

**ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA**

**Corso di laurea in**

Scienze Filosofiche

**TITOLO DELLA TESI**

Riflessioni sull'evoluzione

I modi dell'evoluzione tra politica, Darwin e gli equilibri punteggiati

**Tesi di laurea in**

Filosofia Morale

Relatore Prof: Riccardo Caporali

Correlatore Prof. Giuliano Pancaldi

Presentata da: Gianluca Latagliata

**Appello**

primo

**Anno accademico**

2019-2020

## Indice

Alcune esperienze e ringraziamenti.....5-13

Epigrafi.....15-7

### Introduzione

0.1 L'avvento del *fatto*.....19-24

0.2 Il cambiamento scientifico.....24-8

0.3 Modernità?.....28-32

0.4 Nuove evoluzioni.....32-5

0.5 Alcuni problemi delle scienze ecologiche.....35-8

### Capitolo I

#### Geni e comportamenti, la sociobiologia tra scienza e politica

1.1 Wilson: la prima passione per la natura e lo sviluppo intellettuale.....39-42

1.2 Il *taxon cycle*.....42-4

1.3 Il paradigma riduzionista.....44-7

1.4 Gli sviluppi della sociobiologia.....47-50

1.5 L'attacco multiplo alla sociobiologia.....51-4

### Capitolo II

#### Stephen Jay Gould

2.1 Il personaggio.....55-6

2.2 La nascita della teoria degli equilibri punteggiati.....57-8

2.3 Critiche e sostegni.....59-60

### Capitolo III

#### L'evoluzionismo politico di Stephen Jay Gould

3.1 *New Left*.....61-2

3.2 L'intelligenza.....62-4

3.3 Le diversità umane.....64-7

## Capitolo IV

### Duri colpi all'evoluzionismo

4.1 La necessità darwiniana del gradualismo.....	68-9
4.2 Verso un nuovo paradigma.....	69-70
4.3 Il declino del gradualismo, un secolo dopo Darwin.....	70-2
4.4 L'approccio interdisciplinare antiriduzionista.....	72-3

## Capitolo V

### Dalla selezione naturale all'equilibrio punteggiato

5.1 La ristrutturazione dell'evoluzione.....	74-8
5.2 I criteri della selezione naturale.....	78-80
5.3 Adattazionismo, formalismo, e funzionalismo.....	80-4
5.4 Passando all'equilibrio punteggiato.....	84-6

## Capitolo VI

### Gli individui dell'evoluzione

6.1 L'evoluzione tra individui e specie.....	87-9
6.2 Sugli organismi, le specie e gli ecosistemi.....	89-93
6.3 Individuo ristretto e allargato.....	94-6
6.4 Problematiche dei livelli gerarchici dell'evoluzione.....	96-8
6.5 Exaptation.....	98-101

## Capitolo VII

### Correlazioni evoluzionistiche: alghe e coralli, spandrels e biotecnologie

7.1 Un esempio di come si intersecano varie modalità ed interpretazioni evoluzionistiche: sbiancamento, pigmentazione dei coralli, e canalizzazione delle alghe simbiotiche....	102-7
7.2 Tra selezione naturale ed equilibrio punteggiato.....	107-9
7.3 I visibili e gli invisibili, i franklins e i miltons.....	109-13
7.4 Gli spandrels e le potenzialità delle biotecnologie.....	113-18

## Capitolo VIII

### Tempi e spazi dell'evoluzione

8.1 Casualità organica e causalità ambientale.....	119-21
8.2 Da cosa dipende la velocità evolutiva.....	121-4
8.3 Evoluzioni senza stretti adattamenti.....	124-6
8.4 Le tendenze evolutive.....	126-9
8.5 Le bizzarrie del saltazionismo.....	129-32
8.6 La speciazione per distanziamento geografico.....	132-6

## Capitolo IX

### L'evoluzione nel terzo millennio

9.1 <i>Gaia</i> .....	137-40
9.2 Scienza, politica ed evoluzione. Climate Crisis ed Industrial Change.....	140-4
9.3 Oltre le conclusioni.....	144-9

Bibliografia.....	150-3
-------------------	-------

## Alcune esperienze e ringraziamenti

Vorrei ringraziare l'Università di Bologna per l'impegno e la serietà dei suoi corsi, e per la sua collaborazione con la città, città davvero splendida e speciale. Ringrazio l'Azienda Regionale per il Diritto agli Studi Superiori dell'Emilia-Romagna, Er.Go, per offrire agli studenti come me un sostegno molto importante, e spesso indispensabile. Ma certo, devo ringraziare innanzitutto mio padre, Francesco, per avermi permesso di trasferirmi in questa Bologna che sognavo fin da ragazzino per via della musica rap. Senza la sua generosità non sarei mai arrivato fin qui. Grazie papà, questo tuo non è stato solo un dono, ma anche un grandissimo insegnamento.

