

**FRANCO REBUFFO**

**IL PROGRAMMA DISCONOSCIUTO DI DARWIN:  
COMPRENDERE LO SVILUPPO CO-COSTRUTTIVO  
DELL'INTERA BIOSFERA**

*...una storia orizzontale della terra in tempi recenti*  
*Charles Darwin*

MILANO, GIUGNO 2011

## 0. Introduzione e delineazione del problema

Potrebbe apparire difficile trovare un settore “da scoprire” nell’opera di Darwin, eppure non è così. Le ragioni, con ogni probabilità, sono imputabili ad una sorta di “destino” che ha accompagnato il suo programma scientifico sino ai giorni nostri, dalla seconda metà dell’ottocento, una lunga e ininterrotta serie di duelli all’ultimo sangue: creazionismo vs evolucionismo; continuismo vs saltazionismo; selezione naturale vs. schemi evolutivi etc. Duelli che hanno, in qualche modo, “piegato” Darwin dall’una o dall’altra parte con le inevitabili parzialità. Questo nel passato, ma oggi?

Non voglio dire che occorrerebbe portare alla luce la “verità” su Darwin, voglio dire, molto più modestamente, che la moderna scienza riduzionista (di stampo neopositivista) ha finito per interpretare Darwin come se si trattasse di uno scienziato che formula ipotesi, quindi le controlla e, se reggono ai “controlli”, le colloca nell’edificio inferenziale della sua scienza dell’evoluzione.

Nell’ultimo quarto del novecento, l’eredità scientifica di Darwin è stata, per così dire, “marchiata” in questo modo dalla biologia evolucionista che ha “filtrato” il suo programma sulla base della “riducibilità” o meno agli standard unificanti della biologia: Jordan, Poulton, Stresemann, Mayr e l’italiano Boncinelli ne sono stati gli artefici convinti.

Darwin è uno scienziato “costruttivista”; la sua teoria viene costruita mediante schemi evolutivi che devono rendere conto di emergenze non lineari, dell’instabilità e dell’indistinguibilità di strutture che “...si fondono le une nelle altre”. Perdere i contatti con questi temi significa non comprendere il cuore della teoria darwiniana: i suoi schemi evolutivi nei loro caratteri antropici e dissipativi e il suo progetto che deve vedersela direttamente con i sistemi instabili, dotati di una complessità irriducibile a qualsiasi standard unitario.

Occorre anche aggiungere che, in questo modo, si perdono i contatti (come di fatto è avvenuto) anche con le radici del pensiero darwiniano. Ci riferiamo, ad esempio, alla nozione baconiana di forma e alla sua influenza su Darwin; infatti gli schemi evolutivi, presso Darwin, sono forme che rappresentano “disposizioni”, ciascuna “costitutiva” di determinati ambiti dell’evoluzione.

Inoltre si finisce per ignorare un’intera epoca di costruttivismo scientifico che si è sviluppata in un arco di tempo di quasi un secolo e mezzo (dall’ultimo quarto del seicento sino a “lambire” l’epoca di Darwin). Si tratta del dibattito scientifico sui differenziali in cui il concetto di forma di Sir Francis Bacon è stato, in qualche modo, un punto di riferimento. Per ora ci limitiamo a ricordare il concetto leibniziano di sezione e la codificazione di queste impostazioni, basate su schemi, nella logica generativa di Lambert.

Si tratta di un intero universo scientifico, forse mai completamente capito: è sintomatica la patente d’ingenuità che quasi sempre ha ricevuto l’induzione baconiana e l’accusa di “non rigore” nei confronti delle teorie differenziali dell’epoca.

Oggi è come se fossimo ad un punto chiave (Darwin direbbe un punto di divergenza) in cui si va affermando in molti versanti disciplinari, ad esempio nella biologia post-genomica, il problema dell'irriducibilità delle strutture complesse alle loro condizioni iniziali semplici.

Probabilmente è l'occasione per mettere a fuoco un Darwin inedito ed attuale. Può essere anche l'occasione per riconsiderare e valorizzare il carattere costruttivo dell'intera epoca scientifica che lo ha preceduto.

Abbiamo diviso la presente memoria in tre capitoli:

**Cap.1 Darwin e l'identificazione disposizionale delle specie: schemi antropici e schemi dissipativi.** Rappresenta il cuore della teoria evolutiva darwiniana maturata prestissimo, già dalle sue riflessioni sul Beagle. In questo periodo, Darwin individua i caratteri di instabilità e complessità dell'evoluzione; le occasioni per questa riflessione sono rappresentate, rispettivamente, dal fenomeno dell'inosculazione (si tratta di un vero e proprio "paradosso" della speciazione) e dall'indecidibilità che interessa, presso i mimi delle Galapagos, la generazione di varietà e la speciazione vera e propria. La risposta di Darwin è rappresentata dagli schemi antropici e dissipativi che danno il senso fondamentale all'intera dinamica dell'evoluzione. In questa prospettiva prende forma quello che si potrebbe definire il precipitato solido degli schemi stessi. Si tratta dei peculiari "addensamenti" rappresentati dai filum dell'evoluzione, altrettanti fili intrecciati che sfumano l'uno nell'altro. In questa prospettiva, la "centralità" dell'evoluzione, presso Darwin, è rappresentata proprio dalla collezione "aperta" degli schemi evolutivi, nella loro dimensione antropica e dissipativa.

**Cap. 2 Le radici del pensiero di Darwin.** Vengono delineate le analogie tra la teoria degli schemi evolutivi presso Darwin e la teoria delle forme nell'induzione baconiana. Vengono, altresì, toccati i rapporti della teoria dell'evoluzione con le logiche generative immediatamente antecedenti a Darwin.

**Cap. 3 L'attualità del programma scientifico di Darwin.** Vengono messi in evidenza gli aspetti del programma darwiniano, ad esempio la sua teoria degli schemi evolutivi e dei sistemi dissipativi, che ancora oggi potrebbero risultare originali nelle cosiddette scienze evolutive, e soprattutto nella qualificazione di una biologia generale evolutiva dell'intera biosfera.

Abbiamo aggiunto un'Appendice contenente quattro note ciascuna dedicata ad un argomento rilevante nell'economia dei contenuti trattati in questa memoria ma che, se introdotti, avrebbero spezzato la linearità delle argomentazioni.

**Nota 1:** Una cultura scientifica contro Darwin: il riduzionismo della biologia evuzionistica del novecento;

**Nota 2:** La crisi del riduzionismo e la rinascenza del costruttivismo evolutivo in biologia;

**Nota 3:** Un caso vicino a Darwin: una logica generativa retta da schemi e il problema dei differenziali;

**Nota 4:** Due tipi di ordini: sistemi lineari vs. sistemi dissipativi.

# I. Darwin e l'identificazione “disposizionale” delle specie: gli schemi antropici e gli schemi dissipativi

## I.0. Antefatti

Darwin non fornisce definizioni “predicative” circa l'identità e l'origine delle specie (come viene fatto dalla biologia evoluzionista) per la semplice ragione che le identifica disposizionalmente (quindi in maniera non definitiva) mediante una collezione “aperta” di schemi. Ciascuno schema, a sua volta, identifica, sempre in maniera disposizionale, una collezione aperta (quindi mai terminata) di specifiche azioni evolutive. Ad esempio, lo schema della speciazione allopatrica identifica tutte le potenziali speciazioni in cui l'isolamento riproduttivo è determinato dalla presenza di barriere geografiche<sup>1</sup>.

Gli schemi, per queste ragioni, assumono presso Darwin un'importanza chiave: portano alla luce una rete di “azioni generative”, che mettono in relazione qualsiasi novità evolutiva con la totalità degli stati ancestrali precedenti. Per questi motivi la stessa mente e la coscienza, oltre a indagare i fenomeni che avvengono nella trama dell'evoluzione, ne sono a loro volta il risultato complesso; quindi è come se ogni singolo livello evolutivo della storia passata ne contenesse i “tratti ancestrali”, quindi si stabilisse una relazione stretta tra gli schemi dell'evoluzione del pensiero e gli schemi dell'evoluzione dell'intera biosfera<sup>2</sup>.

Questi aspetti li incontriamo già nel *Red Notebook* e vengono continuamente richiamati lungo tutta la serie dei *Transmutation Notebook* (*Taccuini B, C, D ed E*) per approdare alle opere più mature. Ci riferiamo allo *Sketch* del 1842, l'*Essay* del 1848, fino all'opera matura *L'Origine delle Specie* del 1859 (incluse le edizioni successive), le riflessioni dell'*Origine dell'Uomo* del 1871 e *L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali* del 1872. In sostanza, si tratta di tutto l'arco di tempo che segna lo sviluppo delle riflessioni darwiniane.

<sup>1</sup> Circa le differenze tra l'individuazione, del tutto disposizionale, della nozione di specie (Darwin) e le definizioni predicative, fornite dalla biologia evoluzionista del novecento, cfr. in Appendice, la Nota 1: Una cultura scientifica contro Darwin: il riduzionismo della biologia evoluzionistica del novecento.

