismo), visto che si tratta di condizioni preliminari, ovvero funzioni organiche che permettono l'avvio di una crescita intellettuale che si compirà in stretto rapporto con l'ambiente. L'interazione tra genoma e ambiente è complicata da analizzare, ammette Piaget, ma l'epigenesi di Waddington è di aiuto e stimolo in questo senso, prevedendo una sorta di «competenza o stato fisiologico» dei tessuti organici che permetterebbe loro di rispondere a determinati stimoli piuttosto che ad altri. «È difficile», considera Piaget,

non vedere l'analogia fra questa nozione che si riferisce alla meccanica embrionale e i fatti rivelati dagli esperimenti sull'apprendimento nel campo delle operazioni logico-matematiche [in cui] la competenza [è] un caso particolare di ciò che chiamiamo "assimilazione" cognitiva, ma gli schemi di assimilazione si costruiscono grazie alla collaborazione fra le capacità di coordinazione del soggetto e i dati dell'esperienza o dell'ambiente²².

Naturalmente, il peso di questa interazione pende dal lato dei geni nel caso del mondo organico (al contrario in campo cognitivo) ma l'analogia resta inalterata sul piano funzionale e i problemi sollevati nell'uno e nell'altro campo sono identici.

²² Ivi, p. 27. Gli studi di Waddington presi in considerazione, ancorché non citati esplicitamente, sono quelli relativi allo sviluppo degli embrioni di pollo e di anatra risalenti agli anni '30.

3. Oltre Lamarck, oltre Darwin

Torna prepotentemente in campo l'ipotesi di un *tertium* tra il lamarckismo e il neodawinismo, terza via che è cibernetica in quanto il metaprocesso che opera è l'autoregolazione di cui si è detto in precedenza. Sotto un profilo biologico, Piaget individua l'organo di questa autoregolazione nel sistema nervoso e nota come esso sia tanto un prodotto del processo autoregolativo quanto l'organo attraverso il quale vengono regolati gli scambi con l'esterno, organo cognitivo per eccellenza che raccoglie e organizza le informazioni provenienti dall'ambiente modificandolo all'occorrenza²³. Il sistema nervoso, nonostante si sviluppi dall'ectoderma nel corso della neurulazione e non dal mesoderma o dall'endoderma, è destinato a partecipare a tutte le regolazioni interne dell'organismo (pressione sanguigna, sistema endocrino, respirazione ecc. ecc.); l'origine ectodermica, d'altra parte, può indicare la futura specializzazione nel ricevere, elaborare e reagire agli stimoli ambientali, ma non nella forma $S \rightarrow R$, perché fin dall'inizio manifesta attività elettriche spontanee. Il sistema cognitivo non funziona diversamente: le conoscenze non derivano, infatti, né dall'oggetto né dal soggetto ma dalla loro interazione, a sua volta

²³ Così sintetizza Piaget: «I processi cognitivi appaiono quindi nello stesso tempo come la risultante dell'autoregolazione organica di cui riflettono i meccanismi essenziali e come gli organi più differenziati adibiti a questa regolazione nell'ambito delle interazioni con l'esterno» (J. Piaget, *Biologia e conoscenza*, cit., p. 32).

originata tanto da attività spontanee dell'organismo quanto da stimoli esterni. In un secondo tempo le conoscenze prendono due direzioni, la prima è quella della «conquista dell'oggetto» o dell'ambiente (dalla semplice percezione alla rappresentazione) che serve all'organismo per vivere. Essa, anche al solo livello percettivo, non è semplice copia del reale perché è frutto di azioni e regolazioni (ricordiamo che le azioni vanno coordinate e producono i famosi «schemi»). La seconda direzione è quella della «riflessione», ossia la presa di coscienza delle coordinazioni interne che giunge, per gradi, alle costruzioni logico-matematiche e a qualche nozione elementare di fisica. Ora, cosa hanno in comune le costruzioni cognitive di questo tipo e le regolazioni organiche? La funzione autoregolatoria: nell'organismo sembrano esplicitarsi secondo modelli cibernetici, con una logica booleana; da un punto di vista psicologico, le operazioni logiche nascono da una coordinazione generale delle azioni per «astrazione riflettente» e più in generale servono a verificare e regolare (formalizzare) il pensiero; «non è azzardato supporre che esista un fondo comune di meccanismi regolatori propri alle regolazioni nervose in tutte le loro forme, delle quali le coordinazioni generali dell'azione sono una manifestazione fra le altre»²⁴. Con ciò Piaget

²⁴ Ivi, p. 34.

enunciava la sua «ipotesi direttrice» e definiva «programma accettabile» quello di condurre la ricerca in tale direzione.