Mentre ringrazio mia madre, Loredana, per essere mia madre, e mio fratello Mattia per ricordarmi sempre delle mie responsabilità, e per farmi riascoltare, di tanto in tanto, il tono di voce che avevo quotidianamente qualche anno fa. E devo dire, ringrazio anche Balù, lei mi ricorda che le cose diverse dalle aspettative possono comunque essere meravigliose, come la sua cucciolata. Ringrazio inoltre i genitori della mia compagna, Carmen e Mauro, per avermi accolto con cordialità, e per avermi fornito un importante sostentamento durante il periodo della quarantena. In un periodo così delicato della mia vita, perché per alcuni come me i mesi della quarantena sono stati più pesanti che per altri, loro sono stati al mio fianco. Ho scelto volontariamente di laurearmi con qualche mese di ritardo, accelerando i tempi avrei certamente potuto laurearmi nella sessione precedente. Sapevo che Er.Go avrebbe coperto questo periodo aggiuntivo, anche se solo in parte in maniera anticipata, così ho potuto optare per la laurea di luglio. In questo modo avrei potuto fare le cose con più calma. Ma il motivo principale non fu la calma, il motivo principale per cui scelsi di posticipare la laurea è sito nel desiderio che avevo di scrivere la tesi in primavera, nella stagione più elegante dell'anno. Non me ne pento, non me ne pento nemmeno adesso che so cosa è stata per me e per molti altri, chi meno chi più, questa primavera 2020. Ma certamente ne sono rimasto molto deluso. Tutte le preoccupazioni di tipo personale che già avevo dopo la laurea triennale, ma che ero riuscito a gestire e mettere da parte per concentrarmi sul da farsi, tornarono, e non tornarono come prima ma, in considerazione della crisi multilivello provocata dal lockdown, tornarono molto più pesanti, di gran lunga più pesanti. Poi, ancora in questa primavera, la mia amatissima cuginetta Miky, che a gennaio ha dato alla luce la piccola Marta, dal nome di sua madre, che se ne andò qualche anno fa poco prima di mio nonno Angelo (che era il

mio nonno materno mentre quello paterno si chiamava Peppino), si è trovata in ospedale per una forte febbre dovuta a un problema con un rene. C'è voluto più di un mese per capire se quel problema avrebbe potuto essere risolto o meno, e grazie al cielo per ora è stato risolto. Ma poi ancora, nel mese di maggio il fratello di mio padre, dopo mesi di bronchite (non dovuta al coronavirus), si è trovato in ospedale in gravi condizioni, e se n'è andato nella prima domenica di giugno. Quindi, se ringrazio i genitori di Sara per quel sostegno non è affatto per una questione numerica, i cui numeri non sono peraltro nemmeno alti, e che se anche non ci fossero stati sarei comunque riuscito a trovare, anche se con qualche difficoltà, soluzioni alternative. Ma vorrei ringraziarli soprattutto per non avere cambiato i toni nei miei confronti a causa di quel momentaneo sostegno, che è segno di affetto e di rispetto. E possono stare certi che ne terrò conto.

Ringrazio mia nonna Rita per tenere duro alla pellaccia, come è giusto che sia. E grazie a mia nonna Lina per tutti i suoi inestimabili insegnamenti, espressi con dei modi che sembrano facili da riprodurre, che sono così semplici, e che naturalmente sono il segno indelebile di una persona geniale.

Grazie alla mia compagna, Sara, per la sua dolce presenza. E grazie a quel gatto birbante che è parte di noi, Pantera, per trasmettermi immensi insegnamenti.

Grazie anche a quella Carpa del mio fratello acquisito, per condividere con me il tempo della vita in un mare di ricordi e di avventure.