<sup>2</sup> Qui la modernità di Darwin è stupefacente. Infatti l'interpretazione di un qualsiasi sistema complesso richiede strategie antropiche. Ad esempio per la descrizione dei comportamenti delle molecole, nei sistemi complessi della termodinamica, Prigogine attribuisce alla molecola la capacità di conservare la memoria della sua storia passata; quindi di vedere e diventare sensibile alla totalità di segnali che attraversano il sistema, e “scegliere” comportamenti solidali o dissonanti. Cfr. Appendice, Nota 2.

## 1.1. Il carattere antropico e dissipativo degli schemi

Quali sono stati i problemi che hanno indotto Darwin a riflessioni di questo tipo? Già durante il proprio soggiorno alle Galapagos, Darwin aveva messo a fuoco la speciazione allopatrica che prevede, lo ricordiamo, l'esistenza di barriere geografiche per realizzare l'isolamento riproduttivo, quindi la speciazione. Ma, quasi immediatamente, Darwin ne trova un controesempio ricordando i due Nandù delle pampas argentine: un Nandù più grande (quello comune) e un Nandù più piccolo (detto, appunto, Nandù di Darwin). In questi casi, la speciazione avviene in assenza di barriere geografiche (si verifica una speciazione simpatica). Ma c'è di più: tra la nuova specie (il Nandù più piccolo) e quella ancestrale continuano a sussistere areali comuni.

Da questo punto di vista, i due Nandù rappresentano un doppio controesempio. Da un lato, viene "falsificata" la speciazione allopatrica, dato che, in questo caso, la speciazione avviene in assenza di barriere geografiche. Dall'altro lato, dato che la nuova specie mantiene con la specie ancestrale una "convivenza" su areali comuni, si infrange il presupposto del "progresso" che dovrebbe sempre accompagnare i fenomeni evolutivi negli areali (in questo caso, infatti, si verificherebbe un "compromesso" senza né vinti né vincitori).

Darwin chiama questa "atipicità" evolutiva con il termine "inosculazione" e la identifica col seguente schema: le due specie si avvicinano, si toccano, si separano e, nello stesso tempo, condividono anche aree geografiche comuni (cfr. nel *Red Notebook*, soprattutto alle pagine 127, 129-130). Inoltre Darwin si accorge che bisognerebbe riflettere ulteriormente sul paradosso per cui le due specie continuano a convivere su territori comuni malgrado si siano separate dal punto di vista evolutivo. Per esprimerci con le sue parole occorrerebbe "...riflettere sul terreno neutrale".

## 1.2 Gli schemi antropici e la mente-individuo

Il paradosso viene risolto da Darwin mediante l'introduzione di schemi antropici che attribuiscono disposizionalmente alla specie il carattere di un vero e proprio individuo. In questo caso, gli individui-specie sarebbero dotati di autonomie cognitivo-comportamentali "simili" agli individui appartenenti alla specie-uomo. Quindi, nell'arco della loro curva evolutiva, potrebbero compiere scelte ad hoc che diano luogo, come avviene per i due Nandù, a divergenze evolutive e, nello stesso tempo, a compromessi che generino convergenze nella scelta degli areali<sup>3</sup>.

Questo, tra l'altro, permette a Darwin di giustificare il numero elevato delle specie esistenti, altrimenti non giustificabile nell'ambito di un'esclusiva concezione morfologico-lineare della speciazione: la possibilità di scelte differenziate, rende possibile la pluralità delle strategie evolutive. Per questo, contrariamente a quanto si pensi, la speciazione simpatica assume, presso Darwin, un valore fondamentale.

<sup>3</sup> Circa l'attualità di questi schemi, cfr. Cap.3, paragrafo *Mente e individuo: l'autocoscienza e il problema difficile in Darwin*

## **Gli schemi antropici e i comportamenti intenzionali**

A partire da questo *schema*, Darwin individua ulteriori livelli antropici. Nel *Taccuino C* afferma testualmente: “Ha la massima importanza mostrare che i *comportamenti* a volte precedono le strutture”. Questo significa che i cambiamenti intenzionali dei *comportamenti*, non solo possono innescare il *processo di speciazione* ma sono essi stessi che possono creare l'*isolamento riproduttivo*. Questa “priorità” dei comportamenti rispetto alle *strutture*, presso Darwin, è molto più radicale di quanto non si pensi.

Per esemplificare l'attualità di questo *schema* che, lo ricordiamo, compendia sia la funzione di generare *varianze* sia quello di consentire l'*isolamento riproduttivo*, pensiamo ai *comportamenti linguistici* dei branchi di orche. Ciascun branco possiede un *linguaggio* esclusivo che crea barriere culturali nei confronti di altri branchi. Può succedere che *varianze linguistiche* si verifichino anche all'interno di uno stesso *gruppo*, in questo caso, non solo si possono generare *varietà fenotipiche* ma anche, data la “protezione linguistica”, la possibilità di un *isolamento riproduttivo* che consenta la trasmissione ereditaria.

È evidente che gli *schemi*, relativi ai *comportamenti intenzionali*, in realtà, rappresentano una vera e propria *collezione di schemi*, adatti a spiegare la *speciazione simpatica*. Ne vorremmo ricordare ancora uno per il suo carattere veramente *eversivo*.

## **Lo schema comportamentale dell'economia naturale e delle nicchie evolutive**

All'interno di una *specie*, si potrebbero affermare *comportamenti inediti*, intenzionalmente orientati alla produzione di nuovi “mezzi di sostentamento” in competizione con quelli ancestrali (si tratterebbe di *varianze fenotipiche ad hoc*). In questo modo verrebbero generate altrettante *nicchie alimentari* del tutto esclusive per una potenziale nuova *varietà* o, al limite, una nuova *specie*.

È come se venisse completamente “capovolto” il canone di spiegazione, sostenuto tutt'ora dalla moderna *biologia evuzionista*. Infatti questa sostiene che sarebbe proprio il *microcosmo evolutivo* (qualificato per la sua “offerta” di specifiche e distintive possibilità di sostentamento) a rappresentare la *barriera selettiva* in grado di favorire la *speciazione*.

Questo *schema* darwiniano inverte completamente la sequenza: sarebbero proprio le specificità di certi *comportamenti* a generare nuovi mezzi per il sostentamento, quindi a generare gli stessi *microcosmi evolutivi*<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Si tratta di un'incredibile anticipazione darwiniana su quella che, oggi, chiameremmo economia evolutiva. Questa infatti, contrariamente a quanto avviene nella tradizionale disciplina dell'economia, si regge su schemi e su microaree evolutive. L'argomento verrà ripreso nel Cap. 3.

### 1.3. Gli schemi dissipativi

Ma è proprio a partire dall'esistenza di questo tipo di "nicchie", quindi dalla conseguente riflessione sui microcosmi evolutivi, che diventa possibile l'individuazione degli schemi relativi alle strutture dissipative.

Infatti Darwin, in maniera quasi contemporanea alle sue riflessioni sui due Nandù (variazioni su grande scala) conduce analoghe riflessioni, relative alle variazioni su piccola scala, riscontrabili alle Galapagos. Il problema era quello di decidere se le variazioni, osservabili all'interno delle popolazioni dei Mimi, rappresentassero un fenomeno di speciazione oppure solo la generazione di varietà all'interno di una stessa specie.

Darwin, nel suo *Ornithological Notes*, registra questi fatti come dei veri e propri enigmi: le isole sono tutte a portata di vista, annota Darwin, quindi non vi sarebbero effettive barriere geografiche; in questo contesto si verifica una situazione "sfumata" che rende "indecidibile" il fenomeno della speciazione rispetto alla semplice generazione di varietà all'interno di una stessa specie (questa osservazione Darwin la farà circa due anni dopo la stesura delle *Ornithological notes*).

Il problema affascinante, per Darwin, è costituito proprio dalla stessa instabilità: è come se si rendesse conto che i percorsi evolutivi implicano vere e proprie trasformazioni di uno stato in un altro, senza che sia possibile tracciare linee di demarcazione definitive tra uno stato e l'altro.

Darwin, come abbiamo detto, riesce a mettere a fuoco, con maggior precisione, il problema quasi due anni dopo le sue prime riflessioni sui Mimi. Questa maturazione avviene nel momento in cui Darwin si rende conto definitivamente (cfr. Taccuino C) dell'impossibilità di ricostruire l'evoluzione mediante una sequenza di passi lineari: quasi certamente, osserva Darwin, non si riuscirà mai a ricostruire i "passi" che hanno portato alla complessità di un occhio umano.

Questa osservazione è estremamente rilevante in quanto Darwin sta affermando, con estrema modernità, l'irriducibilità della complessità biologica ai suoi stati ancestrali semplici. Quindi il problema non starebbe nel percorrere una strada semplicemente "inferenziale" del tipo "se A, allora B", piuttosto occorrerebbero schemi in grado di rendere esplicita ...la dinamica per cui determinate strutture entrano a far parte l'una dell'altra, segnando l'emergenza di stati strutturali inediti (emergenze).

Le osservazioni di Darwin sono di un'incredibile modernità: sembrano osservazioni dedicate ai sistemi complessi (o dissipativi) della fisica o della biologia; questi infatti presuppongono l'impossibilità di predire i comportamenti di elementi singoli ed anche l'impossibilità di ricostruirli a posteriori<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Sul tema dell'irriducibilità delle strutture complesse, cfr. Appendice, Nota 2 *La crisi del riduzionismo e la rinascita del costruttivismo evolutivo nella biologia*.