Gli organi della regolazione funzionale sono il sistema nervoso e le funzioni cognitive, non esiste altro che sovrintenda ai processi regolatori. Questi, infatti, sono spesso causa ed effetto di sé stessi: l'equilibrio degli elettroliti nel sangue, il mantenimento del pH ecc. sono espressione dell'omeostasi, ma non esiste un organo specifico dell'omeostasi che a un tempo è espressione di un equilibrio tra tutti gli organi in gioco e contribuisce a produrlo²⁵. Il sistema nervoso, quindi, è l'organo di regolazione funzionale, il sistema endocrino svolge una regolazione tanto strutturale (è grazie agli ormoni che si differenziano gli organi genitali) quanto funzionale (di equilibrio ormonale), sebbene in tempi diversi; e i due sistemi interagiscono in un modo che si è scoperto sempre più stretto, al punto da far considerare a Piaget una sorta di ordine di sviluppo o di evoluzione rispetto alle regolazioni: esse sarebbero in primo luogo morfogenetiche, in quanto determinano la creazione di

²⁵ Piaget, a questo proposito, apprezza quanto scritto dal medico e biologo francese Max Aron (1892-1974) nel testo M. Aron, *Problèmes de la vie*, Calmann-Lévy, Paris 1958. Aron considerava che l'omeostasi «pone problemi difficili. Essa esiste come causa e come effetto: come causa del funzionamento normale dei tessuti e degli organi che dall'ambiente interno traggono i materiali necessari per la loro attività e vi rigettano i loro rifiuti; come effetto, perché dipende da molti di questi organi: reni, fegato ghiandole endocrine» (ivi, p. 130; cit. in J. Piaget, *Biologia e conoscenza*, cit., p. 35). Piaget aggiunge che il lavoro di Aron rimaneva «estraneo» alla rivoluzione cibernetica che aveva il merito di spiegare situazioni come quella appena descritta.

organi e tessuti; poi strutturali, nel segno del trofismo e della differenziazione; infine funzionali, foriere di equilibrio nel sistema organico aperto rispetto all'ambiente. Si chiarisce, così, la continuità che esiste tra organismo e funzioni cognitive nel segno di un equilibrio che prima verrà raggiunto in modo più endogeno col sistema endocrino e poi si tradurrà in regolazione tanto interna quanto esterna col sistema nervoso, il quale sarebbe un organo autoregolatore e pure un'interfaccia tra l'organismo e l'ambiente (piano cognitivo).

Tirando un po' le somme, Piaget ricorda che in nessun campo l'organismo è passivo nei confronti dell'ambiente: sotto il profilo fisico-chimico, non è una copia degli elementi che lo circondano o con cui entra in contatto; da un punto di vista genetico, il genoma non è un prodotto dell'ambiente ma un sistema che presenta una serie di risposte alle perturbazioni che l'ambiente produce; nello sviluppo epigenetico avvengono degli scambi con l'esterno (ad es. l'alimentazione) ma sono canalizzati da una «direzione interna» (assimilazione); la stessa canalizzazione si può osservare in fisiologia, dove le regolazioni irreggimentano i flussi di scambio con l'ambiente. Ancora, dal punto di vista neurologico, il sistema nervoso è lungi dal recepire passivamente gli stimoli, basti ricordare il fenomeno della sensibilizzazione. Non c'è da aspettarsi qualcosa di diverso sul piano del comportamento che non sarà una risposta

passiva a stimoli esterni, ma una conquista o un adattamento dell'ambiente ai propri equilibri – assimilazione – e un complementare processo di accomodamento degli schemi. Le funzioni cognitive non sfuggono a questo modello, ricordando la loro appartenenza alla sfera funzionale e non strutturale. Ma per quale motivo sono necessarie? Perché, si chiedeva Piaget, abbiamo bisogno di una logica o della matematica o di una coscienza? La risposta è abbastanza semplice: queste sofisticate e complesse strutture svolgono, al pari di altre prettamente biologiche, il compito di regolare ed equilibrare gli scambi coll'esterno; un esterno, però, che non è 'organico' ma intessuto di relazioni comportamentali; «in questa prospettiva, le funzioni cognitive sarebbero dunque gli organi specializzati per l'autoregolazione degli scambi nell'ambito del comportamento»²⁶. I principi del funzionamento di questo particolare organo non arriveranno casualmente né è necessario ipotizzare che un'intelligenza li immetta, è sufficiente e plausibile osservare come siano identici a quelli della regolazione organica e si adattino al contesto comportamentale²⁷. Allora tutta la logica, dalla «naturale» a quella più assiomatizzata, è un sistema idoneo a

²⁶ Ivi, p. 40.