Molte grazie al Professor Franco Bacchelli, fu lui a consigliarmi di rivolgermi a Darwin per la mia tesi di laurea triennale. Fu un consiglio molto appropriato.

Vorrei inoltre ringraziare tutti i professori del Dipartimento di Filosofia e Comunicazione per l'attenzione, l'assenza di pregiudizi e la cura che dimostrano nei confronti di tutti gli studenti. Ringrazio in particolare i professori Giovanni Matteucci, per l'efficienza, Raffaella Campaner, per la gentilezza, Stefano Besoli, per le tematiche, e Roberto Brigati, per l'eccezionalità dell'esposizione.

Ringrazio il Relatore di questa tesi, il Professor Riccardo Caporali, che ho conosciuto fin dal corso triennale quando teneva, nelle prime ore del mattino, lezioni dalla notevole e variegata articolazione. In parte per l'orario, in parte per il suo peculiare modo di trattare le argomentazioni, ho un ricordo onirico di quel corso. È stato molto

comprensivo nei miei confronti, e dal canto mio ho apprezzato molto alcune sue particolarità che dimostra nelle lezioni.

Quando mi sono trasferito a Bologna, nel gennaio 2014, non avevo in mente di iscrivermi ad un corso universitario, ma per una serie di ragioni che fiorirono in quella primavera iniziai a pensare di riprendere gli studi scientifici del liceo per sostenere i test d'ingresso in Scienze Biologiche e in Scienze Farmaceutiche. Il mio interesse verso lo studio della biologia si era sviluppato dalla mia curiosità a conoscere gli elementi di cui sono costituiti gli organismi, e quindi anche gli esseri umani, e me stesso. Mi sono sempre visto come un animale, credo già dalla più tenera età. Già da bambino ero attratto dalle altre specie viventi, dalle lumache di mare, dai pesci, dai granchi, dalle meduse e, certamente, dai cani. Avevo una relazione profonda con il cane del quartiere, Bingo, un cane nobile, ed è merito suo se non mi sono mai sognato di essere qualcosa più di un cane, per così dire. La sua intelligenza, la sua capacità di comprensione ed espressione, mi colpiva in modo disorientante, perché eravamo così diversi io e quel cane. Eppure, mi indicava chiaramente che la differenza tra un umano e un cane fosse solo una questione di forma. Certo, a volte vedevo differenze anche nel contenuto, ma non più di quelle che vedevo tra un umano e l'altro. Non era questione di specie, non era affatto una questione di specie, ma solo di individui, e per molti aspetti così penso che sia tutt'ora.

Quando iniziai il liceo e studiai biologia, fui ancora più disorientato dall'apprendere di quante piccole e diverse parti sia formato ogni essere organico. E se non ebbi già l'intenzione di continuare quel tipo di studi dopo il diploma fu perché altre ragioni mi fecero agire così: non avevo ancora intenzione di partire da Taranto, anche se ero già intenzionato a farlo, ma più in là. E inoltre, non avevo intenzione di attendere anni prima di lavorare, volevo lavorare subito. Ma dopo qualche anno di lavori saltuari, le cui esperienze ricordo con piacere, mi resi conto che era arrivato il momento di partire, e l'occasione propizia si presentò: conobbi Sara, e insieme andammo a vivere a Bologna. Tra le mille incertezze della partenza (non sapevo cosa sarei andato a fare ma sapevo che mi stavo giocando tutti i risparmi in quell'azzardo, in quell'azzardo la cui partita non è finita) il fatto di non partire solo fu certamente una spinta in più a cogliere i tempi.