Ma ritorniamo ai Mimi; la generazione di variazioni può mettere capo a tre possibilità, senza che si possa stabilire quali siano le condizioni che orientano l'evoluzione verso l'una o l'altra di queste. In sostanza la generazione di variazioni si può verificare, rispettivamente: (i) entro il perimetro identitario della specie, dando luogo a semplici fluttuazioni naturali; (ii) ancora entro il perimetro identitario, generando varietà dotate di "spazi autonomi"; (iii) "fuori" dal perimetro, dando luogo al vero e proprio fenomeno di speciazione.

Non vi è alcuna possibilità di prevedere quale delle tre direzioni prenderà il percorso evolutivo; in questo caso lo spazio delle possibilità risulta "irriducibile" a qualsiasi calcolo inferenziale. Ma anche "dopo" l'emergenza di una delle tre strutture può verificarsi l'impossibilità di una sua qualificazione predicativa, infatti, come nel caso dei Mimi, può coprire un'ampiezza tale di "fluttuazioni" da renderla indistinguibile rispetto alle altre.

Queste conclusioni Darwin le traduce in un vero e proprio schema dissipativo, che prevede la compenetrazione di differenti strutture le une nelle altre, in modo da conservare la memoria delle strutture che si stanno "compenetrando" e, nello stesso tempo, generare una nuova struttura dotata di inedite proprietà emergenti.

Tra l'altro, il fenomeno evolutivo dell'*exaptation* si fonda su di uno schema dissipativo di questo tipo: è come se una determinata specie conservasse la memoria dei fenomeni evolutivi della sua storia passata e, all'occorrenza, potesse riutilizzarli.

#### **1.4. I cinque *filum* dell'evoluzione**

La proliferazione su più livelli degli schemi realizza, per così dire, altrettanti "precipitati solidi" degli schemi stessi. Ad esempio, come abbiamo visto poco sopra, se il funzionamento degli schemi avviene entro il perimetro identitario di una specifica specie, allora prefigura il *filum* "selezione naturale". Nel caso lo stesso funzionamento "scavalchi" il perimetro identitario della specie originaria, si prefigura il *filum* "speciazione".

In questo senso, l'evoluzione ci appare come una trama tessuta da più fili che si auto-intrecciano e si condizionano reciprocamente. Significa che ciascuno, in una certa misura, riflette in sé le caratteristiche evolutive di tutti gli altri: presso Darwin possiamo identificare cinque *filum* strutturati in questo modo.

**Il primo *filum*** è rappresentato dall'attività di speciazione. La generazione di un nuovo ordine, come abbiamo visto, è sempre preceduta dalla produzione di variazioni morfologiche e comportamentali che avvengono all'interno della precedente specie ancestrale. In determinate condizioni cruciali, le stesse variazioni possono "deragliare" dal perimetro identitario della stessa specie ancestrale dando luogo ad una nuova specie. È l'emergenza di un ordine inedito, quindi di una nuova identità.

**Il secondo filum**, è rappresentato dalle strutture ordinate. Queste, come abbiamo visto, sono il risultato evolutivo di una storia, materiata dalle variazioni che si sono verificate nel proprio passato. In questa prospettiva le stesse strutture ordinate sono destinate a proseguire la generazione di variazioni morfologiche e comportamentali, ma solo in quanto semplici fluttuazioni all'interno del proprio perimetro identitario. È come se il mantenimento dell'identità potesse avvenire solo in ragione di una continua generazione di variazioni. Le stesse, come abbiamo visto, che in determinate condizioni possono innescare una inedita speciazione.

**Il terzo filum**, è rappresentato dalla selezione. Questa agisce sull'insieme delle variazioni che avvengono all'interno della specie accumulando le variazioni utili (un vero e proprio processo di miglioramento adattivo). Il processo di selezione è possibile proprio per il fatto che il mantenimento identitario di una specie, come abbiamo visto, si regge sulla continua produzione di variazioni.

**Il quarto filum** è rappresentato dall'inevitabilità dell'accidente storico. Si tratta di accadimenti del tutto contingenti, tuttavia in grado di condizionare la stessa traiettoria evolutiva. Ad esempio, potrebbe essere il caso di una variazione climatica abnorme, oppure potrebbe trattarsi di quelle "contingenze", non identificabili con precisione, che "forzano" le usuali produzioni di variazioni "fuori" dal perimetro identitario della specie. Come si può intuire, si tratta di un filum che è destinato ad interagire in maniera co-costruttiva con tutti i filum della nostra trama evolutiva.

**Il quinto filum** è rappresentato dai paesaggi geografici (paesaggi di fitness) in cui si sviluppa la vita. Questi possono "innescare" sia i processi evolutivi delle varie specie (speciazione allopatrica) sia quelli della loro estinzione. Nello stesso tempo sono destinati a "modificarsi" per le "azioni" dalle stesse specie (mutuo condizionamento evolutivo). Ad esempio, nel caso dell'economia naturale, la generazione di inediti "mezzi di produzione" (in competizione con quelli ancestrali) può generare specifiche ed inedite "nicchie evolutive".

Come si può vedere, la nostra trama risulta costituita da filum strettamente intrecciati in modo che qualsiasi processo, appartenente ad uno qualsiasi di questi, prende consistenza solo in ragione di una complessiva interazione co-costruttiva con tutti gli altri. È come se nessuno di questi filum avesse vita propria: ciascuno sfuma nell'altro senza che sia possibile tracciare linee di demarcazione definite. È la continua compenetrazione, l'una nell'altra, delle strutture la vera anima dell'evoluzione (*Taccuino C*).

Darwin ribadirà questa sua convinzione in maniera molto netta nell'*Origine delle specie*. Qui Darwin afferma esplicitamente l'impossibilità di una distinzione netta tra le specie e le varietà: "...queste differenze si confondono l'una con l'altra in una serie insensibilmente graduata".

Vedere l'evoluzione alla luce della disposizionalità "mai terminata" e "dissipativa" degli schemi, significa "ridimensionare" le sottili distinzioni che vengono fatte tra la teoria della selezione naturale (continuista) e la teoria dell'evoluzione (discontinuista) come pure vanificare la presunta superiorità dell'una nei confronti dell'altra.

Dal punto di vista degli schemi si ha solo una “dinamica” che genera continuamente “varianze” in tutti i cinque filum schematizzati sopra: evoluzione e selezione, continuità e discontinuità, piccola scala e grande scala, sfumano continuamente le une nelle altre e finiscono per essere termini “correlativi”.

Quindi Darwin non ha mai definito il “vero” principio motore della sua collezione di schemi evolutivi (cioè dell’evoluzione *tout court*) per il semplice fatto che la collezione stessa si auto-qualifica in quanto dinamica dissipativa “aperta” e “mai terminata”. Detto in altri termini: si auto-fonda come qualsiasi struttura disposizionale la cui qualificazione non può essere altro che ostensiva.

In questa dinamica, come abbiamo visto, sono possibili solo peculiari “addensamenti” o “filum” (evoluzione, selezione, contingenze evolutive, etc.) ma queste non possiedono affatto vita propria: non sono altro che ulteriori livelli disposizionali della dinamica co-costruttiva. Quello che emerge, lo ripetiamo, è un mondo di schemi (forme) che interagiscono in maniera instabile e non lineare.

In ragione di questi temi, lo abbiamo già anticipato, Darwin è di un’attualità addirittura sconcertante, tuttavia è anche figlio del suo tempo, è figlio di una scienza e di una epistemologia di cui lo stesso Darwin si dichiara debitore ma che, anche in questo caso, è stata completamente occultata e dimenticata dal riduzionismo moderno.

## 2. Le radici del pensiero di Darwin

### 2.0 Antefatti

La teoria degli schemi, come abbiamo visto, ha un'indiscussa centralità nella teoria darwiniana, anche se non è mai stata valorizzata, soprattutto per le sue implicazioni incredibilmente attuali. La ragione, in estrema sintesi, è proprio imputabile al "solco" incolmabile che esiste tra il costruttivismo darwiniano e il moderno riduzionismo. Anche se formalmente si sono sprecati gli apprezzamenti, il più delle volte, sono stati il frutto di vere e proprie forzature interpretative o interpretazioni unilaterali.

Ad esempio, lo stesso Darwin ci testimonia come abbia passato tutta la vita a cercare di estrarre schemi dalla complessità dei fenomeni naturali e, nella sua *Autobiografia*, ci dice di averli ricavati applicando i principi dell'induzione di Sir Francis Bacon, quindi ...raccolgendo, senza seguire alcuna teoria, quanti più fatti si sarebbe potuto raccogliere... per pervenire, quasi si trattasse di una *vindemiatio*, all'individuazione dello schema adatto a spiegare un preciso gruppo di fatti evolutivi ma non altri in quanto ciascuno richiederebbe altri schemi. Ma questa testimonianza non è bastata al riduzionismo moderno.

Michael Ghiselin, che è un biologo, nel suo *The Triumph of the Darwinian Method* del 1969, afferma tranquillamente che la metodologia di Darwin è stata ipotetico deduttiva e, in maniera molto convinta aggiunge che "...nonostante quello che egli stesso disse dei suoi metodi, non fu mai un induttivista ingenuo seguace dei principi baconiani". Una tesi analoga viene sostenuta, nello stesso anno, dal biologo Peter Medawar e, in tempi diversi, dallo stesso Mayr: è quasi diventato un luogo comune sostenere il carattere ipotetico-deduttivo della riflessione di Darwin e, nello stesso tempo, il carattere logicamente "ingenuo" dell'induzione di Francis Bacon<sup>6</sup>.