²⁷ «Per questa ragione, nelle conoscenze fino alle loro forme umane e a quelle più avanzate nella direzione del pensiero scientifico, possiamo riconoscere le principali costanti funzionali che caratterizzano l'autoregolazione a tutti i livelli» (ivi, p. 41).

mantenere un equilibrio sul piano cognitivo distinguendo il vero dal falso e permettendo al soggetto di restare nel ‘vero’, ossia di conservare una coerenza e l’identità in quanto sistema cognitivo. La nettezza con cui la distinzione avviene grazie alla logica è maggiore che nei sistemi organici, ma la similitudine resta e in campo biologico, infatti, esistono situazioni normali e patologiche, ovvero una ‘logica’ a due valori in cui il «normale» prende il posto del «normativo» e il patologico dell’errore.

I fattori in gioco nello sviluppo organico sono principalmente tre: la programmazione genetica, le influenze ambientali e i processi di equilibrio e autoregolazione (né esclusivamente ereditari né acquisiti). È un quadro che l’embriologia non trova difficoltà ad accettare, visto che in parte nasce da osservazioni fatte in questo settore; lo stesso per la psicologia che Piaget riesce a connettere all’organico attraverso una originale interpretazione del piano comportamentale; più difficile risulta da accettare ai genetisti, i quali sono inclini a escludere ogni interferenza ambientale dalla programmazione genetica. In effetti, l’isolamento genetico è un fatto ammesso da Piaget, ma il suo modello epigenetico, mutuato da Conrad Waddington, presenta la possibilità che la pressione ambientale agisca sull’organismo – producendo una fenocopia – e per via indiretta sul genoma, sicché in quest’ultimo si produrrà una sia pur limitata

ristrutturazione. Questo snodo centrale del modello piagetiano, è utile rimarcarlo, si inseriva in un solido quadro epistemologico d'insieme grazie al quale riusciva a gettare nuova luce su aspetti specifici (genetici, psicologico-cognitivi, fisiologici, cibernetici ecc.), aspetti che poi indagava o approfondiva ulteriormente corroborando il meta-livello ('retroagendo' sull'epistemologia genetica).

Piaget offre, ancora, un sintetico quanto denso riepilogo sull'organizzazione vitale: la vita è un «sistema equilibrato»²⁸ il cui equilibrio non è mai statico, ma necessita di essere mantenuto pure negli aspetti apparentemente più isolati e protetti come i genetici; infatti, «il genoma è isolato *al massimo* (ma senza mai raggiungere l'isolamento assoluto) dall'ambiente: il suo equilibrio, tuttavia, è turbato dalle mutazioni, ecc., nonostante la situazione ottimale in cui si trova».²⁹ Il sistema epigenetico è già meno isolato o più esposto alle perturbazioni ambientali che vengono prontamente canalizzate dai «creodi» dando luogo all'omeoresi; il sistema fisiologico è ancora più «aperto»

²⁸ Mostrando una non comune attenzione per quanto si cominciava a elaborare sulla teoria dei sistemi, Piaget fa esplicito riferimento al biologo ed epistemologo di origine austriaca Ludwig von Bertalanffy, mettendo sullo stesso piano la sua definizione del vitale come «sistema equilibrato» e quella di Bertalanffy di organismo come «sistema aperto in uno stato (quasi) stazionario» (L. von Bertalanffy, *Teoria generale dei sistemi* [1967], trad. di E. Bellone [1983], Mondadori, Milano 2004, p. 196). Cfr. J. Piaget, *Biologia e conoscenza*, cit., p. 43.

²⁹ *Ibidem*.

ma riesce a mantenere un equilibrio omeostatico interno che è più stabile in funzione della complessità ed evoluzione del gruppo zoologico; il sistema nervoso è assai «aperto» perché svolge il compito d'interfaccia tra gli stimoli esterni e l'organismo, riuscendo a guadagnare la stabilità con un continuo lavoro reattivo che a sua volta genera «un notevole equilibrio mobile». Infine, il comportamento è, tra i sistemi analizzati, quello esposto a tutti gli squilibri di un ambiente esterno potenzialmente illimitato e variabile; al fine di cercare e mantenere l'equilibrio, l'organismo produce quel meccanismo autoregolatore rappresentato dalle strutture dell'intelligenza con cui assimila il mondo esterno, modificandolo ed essendone modificato (accomodamento) senza smarrire la propria identità od organizzazione.