Una volta a Bologna, come dicevo, iniziai a pensare agli studi universitari. Ciò che mi riportò all'interesse verso la biologia, e questa volta anche verso la farmaceutica, fu la mia passione per le piante. Passione che non ho sviluppato solo per un apprezzamento estetico del mondo vegetale, ma che è cresciuta in me secondo una controversa serie di eventi. Da piccolo ero interessato perlopiù agli animali, mentre non rivolgevo molta attenzione alle piante. Attenzione che invece avrei iniziato a nutrire negli ultimi anni della scuola media quando il fratello di mio padre si ammalò di una rara malattia genetica, la Corea di Hungtinton, ereditata da mio nonno che però, quando ne fu affetto, non sapeva di cosa si trattasse, e comunque i figli li aveva già avuti (è una malattia che di solito si manifesta dopo i 50 anni). Anche i miei parenti, fino a quando mio zio non andò ammalandosi, non furono a conoscenza che mio nonno non aveva avuto una forma particolare di Alzheimer. Iniziai così le superiori, con la famiglia paterna, l'unica che peraltro vedevo con più frequenza (i parenti di mia madre li vedevo solo occasionalmente perché abitano sul lago di Como), praticamente distrutta. E mi dispiaceva ancor più che ci fosse quella situazione perché avrei voluto condividere diversamente la scuola superiore con tre di questi cugini che studiavano nella stessa scuola, il Liceo Aristosseno. Avrei condiviso la scuola con tre di loro quando ero al primo anno, con due per più di un anno, e con una per tutti cinque gli anni. Mentre avevo iniziato le superiori quella malattia colpì anche la sorella di mio padre, Patrizia. I rapporti con le mie cugine e miei cugini paterni, con i quali andavo molto d'accordo, si fecero molto complicati, soprattutto considerando che anche loro, allora come ora, sapevano di essere a rischio.

La Corea di Hungtinton è una delle poche malattie ereditarie che dipendono da un solo gene determinante: con la riproduzione tradizionale se entrambi i genitori ne soffrono i figli la incontreranno per certo, se solo uno dei due ne soffre, al 50%. Oggi con le biotecnologie un genitore che sa di essere portatore di quella malattia può, con l'inseminazione "artificiale", selezionare lo spermatozoo o l'ovulo che non possiede quel gene mutato, e stare certo che quella malattia non verrà ereditata dai figli. Tuttavia, solitamente un figlio che sa di avere un genitore malato di Corea di Hungtinton non è propenso ad avere figli, in quanto per utilizzare quella tecnica dovrebbe sapere se egli stesso possiede quel gene non ancora attivo, ma nella maggior parte dei casi questi figli non fanno quel test perché attualmente non ci sono cure efficienti per la malattia.



Dicevo, tra la fine delle medie e l'inizio delle superiori iniziai a guardare con occhi nuovi il mondo delle piante, in vari modi. Intanto, iniziai a fare un abbondante uso di piante curative, fiori in particolare, bevendole come tisane e nutrendomene come vegetali o spezie, ma anche respirando quel profumo soave che molti fiori ci concedono meravigliosamente. Se ho imparato a mantenere il sorriso, cosa tra le più importanti nella vita, lo devo a queste piante che riuscirono a portarmi via dalle preoccupazioni e dalla tristezza. Ma certamente, come per ogni sostanza che deve interagire con il nostro organismo, la risposta organica è la base complementare, tutt'altro che secondaria, che permette o meno di ottenere, con l'ausilio di quelle sostanze, una risposta complessivamente positiva. Nel mio caso, quella risposta organica veniva determinata perlopiù dall'approccio mentale, quindi se quelle piante riuscirono ad agire positivamente sulla mia persona, fu perché la mia predisposizione mentale lo permise, e a sua volta quella predisposizione la devo alla stupefacente capacità di continuare a sorridere che ho appreso da mio padre e da sua madre, che mostrarono una forza straordinaria. Così, da loro, appresi anche io a cucire e tessere quella stoffa, perfino a ricamarla per ottenere con la decorazione un effetto ancor più soleggiato. Naturalmente, lo sgomento che avvertivo per mio zio e mia zia non si fermava a loro: mio padre era a rischio. Mio padre, infatti, è più giovane di suo fratello e sua sorella, pertanto non era ancora esente da quel rischio, ed effettivamente non lo è tutt'ora perché quella malattia, che di solito si manifesta dopo i 50 anni, può anticipare o ritardare lo sviluppo. Comunque, mio zio e mia zia andavano incontro a una malattia degenerativa tremenda e incurabile, e mio padre rischiava di incontrarla anche lui, e con lui, io e mio fratello avremmo corso il rischio. Mio fratello, per fortuna, era molto piccolo all'epoca e, seppure certamente soffrì molto per una famiglia che fino a poco tempo prima era allegra e piacevole, non comprese lì per lì che cosa stava succedendo precisamente, e quali erano le implicazioni. Ma io sì, e la mia preoccupazione verso mio padre e me stesso riguardava anche il mio fratellino. Quelle piante mi furono di grande aiuto, e facendone uso iniziai a conoscerle, tramite ricerche ma anche attraverso dirette osservazioni, e così mi appassionai al mondo vegetale.