Ci siamo soffermati su questi aspetti non tanto per amore delle puntualizzazioni ma per il fatto che questo "sentire diffuso" ha, in certo qual modo, la responsabilità di aver fornito una interpretazione di Darwin tanto fuorviante quanto, purtroppo, universalmente accettata.

Facciamo un esempio, Niles Eldredge (in questo caso si tratta di un paleontologo), pur mostrando una notevole sensibilità nei confronti del pensiero di Darwin, considera la sua attività di "estrazione" degli schemi una sorta di processo di progressivo "avvicinamento" all'ipotesi della selezione naturale.

Una volta raggiunta questa ipotesi occorrerebbe verificarla e Darwin, sempre a detta di Eldredge, lo farebbe riottenendo come sue predizioni tutti gli schemi evolutivi precedentemente incontrati. La correttezza di questa deduzione qualificerebbe gli schemi come semplici conseguenze logiche del vero principio motore rappresentato dalla stessa selezione naturale.

<sup>6</sup> Su questi argomenti, cfr. Appendice, Nota I. *Una cultura scientifica contro Darwin: il riduzionismo della biologia evoluzionista del novecento.*

Un'interpretazione di questo tipo significherebbe immediatamente due cose, in primo luogo, quello di attribuire a Darwin una metodologia ipotetico-deduttiva che non ha mai avuto; in secondo luogo, quello di ritenere che Darwin abbia conferito alla selezione naturale una superiorità logico-empirica nei confronti degli schemi evolutivi e questo viene smentito dallo stesso Darwin più volte.

Ma non è tutto. L'interpretazione forzata e riduttiva di Darwin e la contemporanea "epurazione" dell'induzione baconiana coincidono, come abbiamo anticipato, con il "solco" che la moderna scienza riduzionista ha tracciato nei confronti di un alternativo modo costruttivo di fare scienza. Eppure la dimensione costruttivo-evolutiva dell'induzione baconiana ha rappresentato il *file rouge* di tutto il dibattito epistemologico sui differenziali che è stato il prototipo della scienza "di confine" per circa un secolo e mezzo: dall'ultimo quarto del seicento, per tutto il settecento e il primo quarto dell'ottocento. Un modo di fare scienza che è stato completamente dimenticato e, solo oggi, in ragione dell'impulso che stanno prendendo le moderne scienze costruttive, sta progressivamente avviandosi verso una meritata rinascenza.

## **2.1 Le forme di Francis Bacon e gli schemi di Darwin**

Darwin maturò molto presto, come abbiamo visto, la convinzione che l'aspetto evolutivo della natura coincida con la sua prerogativa di produrre variazioni e questo non solo nei momenti cruciali in cui si generano le varietà o le specie, ma anche negli stessi momenti di stasi: ciascuna specie, per mantenere inalterata la sua identità, dovrebbe produrre continuamente variazioni. Indubbiamente Darwin consolidò questa convinzione sulla base delle sue osservazioni sul campo, ma anche per l'influenza, diretta o indiretta, della cultura baconiana.

Francis Bacon ritiene che ogni corpo sia costituito da combinazioni di proprietà la cui costituzione materiale è destinata a fluttuare in continue variazioni (movimenti infinitesimi). Nel momento in cui questi movimenti acquistano una disposizione, "convergono" ad un limite che ne rappresenta la forma. Questa ha due prerogative: in primo luogo, in quanto "limite" rappresenta proprio il principio generatore delle proprietà, in secondo luogo non rappresenta alcunché di fisicamente presente nel corpo in quanto è unicamente uno schema generativo.

Anche in questo caso, l'interpretazione della natura si regge su di un doppio processo di "andata" e "ritorno".

In prima battuta, occorre essere in grado di mettere a fuoco le sue forme (gli schemi generatori) mediante un'indagine computazionale (tavole delle presenze, delle assenze in prossimità, delle relazioni e dei gradi) e una vindemiatio, ottenuta mediante l'attribuzione di un significato interpretativo alla stessa collezione di fatti, gradi e relazioni. Si tratta della medesima fase che Darwin ci descrive nella sua autobiografia: "raccolgere" quanti più fatti (e proprietà) possibili senza l'influenza a priori di qualche pregiudizio teorico, quindi "estrarre" dalla collezione dei fatti e delle proprietà gli schemi evolutivi stessi.

Bacon ritiene che l'identificazione delle forme, non fornisca solo la regola costitutiva della collezione iniziale delle proprietà ma anche la regola generativa di un ambito di potenzialità all'interno del quale prende forma la possibilità della generazione di nuove proprietà che, a loro volta, permetterebbero di identificare ulteriori forme.

Da questo punto di vista, in linea di principio, potrebbe proliferare una inedita rete di ulteriori forme e proprietà, destinate ad "assumere" quelle ancestrali in un ambito di significato più complesso, conservandone, nello stesso tempo, inalterato il valore originario. In questo caso, sarebbe l'azione costruttiva dell'uomo quella in grado di sfruttare le potenzialità emergenti, quindi di introdurre *ad hoc* le nuove proprietà<sup>7</sup>.

L'analogia delle forme di Bacon con gli schemi di Darwin è davvero impressionante. Gli schemi come le forme rappresentano le regole costitutive e di sviluppo di una specie (nel caso di Darwin) o di un corpo fisico (nel caso di Bacon). In entrambi i casi, il movimento di "ritorno" non si limita a "confermare" un'ipotesi (come avviene in qualsiasi logica ipotetico-deduttiva) ma è in grado di generare nuove potenzialità evolutive che, nel caso di Bacon, rendono possibili le azioni costruttive dell'uomo, nel caso di Darwin rendono possibili ulteriori percorsi evolutivi della natura.

Ma qui vi è una differenza cruciale: presso Darwin l'emergenza di nuove potenzialità evolutive possono essere materiate anche da strutture che si compenetrano le une con le altre; "stati" che fluttuano reciprocamente rendendosi distinguibili solo "a tratti" e, in altri "tratti", completamente indecidibili; filum evolutivi del tutto intrecciati fra loro, con l'impossibilità di essere identificati isolatamente. In questo senso, presso Darwin, il cosiddetto "ritorno" fa emergere ulteriori "territori" caratterizzati da instabilità, sulla cui base è sempre possibile identificare altrettanti nuovi schemi dissipativi. Questi, lo ricordiamo, possono legittimare asserzioni predicative contraddittorie: due "stati", in un contesto dissipativo, possono essere giudicati "uguali" o "differenti" nello stesso tempo.

Come si può vedere, attribuire a Darwin, come fa Eldredge, una metodologia statistico-predittiva è del tutto fuorviante. Il cosiddetto "ritorno", presso Darwin, non si limita ad ottenere un semplice risultato inferenziale di conferma di un'ipotesi. Ma identifica nuove potenzialità evolutive (come nel caso di Bacon) e designa anche l'emergenza dell'instabilità e della complessità come il fattore evolutivo-chiave.

Dobbiamo ricordare che il modello darwiniano dell'instabilità, segna l'affermarsi di una logica generativo-evolutiva che ha un precedente immediatamente a ridosso dell'epoca di Darwin. Questi aspetti, tipici dei sistemi dissipativi, sono stati "rappresentati" dalla nozione leibniziana di sezione e codificati in un calcolo logico da parte di Johann Heinrich Lambert<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> La sintesi che abbiamo fatto si riferisce alla *pars construens* presente nel secondo Volume del *Novum Organon* di Francis Bacon.

<sup>8</sup> A questo proposito, cfr. Appendice, Nota 3: *Un caso vicino a Darwin: una logica generativa retta da schemi e il calcolo differenziale*.

### 3. L'attualità del programma scientifico di Darwin

Darwin si chiede spesso a cosa possa servire la sua teoria e come possa influire sulle discipline scientifiche specialistiche. Occorre tener presente che questa domanda viene fatta presupponendo, come fa Darwin, l'impossibilità di ricostruire l'evoluzione, mediante una sequenza di passi lineari, a partire dai suoi tratti ancestrali. Come abbiamo visto, lo stesso Darwin ci dice che è impossibile "ricostruire" la complessità di una qualsiasi struttura biologica, mediante una sequenza finita di passi inferenziali (tipo "se A, allora B") a partire dalle sue strutture ancestrali. L'alternativa usata da Darwin sono gli schemi antropici e dissipativi.