L'attento contatto con le piante rimandò il mio pensiero alla terra. Il fatto che le piante avessero un'intelligenza così diversa dalla nostra, che potessero rigenerarsi da un loro "arto", e che spuntassero direttamente dal suolo, iniziò ad affascinarmi sempre di più. Cos'erano veramente le piante? Erano singoli individui organici come gli animali, o

erano parti di un insieme individuale più grande? In effetti le piante appaiono come la peluria della terra, e allo stesso tempo, però, dimostrano ognuna una propria individualità. Nel frattempo, appresi dalla biologia: anche le cellule del nostro corpo sono individuali nonostante siano parti di un altrettanto individuale organismo. Il mio interesse, la mia curiosità e il mio amore verso il mondo vegetale andò allargandosi da quelle piante curative a tutte le piante in generale, sino agli alberi.

Pensando a tutti quei farmaci i cui componenti sono una copia o una rielaborazione dei componenti ritrovati in molte specie vegetali, e consapevole di quanto numerose siano le specie di cui non siamo ancora a conoscenza, pensavo: chissà con nuove sintesi e modifiche dei componenti di alcune specie, e con il ritrovamento di nuove, cosa potrà riuscire a fare domani la medicina.

Ripresi gli appunti delle lezioni del liceo in fisica, chimica, biologia, e scienze della Terra. Mi iscrissi ai test di Scienze Biologiche e di Scienze Farmaceutiche. Procedendo, però, qualcosa mi disturbava: era davvero quello l'approccio con il quale avrei voluto dedicarmi al mondo naturale? Ed era davvero a quel mondo che avrei voluto dedicare i miei studi? I miei interessi erano vari, pensavo anche alle assurdità della politica, della società, e alle modalità con le quali si connettono mondo e pensiero. Non mi presentai mai a quei test, a parte a quello di inglese che era però secondario per l'ammissione a quel tipo di corsi. Non so se sarei riuscito a superarli, mi ero abbastanza preparato, ma certo, erano temi ampi e complicati, molto sarebbe dipeso dai contenuti dei test. E inoltre avrei dovuto confrontarmi con studenti che avevano ripassato gli argomenti appena dopo il diploma, mentre tra il mio diploma e il ripasso correvano 3 anni. Ma soprattutto, non ero sicuro che quella sarebbe stata la strada giusta, mentre iscrivendomi a un corso umanistico sarei stato più convinto di portare avanti gli studi fino in fondo. E così ho fatto, e mi sono iscritto al corso di Filosofia, al corso di Filosofia di Bologna! Pensavo: la mia passione per le piante potrà continuare da amatore, e magari un giorno potrà collegarsi agli aspetti politici e sociali della cura delle piante, cosa che con le nostre abitudini alimentari e il nostro inquinamento è degna di considerazione. Seppure in altri termini, ciò avrebbe potuto collegarsi al benessere delle persone.

Mi inoltrai negli studi umanistici con un interesse che era nel mezzo tra il pensiero e la natura. Ma una volta iscritto a Filosofia, nel primo anno di corso e durante le prime lezioni, un professore iniziò a parlare di biologia, scendendo anche negli aspetti tecnici. Ne rimasi sorpreso e disorientato, e, devo dire, inizialmente anche un po' contrariato: dopo quel cambio di prospettiva di studio mi ritrovai nuovamente di fronte alla biologia. Mi sentii come beffato dal corso degli eventi. Ma procedendo lungo quel corso di Storia della Scienza, che era effettivamente anche un corso di Filosofia della Scienza, e di Filosofia della Biologia, mi accorsi con stupore che le questioni erano molto più complicate di quanto avessi immaginato. Il collegamento tra filosofia, scienza e natura, era davvero strabiliante.

Quel professore era Giuliano Pancaldi, colui che per me sarebbe poi diventato il maestro dell'evoluzione. Lo sarebbe diventato però soltanto in seguito, e peraltro dopo che mi fu consigliata la sua disciplina. Infatti, quando stavo organizzando il da farsi per la tesi triennale, pensavo di scrivere una tesi sull'empatia tra le persone e tra le persone e l'ambiente, quindi una tesi che comunque avrebbe compreso quella mia passione per la natura. Ma per una serie di ragioni fui portato invece a riflettere nel suo campo di studi, che temevo potesse risultare troppo tecnico, e troppo distante dalla filosofia comune. Non che ciò di cui trattava Pancaldi non avesse accenti filosofici, anzi, mi sono sempre accorto che alcuni dettagli delle sue argomentazioni rispecchiavano quella che è per me la più autentica filosofia, cioè la filosofia che va nel profondo, che illumina le cose e le persone sino alla radice, e che per questo è per molti, anche per molti filosofi, irritante o addirittura velenosa. E questo aspetto della filosofia della biologia, che Giuliano riusciva ad articolare in vivaci, e spesso anche spettacolari, esposizioni, mi ha sempre colpito. Ma dovevo pensare anche a come avrei potuto giocarmi gli studi universitari una volta che fossero stati conclusi, ed ero titubante verso quell'approccio. Ero ancora molto immaturo, non che ora abbia raggiunto una maturazione tale da potermi permettere di dire che sono un intellettuale formato, ma a quel tempo ero davvero ancora molto più immaturo di ora. Temevo che un simile campo di studi non mi avrebbe aperto molte porte. Ricordare ciò oggi da un lato mi rallegra, facendomi ridere di me stesso, dall'altro mi sconvolge, se penso a come e a quanto la mia mente, come quella di ognuno di noi, possa cambiare nel tempo.

Tra il Professore e il Maestro Vincenzo Quero, che ringrazio entrambi di cuore, trovo curioso un punto comune: la tecnica. Quella tecnica che il mio maestro di pugilato (sono stato un pugile agonista per anni, ottenendo buoni risultati) mi diceva essere più importante dell'energia e della velocità: forza e rapidità sono fondamentali, ma per mettere a segno un colpo, e per fare in modo che quel colpo dia il massimo, è necessario portarlo con una tecnica sopraffina. E così mi ha insegnato anche il Professor Pancaldi: la determinazione dell'esposizione e la fluidità degli argomenti sono importanti, ma per sostenere bene una tesi è necessario impiegare molto tempo a svilupparla costantemente in modo tecnico. La tecnica, nella boxe come nella filosofia, non vuol dire mettere da parte la passione a colpire e ad argomentare, significa invece gestire le proprie risorse affinché ciò che viene portato avanti possa esprimere al meglio quella passione e puntare ai migliori risultati.

Del Professor Pancaldi ho seguito molti corsi, spaziando dalla scienza dell'Ottocento alla genetica del XX secolo fino alle più recenti tecniche delle biotecnologie in questo terzo millennio. Devo davvero ringraziarlo per aver reso possibile questa tesi, e per aver dedicato attenzione alla cura dei dettagli, oltre a fornirmi validi strumenti con cui argomentare. E, in generale, lo ringrazio, credo a nome anche di molti studenti, per la sua capacità di coinvolgerci, e di esporre in maniera molto originale ciò di cui tratta, facendosi aiutare anche dalla proiezione di slides che realizza accuratamente, e spesso in modo sorprendente. Insomma, collegare con quel filo argomentativo la pila di Volta alla torpedine di Galvani, e fare rientrare quello storico collegamento nei ragionamenti evolucionistici, è qualcosa di atomico. Una volta, in quel corso del primo anno della triennale, in un'aula in cui vi erano di certo più di 100 studenti, mise in scena un'opera come a dire, secondo me: ricordatevi che siete degli animali splendidi. Abbassò le luci e oscurò le finestre per illuminare l'aula con l'audio, e di fronte a una tela sulla quale era riportata la ricostruzione visiva di un cuore pulsante, il rumore del cuore che batte.

Quando a Bologna iniziai a frequentare il corso di Filosofia trovai un professore che trattava di scienza, quel professore iniziò a parlare di Darwin, biologia, evoluzione ...