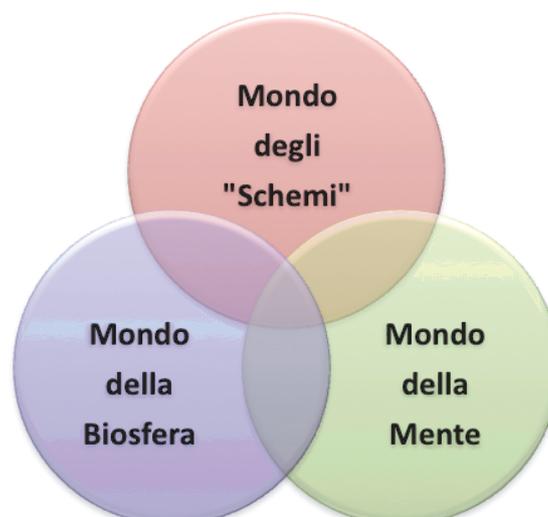
Occorre ricordare che i suoi schemi evidenziano una rete di "azioni generative" che mettono in relazione qualsiasi novità evolutiva con la totalità degli stati ancestrali precedenti. Su questa base, è come se gli schemi avessero la capacità di relazionare qualsiasi "stato" appartenente al sistema "evoluzione" alla totalità delle relazioni appartenenti al sistema stesso (è una prerogativa appartenente a qualsiasi sistema dissipativo).

Se seguiamo questo file rouge, potremmo individuarne altrettante tappe che, per usare le parole di Darwin, ci portano verso *...una storia orizzontale della terra in tempi recenti*. Significa, in termini attuali, che la teoria degli schemi evolutivi sta alla base di una biologia generale dello sviluppo co-costruttivo e dissipativo dell'intera biosfera.

Paradossalmente la prima tappa in questa direzione è anche la più importante e prende una forma quasi definitiva già nel *Red Notebook*.

#### 3.1 **Mente e Individuo: l'autocoscienza e il problema difficile in Darwin**

In questa sorta di bagno di relazioni la mente e la coscienza, come abbiamo avuto modo di vedere, oltre a indagare i fenomeni che avvengono nella trama dell'evoluzione, ne sono a loro volta il risultato complesso. È la possibilità della mente di riflettere su se stessa comprendendo i propri schemi evolutivi in quanto sono gli stessi schemi che operano anche nella biosfera.



In questa prospettiva l'autocoscienza, per Darwin, si reggerebbe su di una interazione co-costruttiva fra tre mondi: in primo luogo il mondo degli schemi che funge da "medium" in quanto "compenetra" gli altri due; in secondo luogo il mondo della biosfera che si sviluppa in ragione di questi stessi schemi; in terzo luogo, il mondo della mente che può vedere se stessa (i propri schemi) "estraendoli" dalla dinamica evolutiva della natura. In questo senso è come se, per Darwin, i fenomeni della mente, cosciente di se stessa, fossero frutto della "compenetrazione" di tre mondi, quello degli schemi evolutivi, della mente e della biosfera. Si tratta di un programma di teoria della mente e dell'autocoscienza, ancor oggi incredibilmente originale ed unico, basato su schemi evolutivi<sup>9</sup>.

### **3.2 Comportamenti intenzionali: i prolegomeni di una teoria dei comportamenti e dell'economia evolutiva.**

Darwin, lo ricordiamo, nel *Taccuino C* aveva annotato: "...ha la massima importanza mostrare che i comportamenti a volte precedono le strutture". La breve notazione riflette uno schema antropico basato sui comportamenti intenzionali degli individui pensanti, quindi autocoscienti. Quindi, lo precisiamo, non si tratta di comportamenti frutto del peculiare programma biologico di una determinata specie, piuttosto di comportamenti indirizzati intenzionalmente alla realizzazione di uno scopo.

Questo schema, che dovrebbe sancire la priorità dei comportamenti sulle strutture, è usato da Darwin, soprattutto nei casi in cui si verificano fluttuazioni indecidibili (ad esempio, come abbiamo visto, nel caso dei Mimi delle Galapagos). Tuttavia viene usato anche in un'altra direzione, infatti determinati comportamenti, all'interno di una specie, sarebbero finalizzati alla generazione di nuovi mezzi di sostentamento, in competizione con quelli ancestrali; si produrrebbero in questo modo altrettante "nicchie alimentari" esclusive per chi le ha prodotte. In questo senso l'influenza di quella che Darwin chiama "economia naturale" sui fenomeni di speciazione o sulla generazione di "varietà" sarebbe ascrivibile proprio ai comportamenti finalizzati.

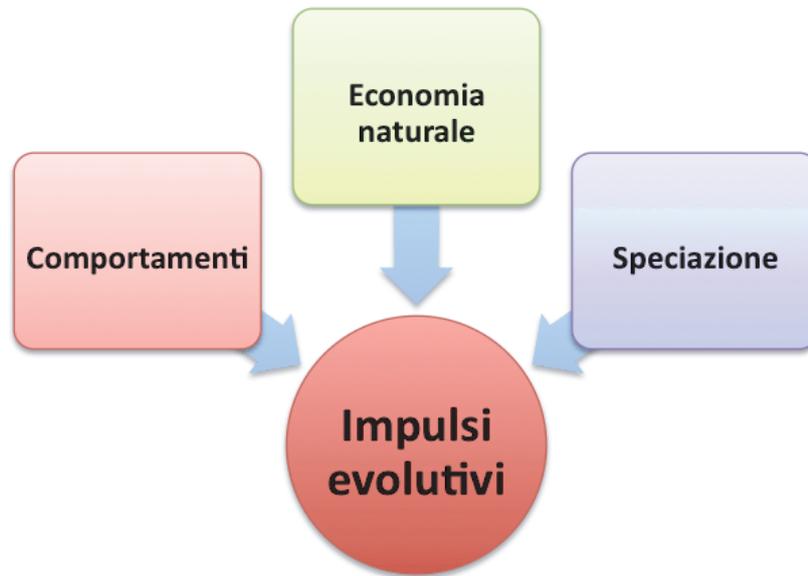
Darwin spiegherebbe, in questo modo, il fenomeno dei Fringuelli di Daphne Maior, interpretandolo come una peculiare distribuzione di differenti intenzionalità comportamentali che determina altrettante "divergenze" nella generazione dei "mezzi di produzione".

In entrambi i casi, quello che colpisce è l'incredibile attualità dell'impostazione darwiniana basata su schemi.

<sup>9</sup> In questo senso, il programma di Darwin si rivela assai più promettente nei confronti, ad esempio, di quello sostenuto da David Chalmers: la sua teoria dell'irriducibilità dell'esperienza cosciente deve, per forza, trovare un "medium" nelle leggi psicofisiche che hanno lo scopo di mettere in contatto le leggi della natura con gli stati psicofisici. Darwin, al contrario, non ha bisogno di alcun medium: sfrutta le caratteristiche che hanno i sistemi complessi, in certo qual modo di "rispecchiarsi" gli uni negli altri.

È come se Darwin ci anticipasse la possibilità, rispettivamente, di: (i) una teoria dei comportamenti basata su schemi evolutivi; (ii) una teoria di economia evolutiva, anche questa, retta da schemi (personalmente ritengo che Darwin sia stato il fondatore dell'economia evolutiva).

Il tutto determinato da una dinamica (quasi si trattasse di un moderno paesaggio di fitness) in cui economia naturale, comportamenti, e speciazione rappresenterebbero strutture che “sfumano” le une nelle altre.

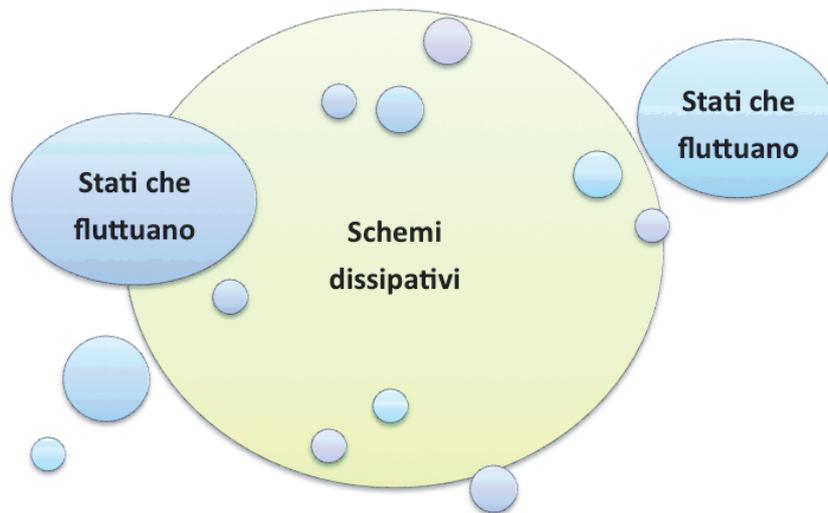


### 3.3. Sistemi complessi e schemi dissipativi

Questa è una delle caratteristiche di Darwin fra le più interessanti. Infatti la sua teoria dell'evoluzione implica la qualificazione disposizionale dei sistemi complessi e questa è resa possibile, come abbiamo visto, da schemi antropici e dissipativi.

In questi sistemi, lo ricordiamo, ciascuno “stato” prende consistenza solo in ragione di una complessiva rete di interazioni co-costruttive con tutti gli altri. È come se ciascuno di questi stati potesse “vedere” l'intera rete delle relazioni e interagisse con tutti i nodi. La conseguenza di questo complesso olistico di interazioni è un sistema dissipativo in cui le strutture si compenetrano le une con le altre; quindi “stati” che fluttuano reciprocamente rendendosi distinguibili solo “a tratti” e, in altri “tratti”, completamente indecidibili; filum evolutivi del tutto intrecciati fra loro, con l'impossibilità di essere identificati isolatamente.

In questa prospettiva gli schemi dissipativi è come se rappresentassero altrettanti “attrattori” in grado di qualificare disposizionalmente i processi non compiuti, le fluttuazioni indecidibili, le strutture che si compenetrano, insomma l'insieme delle caratteristiche dei sistemi dissipativi.



Darwin qui è veramente un anticipatore delle moderne scienze dell'instabilità: la sua teoria degli schemi risulta dotata di un'incredibile attualità per affrontare i sistemi caratterizzati da insiemi aperti di "fluttuazioni" (la fisica delle particelle e la cosiddetta biologia dell'infinitamente piccolo potrebbero trovare una preziosa fonte di ispirazione circa i possibili metodi d'approccio)<sup>10</sup>.

### 3.4. L'interpretazione evolutiva delle differenti discipline

Teniamo presente cosa vuol dire Darwin quando afferma (*Taccuino B*) che la sua teoria potrebbe "dare sapore" all'anatomia comparata. Non si tratta semplicemente di "conferire un sapore" quasi si trattasse di aggiungere un pizzico di sale in più -lo abbiamo visto molto bene a proposito dell'economia naturale - si tratta, al contrario di fondare un nuovo modo di organizzare le discipline scientifiche. L'economia naturale, nella prospettiva di Darwin, non è solo "economia", è economia evolutiva retta da schemi dissipativi. Allo stesso modo, relativamente all'anatomia comparata, il risultato dovrebbe essere una nuova disciplina (eventualmente da affiancare alla prima) retta da schemi.

Su queste basi, nell'impostazione darwiniana, verrebbero "schizzate" altrettante possibilità di discipline scientifiche "evolutive". Da una psicologia evolutiva animale ed umana, alla possibilità, in ultimo di una biologia generale evolutiva della biosfera o, come afferma Darwin, di una storia orizzontale (evolutiva) della terra in tempi recenti.

<sup>10</sup> A questo proposito, cfr. Appendice, Nota 4: *Sistemi lineari vs. sistemi dissipativi*.

## APPENDICE:

### NOTA I. Una cultura scientifica “contro” Darwin: il riduzionismo della biologia evoluzionista del novecento

Ernst Mayr, forse il più grande biologo evoluzionista del novecento, sostiene che Darwin non avrebbe mai risolto il problema dell'origine delle specie malgrado abbia dato questo titolo ad una delle sue opere più importanti.

Le ragioni, a detta di Mayr, sarebbero imputabili al fatto che Darwin stesso non sarebbe mai pervenuto ad una concezione rigorosamente biologica della nozione di specie. Se lo avesse fatto avrebbe capito che, alla base della stessa nozione vi sarebbe la condizione dell'isolamento riproduttivo tra specie coeve.

Occorre tener presente che Mayr è un convinto sostenitore della peculiarità del metodo biologico nei confronti, ad esempio, delle discipline fisiche: nella biologia i fenomeni verrebbero generati da totalità organizzative che agirebbero in maniera olistica senza che sia possibile separarne le parti<sup>11</sup>.

Malgrado queste “aperture” nei confronti dell'aspetto olistico dell'azione biologica, quello che emerge, è proprio l'enorme distanza che intercorre tra la nozione di specie, rigorosamente “ridotta” ai suoi fondamenti biologici, tipica dell'impostazione di Mayr, rispetto alla prospettiva “allargata” dell'impostazione darwiniana (questa riduzione è avvenuta non solo nell'ambito della biologia evoluzionista ma, in genere, in quasi tutta la genetica e la biologia sistematica del novecento). Si tratta di una “divaricazione” che rispecchia le differenze che intercorrono tra le scienze predittive-predicative (cfr. Mayr) e quelle costruttive-disposizionali (cfr. Darwin).

La definizione biologica di specie, presso Mayr, suona in questo modo: “Le specie sono gruppi di individui dotati della capacità di riprodursi e, nello stesso tempo, isolati riproduttivamente da altri gruppi simili”. In questo senso, le specie agirebbero come “pacchetti di informazioni” (struttura del genoma) la cui “trascrizione” implicherebbe cambiamenti nelle stesse strutture dei fenotipi.

Quando questo accade, occorrerebbe un ulteriore requisito per permettere la speciazione. Occorrerebbe che gli individui, interessati dalle modifiche del fenotipo, possano contare su condizioni favorevoli che permettano la trasmissione ereditaria dei loro caratteri modificati.

<sup>11</sup> Cfr Ernst Mayr, *What Makes Biology Unique? Considerations on the Autonomy of a Scientific Discipline*, 2004. Trad. it. *L'Unicità della Biologia. Sull'autonomia di una disciplina scientifica*, 2005 Milano.

Ad esempio, potrebbero agire in questo senso le eventuali barriere geografiche che, almeno per un certo tempo, potrebbero garantire l'isolamento riproduttivo agli individui con modificazioni. L'azione dovrebbe prolungarsi sino a quando non si sia "consolidata" la vera e propria speciazione, la sola in grado di realizzare, in maniera definitiva, l'isolamento biologico della nuova specie. La cosiddetta speciazione allopatrica, considerata la speciazione per eccellenza dalla biologia evoluzionista del novecento, obbedisce a questo schema.

In questo modo, malgrado il rifiuto delle strategie riduzioniste in biologia, Mayr (come tutti i biologi evoluzionisti) opera una complessiva riduzione della nozione di specie ad un perimetro convenzionale esclusivamente biologico: una sorta di ontologia regionale in grado di fondare la correttezza formale di qualsiasi asserzione formulata nell'ambito di questo stesso perimetro: si tratta della possibilità di attribuire all'asserzione stessa la proprietà di essere vera oppure essere falsa. All'interno del perimetro tutto funzionerebbe relativamente bene, ma a prezzo di una rinuncia drastica: occorrerebbe semplicemente evitare di prendere in considerazione tutto quanto "resta fuori" in quanto scientificamente "non comprensibile".

Ad esempio, in questa prospettiva la cosiddetta speciazione simpatica, cioè quel tipo di speciazione che avviene in assenza delle barriere geografiche, risulterebbe estranea al rigore scientifico. Di fatto, lo stesso Mayr non la comprese mai a fondo, ritenendo vincolante la presenza delle barriere per garantire l'isolamento riproduttivo (speciazione allopatrica).

Ma c'è di più rimarrebbe incomprensibile il cosiddetto aspetto dissipativo dell'evoluzione e il peso degli schemi antropici e la possibilità di una biologia generale degli sviluppi dissipativi della biosfera, così importanti presso Darwin.

## **NOTA 2. La crisi del riduzionismo e la rinascenza del costruttivismo evolutivo nella biologia**

Le attuali difficoltà dei biologi evoluzionisti riflettono la crisi dello stesso processo di riduzione biologica con cui si è definita la nozione di specie. Vi sono almeno tre ragioni, ciascuna delle quali rappresenta una difficoltà praticamente insormontabile per qualsiasi strategia riduzionista. È come se quest'ultima andasse in crisi per l'impossibilità pratica di "computare" il sistema delle inferenze (azioni e retroazioni) che interessano i sistemi complessi.

La prima ragione è rappresentata dalla complessità dei livelli strutturali della biologia. Ad esempio, la genetica, ragionando in estrema sintesi, implica tre fondamentali livelli di struttura. Il *primo livello* è rappresentato dalla sua struttura fisica, costituita da una catena molecolare a doppia elica: il DNA. Il *secondo livello* è rappresentato dal fatto di essere un *vettore di informazioni*, si tratta della struttura specifica dei geni: il genoma. In questa prospettiva, sia la struttura molecolare a doppia elica sia quella dei geni portano l'una sull'altra, ma senza che si possano individuare precisi "morfismi" (precise corrispondenze causali) tra le strutture stesse.

La cosa diventa ancor più complicata se si tiene presente che la struttura del fenotipo non dipende tanto dalla collezione dei geni e dalla loro trascrizione lineare, piuttosto dalla rete delle espressioni temporali e spaziali dei geni stessi e queste sono determinate da una struttura regolatoria co-costruttiva e instabile. Si tratta di un ulteriore livello di struttura, su cui portano i precedenti livelli, senza che si possa definire, in maniera lineare, alcun morfismo.

Ad esempio, qualsiasi cellula di un determinato organismo possiede lo stesso genoma, quello che spiega la sua evoluzione, ad esempio che possa diventare una cellula muscolare oppure un neurone, è imputabile alle differenti attivazioni o disattivazioni che subiscono i geni.

Queste sono determinate dalla complessa rete di messaggi biochimici che le cellule si inviano reciprocamente e che regolamentano la loro evoluzione funzionale. Una eventuale alterazione in questa complessa rete di interazioni (le cellule, in un individuo, sono circa diecimila miliardi) può generare mutazioni che si possono rivelare vantaggiose o svantaggiose. Allo stato attuale è certa l'influenza di queste dinamiche co-costruttive nei fenomeni di speciazione, ma è impossibile fornirne una spiegazione causale.