Penso che questo ingresso alla tesi essendo funzionale a conoscere chi l'ha scritta e chi è stato vicino a quello scrittore, conceda umanità al testo, cosa che si dovrebbe

fare più spesso: ricordare più spesso che dietro ogni testo ci sono le persone, sia dalla parte di chi scrive che da quella di chi legge. Cosa che può sembrare ovvia, e invece poi molte volte tanto ovvia non si dimostra, e ci si dimentica che l'interpretazione con la quale l'autore scrive e il lettore legge, è l'interpretazione di una persona e di tutto ciò che si trova in quella persona.

La storia della scienza è certamente una disciplina che ha contribuito a dare valore alle persone che ci sono dietro le opere, dimostrando, peraltro, come la conoscenza degli autori non sia solo un'appendice delle opere, ma risulti spesso, in qualche modo, parte integrante dell'operato stesso. Così anche questa relativamente lunga esposizione dei ringraziamenti, e di alcune esperienze, non è un contorno della tesi, non è una cornice, ma è naturalmente parte integrante della produzione.

Senza nemmeno accorgercene abbiamo già iniziato a viaggiare, e alcuni aspetti che abbiamo incontrato li rincontreremo in altra forma lungo l'escursione che segue. Questa tesi è un testo notturno, non perché sia stata scritta di notte, anzi, è stata scritta quasi interamente di giorno, perlopiù di pomeriggio, ma è notturna perché, come ogni altro testo, è una ricostruzione a parole di ciò che avviene oltre le parole. E quelle cose che sono oltre le parole, cioè le realtà al di fuori dei testi e delle sperimentazioni, sono il giorno. Ma nel giorno le cose sono talmente visibili che per vederne i dettagli è necessario attendere la notte, e con essa la ricostruzione, l'esperimento, che mettendo a fuoco alcune parti può riportare altrove, in questo caso nel testo, ciò che nel giorno è chiaro ma insondato e poco conoscibile, e che viene scomposto e analizzato alla luce della notte, quella della Luna, delle stelle, e delle luminarie. Gli strumenti dell'analisi come le parole dei testi non sono le cose stesse, ma possono essere gli elementi stellati con i quali cerchiamo di fare luce su ciò che vorremmo conoscere.

Per tali motivi questo è un tramonto che diverrà sera procedendo con la lettura. Di tanto in tanto vedremo qualche nuvola, persino qualche fulmine e, non so, forse della pioggia e della neve. Passeremo dall'arancio al cobalto, al blu al chiaro di Luna quando saremo nel mezzo, e poi alla notte stellata prima che saremo avviati verso ciò che sarà l'alba. Ma, a quel punto, la tesi sarà completa, e si prospetterà un nuovo giorno, un giorno in cui, alla luce di quanto è accaduto nella notte, potremo vedere, ognuno a modo suo e con occhi nuovi, ciò che da sempre è qui di fronte a noi. Buon viaggio.

# Riflessioni sull'evoluzione

I modi dell'evoluzione tra politica, Darwin e gli  
equilibri punteggiati

L'evoluzione è una particolare strada  
senza una particolare meta

*C'è qualcosa di grandioso in questa concezione per cui la vita, con le sue diverse forze, è stata originariamente infusa in poche forme o in una sola; e, mentre il nostro pianeta continuava a ruotare secondo la legge costante della gravità, da un inizio così semplice innumerevoli forme bellissime e meravigliose si sono evolute, e tuttora si evolvono.<sup>1</sup>*

*... among simpler organisms, the flow of individual differences, variation, and novelties is sanctioned by "life or death" outcomes, while any amount of memory and intellect allows more complex organisms to anticipate the results of innovative actions and strategies, extending the game beyond life or death.<sup>2</sup>*

*Secondo noi le soluzioni pratiche al problema dell'ordine sociale racchiudono soluzioni al problema della conoscenza.<sup>3</sup>*

*L'osservazione e l'esperienza possono e debbono limitare drasticamente l'ambito delle credenze scientifiche ammissibili, altrimenti non vi sarebbe scienza; ma non sono in grado, da sole, di determinare un particolare insieme di credenze.<sup>4</sup>*

*La natura è la causa che ha permesso di risolvere le controversie. La natura sarà la conseguenza della risoluzione delle controversie.<sup>5</sup>*

*... we are bound to the rest of life in our ecology, our physiology, and even our spirit. In this sense, the way in which we view the natural world, Nature has changed fundamentally.<sup>6</sup>*

---

<sup>1</sup> Charles R. Darwin, *L'origine delle specie* (1859), trad. e cura di Giuliano Pancaldi, Milano: Rizzoli, 2016, p. 515.