Significa che non solo è impossibile "ridurre" la complessità biologica a canoni di spiegazione ipotetico-deduttivi, ma anche che occorrerebbe rinunciare alla ricerca di spiegazioni complessive che "annegherebbero" nella dimensione imponente dei *dati*<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> I fenomeni differenziali dell'espressione genica sono regolati da una complessa rete di messaggi costituiti da molecole-segnale che le cellule si inviano reciprocamente. Le molecole-segnale migrano sino alla cellula-bersaglio (si tratta della cellula destinataria del messaggio) dove vengono riconosciute da un recettore. Il legarsi della molecola-segnale al recettore induce risposte evolutive molto diversificate all'interno della cellula stessa. Possono venire trascritti geni specifici; possono generarsi variazioni dei livelli dei messengeri; oppure possono verificarsi attivazioni o disattivazione di proteine enzimatiche (quindi di funzioni regolatorie). Si ritiene che proprio l'alterazione di questa complessa rete di interazioni sia la responsabile del verificarsi di mutazioni cellulari vantaggiose o svantaggiose.

La seconda ragione è dovuta al fatto che i fenomeni di speciazione, nei differenti generi di organismi, avvengono in circostanze differenti della biosfera e coinvolgono meccanismi genetici altrettanto differenti. Questo significa un ulteriore livello strutturale di complessità dovuto all'interazione tra peculiari strutture della biosfera con le strutture genomiche definite sopra.

La terza ragione è una conseguenza delle prime due. La mancanza di morfismi evidenti tra le strutture stesse compromette la correttezza di qualsiasi estrapolazione statistico-predittiva, a partire da serie storiche (come quasi sempre avviene nelle ricerche sull'evoluzione). Infatti le inferenze ipotetico-deduttive, tipo "se A, allora B", per essere scientificamente rigorose, devono ammettere convenzionalmente una "invarianza" alla base dell'inferenza stessa: quello che si rintraccia nel passato deve continuare ad accadere con le stesse modalità nel futuro (*clausola ceteris paribus*). Questo equivale ad escludere tutti gli eventi esogeni, generati dall'instabilità del sistema, che infrangerebbero inevitabilmente la *clausola ceteris paribus*. In questo caso, come si suole dire, è come guidare l'automobile guardando lo specchietto retrovisore e decidere di ignorare tutti quegli eventi improvvisi che possono interferire con la traiettoria dell'auto stessa.

Per concludere. Si tratta di una crisi dovuta alla presenza massiva di fattori di complessità e instabilità. Non è un caso che la complessità biologica sia denotata col nome di "biologia dell'infinitamente piccolo" sottolineando, con questa dizione, la non utile computabilità della totalità delle interazioni che la caratterizzano<sup>13</sup>.

Questo aspetto, come abbiamo visto, oltre a compromettere la possibilità di qualsiasi riduzionismo, nello stesso tempo sta favorendo uno schema di scienza completamente alternativo a quello statistico-predittivo: si tratterebbe di una scienza di tipo costruttivo-evolutivo.

Ci riferiamo, ad esempio, alla termodinamica nei suoi sviluppi più recenti (Ilya Prigogine<sup>14</sup>), la fisica delle particelle (la fisica dell'infinitamente piccolo), l'astrofisica, la cosiddetta biologia post-genomica (biologia dell'infinitamente piccolo) che implicano, ciascuna nel proprio campo, vere e proprie rivoluzioni, ad esempio, nel caso della post genomica, la produzione dei farmaci di rete o evolutivi. In sostanza, si sta verificando una proliferazione di discipline e modelli costruttivi articolati su schemi evolutivi e non su inferenze lineari.

<sup>13</sup> È quasi paradossale come la presa d'atto di questo tipo di irriducibilità stia alla base sia dell'ipotesi, del tutto metafisica, che postula l'esistenza di un artefice intelligente (è la versione moderna del creazionismo) sia della nascita delle cosiddette scienze costruttive-evolutive che abbassano il "peso" della complessità mediante la messa a punto di schemi evolutivi. Detti schemi, come vedremo potrebbero essere gli "attrattori" nella fisica, i "moduli" nella post-genomica e gli stessi "schemi evolutivi" di Darwin.

<sup>14</sup> Prigogine, grazie alla sua teoria sulla termodinamica dei sistemi complessi e alla relativa teoria sui sistemi dissipativi, ebbe il Nobel nel 1977.

La fantasmagoria di modelli costruttivi citati sopra ci rimanda ad un tema-chiave, comune a tutti i modelli stessi; potrebbe assurgere quasi ad un principio: gli schemi di qualsiasi teoria costruttivo-evolutiva devono fondarsi necessariamente su schemi antropici e su schemi dissipativi. Non è un caso che Darwin pervenga quasi subito alla definizione di questi schemi e li richiami continuamente lungo tutto l'arco della propria vita di scienziato.

Ma andiamo con ordine. Il passaggio da un sistema lineare ad un sistema instabile implica il passaggio da un sistema di interazioni tipo causa-effetto ad un sistema in cui le interazioni costituiscono una rete co-costruttiva, pervasiva al sistema stesso, quindi dotata, sia in senso temporale sia spaziale, della possibilità di stati multipli che possono sfumare e trapassare l'uno nell'altro.

Quindi, anche per una ipotetica molecola, appartenente ad un sistema termodinamico, diventano importanti le "scelte" che la molecola stessa effettua. È come se le molecole, nei sistemi in equilibrio (lineari) vedessero solo "quello che è vicino", mentre nei sistemi instabili (ad esempio termodinamici) la situazione cambiasse radicalmente: in primo luogo, acquistano la capacità di "vedere" e "diventare sensibili" alla rete di segnali che percorre tutto il sistema; in secondo luogo, sulla base dell'elaborazione di questi segnali (l'elaborazione dovrebbe essere un "portato" della memoria, materiata dalla totalità della propria esperienza passata) devono "scegliere" gli "stati" più vantaggiosi tra gli stati possibili (emergenze ed auto-organizzazione).

Si tratta di una definizione disposizionale della molecola, sulla base degli schemi antropici e degli schemi dissipativi. Gli schemi antropici sono relativi alla memoria, i comportamenti, la storia; gli schemi dissipativi riguardano le trasformazioni degli stati gli uni negli altri<sup>15</sup>.

È come se determinate caratteristiche che appartengono agli umani conservassero, nella storia passata, una sorta di loro archeologia che ne esibisce, per così dire, le tracce.

Non è possibile osservare queste tracce nelle molecole o nelle cellule o nelle differenti specie animali, ma queste si rivelerebbero nei loro schemi evolutivi. Qualsiasi modellizzazione costruttiva non può fare a meno di individuare schemi di questo tipo, sia che appartenga alla termodinamica, la fisica delle particelle, la post-genomica. Oggi si direbbe che una biologia generale evolutiva dell'intera biosfera (tale è l'obiettivo –avveniristico per i suoi tempi- che si pone Darwin) deve reggersi su schemi antropici e dissipativi.

<sup>15</sup> Analoghi schemi antropici fanno parte del cosiddetto Paradosso di Einstein, Rosen, Podonsky, questa volta relativamente alla fisica delle particelle. Immaginiamo che un ipotetico processo fisico generi due particelle identiche che si allontanano l'una rispetto all'altra alla stessa velocità ma in direzioni opposte. E' stato osservato sperimentalmente che quando una delle due arriva ad un rivelatore di particelle, non solo si ha la "riduzione" della sua funzione d'onda (quando la funzione d'onda –che contiene integre tutte le possibilità statistiche- viene "rilevata" subisce immediatamente la riduzione delle probabilità allo stato rilevato) ma, nello stesso tempo, anche l'altra particella subisce analogo riduzione nonostante si possa trovare ad enormi distanze. È come se le due particelle conservassero la memoria della loro relazione originaria, avessero la possibilità di comunicare indipendentemente dallo spazio che le separa, quindi scegliessero un comportamento solidale.

### **NOTA 3. Un caso vicino a Darwin: una logica generativa retta da schemi e il problema dei differenziali\***

È fondamentale, in questa prospettiva, una memoria manoscritta di Leibniz: *Initia rerum mathematicarum metaphysica*<sup>16</sup>. In questa memoria Leibniz enuncia, per la prima volta, la nozione di sezione. Questa rappresenta la possibilità di tracciare, appunto, una sezione che intersecando un qualsiasi segmento lasci alla sua destra e alla sua sinistra tutti i punti del segmento stesso. Si tratta di una nozione che presenta strettissime analogie con la nozione di forma enunciata da Francis Bacon. Infatti la sezione, per essere tale, ha la prerogativa di posizionarsi in uno qualsiasi degli “interstizi” tra un punto e l’altro di un qualsiasi segmento, quindi in una posizione “vuota” di qualsiasi oggetto matematico previsto sia dall’algebra sia dalla geometria euclidea. In questo senso, la sezione risulterebbe “esterna” agli oggetti che qualifica, così come la nozione di forma presso Bacon e di schema presso Darwin. In tutti e tre i casi si tratterebbe di “disposizioni” o forme costitutive.

In questo senso, la sezione è in grado di qualificare l’infinito avvicinamento di una successione di punti ad un termine fisso. Infatti, proprio perché copre una posizione vuota di oggetti matematici, può “concludere” completamente la successione infinita; quindi ne rappresenta lo schema generativo, operando come opererebbe una forma di Bacon o uno schema evolutivo di Darwin.

Johann Heinrich Lambert codifica, in un sistema logico-generativo, sia i processi costitutivi-evolutivi impliciti già nella nozione di forma di Bacon sia, in particolare, quelli leibniziani di sezione e, in genere, i grandi temi epistemologici inerenti il dibattito sui differenziali<sup>17</sup>.

Anche nel caso di Lambert, la procedura logica rifletterebbe un doppio processo di andata e ritorno. Ma è proprio il cosiddetto “ritorno” la parte più interessante, infatti non si limita a generare nuove proprietà come, ad esempio, avveniva in Bacon, ma, nello stesso tempo, individua nuove combinazioni dissipative, in cui, ad esempio, si “sopprimono” le differenze tra determinate proprietà sancendone la loro coincidenza “ad un certo limite” (ad esempio, nel calcolo differenziale, l’identità tra l’arco di circonferenza e la corrispondente secante).

\* Daremo solo una sintesi di questo dibattito toccando solo pochi esempi. Per avere notizie più dettagliate circa la codificazione, in questo periodo, di una logica generativo-evolutiva, cfr. il mio *Hegel e il pensiero matematico della sua epoca*, Firenze, 1989.

<sup>16</sup> La memoria non fu mai pubblicata da Leibniz; malgrado questo la nozione di sezione divenne notissima e risultò al centro del dibattito epistemologico dell’epoca. Fu pubblicata postuma nei *Leibnizens mathematische Schriften* 7 voll. Berlin, Halle 1849-62.

<sup>17</sup> Lambert sviluppa questo sistema nel *Neues Organon* e nell’*Architektonik* e lo compendia, in maniera molto chiara, in una lettera allo Holland del 1768 *De universaliori calculi idea disquisitio*.

In questo senso, è come se la logica di Lambert rappresentasse una rete di “disposizionalità” in grado di generare altrettanti “mondi”, del tutto locali, all’interno dei quali operano specifici schemi o collezioni di schemi. Alcuni esempi di questi “mondi” possono essere gli “intorni” di un punto su cui si definisce, in maniera locale, la continuità delle funzioni<sup>18</sup>. Oppure, nella fisica dell’urto, i differenti “tratti” in grado di condizionare in maniera locale le traiettorie<sup>19</sup>.

In questo modo viene sancito un vero e proprio calcolo logico, che si regge sulla possibilità di doppie asserzioni, su schemi di corrispondenza “ad un certo limite” delle asserzioni stesse e su di una vera e propria articolazione mediante moduli “aperti”<sup>20</sup>. Occorre tenere presente che i dibattiti su questi temi, nelle accademie scientifiche, proseguirono per tutto l’arco del primo quarto dell’ottocento. In questo contesto, la logica di Lambert rappresentava un vero e proprio sistema interpretativo della complessità dell’evoluzione.

Se teniamo presente che Darwin si imbarca sul Beagle alla fine del 1831, e l’evoluzione del suo pensiero, relativamente all’individuazione degli schemi evolutivi, ha il suo *hard core* nell’arco di tempo tra il 1837 (inizio della stesura del *Red Notebooks* e dei *Transmutation Notebooks*) e il 1859 (la data dell’*Origine delle specie*) possiamo evincere facilmente l’influenza che ebbe su Darwin la nozione di forma e di induzione così come era stata elaborata da Francis Bacon, ma anche, probabilmente in maniera indiretta, le stesse istanze scientifico-costruttive, segnate dalla logica di Lambert.

<sup>18</sup> La fondazione “locale” della nozione matematica di funzione e di continuità è stata fatta per la prima volta da L. F. Arbogast, *Mémoire sur la nature des fonction arbitraires*, Pietroburgo 1791.

<sup>19</sup> A questo proposito cfr. R. G. Bosovich, *Theoria philosophiae naturalis*, Wien 1758, seconda edizione Venetiis 1763.

<sup>20</sup> Questa proprietà della logica di Lambert fotografa il cosiddetto problema della soppressione su cui si regge il calcolo differenziale. Sono le obiezioni che Nieuwentijt rivolge a Leibniz nelle sue *Considerationes*.

## **NOTA 4. Due tipi di ordini: sistemi lineari vs. sistemi dissipativi**

### ***Il primo tipo di ordine: i sistemi lineari in equilibrio***

Se consideriamo la disposizione di un insieme di palle da biliardo, ed imprimiamo con la stecca un “colpo” su di una palla, in modo da farla carambolare sulle altre, otteniamo, dopo una serie di urti, una nuova disposizione sul tavolo verde. Significa che l’energia, impressa dal colpo di stecca, è stata interamente “consumata” nella dinamica degli urti, quindi nel “cambiamento” che segna la nuova configurazione (il nuovo equilibrio). Questo, ovviamente, si mantiene stabile senza che sia necessario aggiungere nuova energia (le palle da biliardo sono ferme nella loro posizione d’arrivo).

Possiamo riepilogare in questo modo le caratteristiche di questi sistemi:

Qualsiasi situazione in equilibrio, o in stasi, si “mantiene” senza sprechi di energia (minima energia di mantenimento) mentre le “trasformazioni” da un equilibrio all’altro sono a massima energia (occorre un deciso colpo di stecca).

Vi è una linea di demarcazione netta tra le fasi di stasi (a minima energia) e quelle di trasformazione (a massima energia) quindi, in ogni momento, sono “decidibili” tutte le fasi in cui si trova il sistema.

Vi è una analoga netta distinzione tra le “posizioni” delle palle, sia nelle fasi di stasi sia nelle “trasformazioni” verso altre configurazioni.

I sistemi, caratterizzati da questa linearità, sono “riduzionisti” in quanto tutti i loro “stati” possono essere ridotti alle proprie condizioni iniziali (nel nostro esempio, la modalità con cui viene effettuato il “colpo di stecca”).

Sistemi di questo tipo sono dotati di equilibri stabili, quindi affrontabili con strategie predittive. Possiamo anticipare che tutti i sistemi evolutivi che dovrà affrontare Darwin non possiedono alcuna caratteristica tra quelle che abbiamo schematizzato sopra.

### ***Il secondo tipo di ordine: sistemi instabili e dissipativi***

Una seconda tipologia di “ordine” è rappresentata dai cosiddetti sistemi in equilibrio instabile. Se consideriamo, ad esempio, una vasca da bagno, con un flusso continuo di acqua in entrata ed un corrispondente flusso in uscita, un eventuale mulinello (un ordine inedito) può formarsi e mantenersi solo se vengono mantenuti in maniera permanente i due flussi; detto in altri termini, se viene dissipata continuamente energia. Ma, in questi sistemi, vi è un’ulteriore novità: una minima variazione nella distribuzione dei flussi d’acqua (le condizioni iniziali) può sia “conservare” il nostro mulinello, sia “generarne” altri completamente differenti (speciazione); oppure semplicemente determinarne la “sparizione” (estinzione).

In sostanza, analoghe variazioni, anche minime, delle condizioni iniziali potrebbero generare, in linea di principio, qualsiasi configurazione evolutiva, dal mantenimento, alla speciazione, all'estinzione. La spiegazione di questa completa indecidibilità è dovuta al fatto che la direzione evolutiva è determinata da "emergenze" che sopravvengono indipendentemente dalle condizioni iniziali. Per questo, nei sistemi instabili, non sono possibili inferenze statistico-predittive. Possiamo riepilogare in questo modo le caratteristiche di irriducibilità dei sistemi dissipativi:

- Nei sistemi complessi, sia il "mantenimento" sia la "trasformazione" sono determinati da analoghe emissioni di energia con la conseguente produzione di varianze in entrambi i casi. Per questi motivi i sistemi sono "dissipativi" in quanto, in tutti i casi (sia nel mantenimento sia nella trasformazione) occorre immettere energia che produca varianze.

In questo caso, una pur minima variazione iniziale nell'emissione di energia può sia mantenere la stasi, sia generare un nuovo ordine (senza poter stabilire precise linee di demarcazione tra le "condizioni" che determinano il mantenimento e quelle che determinano la trasformazione).

Non esiste, neppure, la possibilità di distinguere i differenti "stati" in cui si trova il sistema, in quanto questi fluttuano e si trasformano gli uni negli altri in maniera indistinguibile.

Per questi motivi, il sistema ha una complessità "irriducibile" alle sue condizioni iniziali, infatti queste non sono in grado di spiegarne l'evoluzione successiva: gli andamenti dei sistemi dissipativi (complessi) sono determinati da successive emergenze non riconducibili ai loro stati iniziali (irriducibilità).

I sistemi di questo tipo non sono affrontabili con logiche ipotetico-deduttive (come nel caso precedente). Significa che occorre, momento per momento, qualificare determinati ambiti di complessità (emergenze) mediante "attrattori" ad hoc (ad esempio quelli usati nei sistemi instabili della termodinamica); "moduli" (ad esempio, quelli usati nella biologia post genomica) e, in generale, schemi (ad esempio, quelli presenti nella teoria darwiniana e, più in generale, in tutte le discipline che si occupano di sistemi co-costruttivi).

Gli schemi di Darwin servono appunto ad affrontare sistemi di questo tipo. Se si ha la pazienza di seguire il file rouge della loro formazione e del loro uso, avremo la possibilità di trovarci nel vero principio motore dell'evoluzione, quello delle specie animali, ma anche, ad esempio, della mente e dei comportamenti.

Alétheia - ricerca e consulenza  
viale Bligny, 26  
20126 Milano  
02 58328534  
aletheia@aletheia-rc.it  
www.aletheia-rc.it