<sup>2</sup> Giuliano Pancaldi, *Darwin's Technology of Life*, «Isis», vol. 110 (December, 2019) no. 4, p. 699.

<sup>3</sup> Steven Shapin, Simon J. Schaffer, *Il Leviatano e la pompa ad aria. Hobbes, Boyle e la cultura dell'esperimento* (1985), trad. it. di Roberto Brigati, Firenze: La Nuova Italia, 1994, p. 18.

<sup>4</sup> Thomas S. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche. Come mutano le idee della scienza* (1962), trad. it. di Adriano Carugo, Torino: Einaudi, 1969, pp. 22-3.

<sup>5</sup> Bruno Latour, *La scienza in azione* (1987), trad. it. di Silvio Ferraresi, Torino: Edizioni di Comunità, 1998, p. 131.

<sup>6</sup> Edward O. Wilson, *Naturalist*, Washington: Island Press, 1994, p. XII.

*Recent studies indicate that between 10 and 100 million species of plants, animals, and microorganisms exist on Earth, but only about million have been studied well enough to receive scientific names.<sup>7</sup>*

*Several historians have argued that exploring public scientific figures, instead of reifying the concept, provides an opportunity for investigating the public appeal of scientific knowledge in specific historical context.<sup>8</sup>*

*There can be no prescription, no set of rules, for living within Gaia. For each of our different actions there are only consequences.<sup>9</sup>*

*Cette curieuse imputation est plus évidente lorsqu'on mobilise le thème de la "nature humaine" qu'il faudrait "apprendre à respecter" ou contre laquelle, au contraire, il faudrait "apprendre à lutter".<sup>10</sup>*

*Gli animali reali che sono vissuti sulla Terra sono un minuscolo sottoinsieme degli animali teorici che sarebbero potuti esistere.<sup>11</sup>*

*La speciazione corrisponde a un tempo di insurrezione, o di rivoluzione. Ed è proprio durante questi tempi di sconvolgimento che si concentra il mutamento evolutivo, mentre per la maggior parte della sua storia una linea genealogica ristagna.<sup>12</sup>*

---

<sup>7</sup> *Ivi*, p. 61.

<sup>8</sup> Myrna P. Sheldon, *Evolutionary activism: Stephen Jay Gould, the New Left and sociobiology*, «Elsevier: Endeavour», vol. 37 (February 8, 2013) no. 2, p. 108.

<sup>9</sup> James E. Lovelock, *Gaia. A New Look at Life on Earth*, Oxford University Press, 1979, Oxford, p. 132.

<sup>10</sup> Bruno Latour, *Face À Gaïa. Huit conférences sur le nouveau régime climatique*, Paris: La Découverte, 2015, p. 31.

<sup>11</sup> C. Richard Dawkins, *L'orologio cieco. Creazione o Evoluzione?* (1986), trad. it. di Libero, Milano: Mondadori, 2017, p. 110.

<sup>12</sup> *Ivi*, p. 330.



... every organic system is so rich in feedbacks, homeostatic devices, and potential multiple pathways that a complete description is quite impossible.<sup>13</sup>

*Un altro aspetto curioso della teoria dell'evoluzione è che tutti pensano di capirla!*<sup>14</sup>

*"... De Caus sapeva bene che se si prende un vaso, lo si riempie d'acqua e si chiude in alto, anche se poi si apre un foro sul fondo, l'acqua non ne esce. Ma se si apre anche un foro al di sopra, l'acqua defluisce o zampilla in basso."*

*"Non è ovvio?" chiesi. "Nel secondo caso entra l'aria dall'alto e spinge l'acqua in basso."*

*"Tipica spiegazione scienziata, in cui si scambia la causa per l'effetto, o viceversa. Lei non deve chiedersi perché l'acqua esce nel secondo caso. Deve chiedersi perché si rifiuta di uscire nel primo."*

*"E perché si rifiuta?" chiese ansioso Garamond.*

*"Perché se uscisse rimarrebbe del vuoto nel vaso, e la natura ha orrore del vuoto ...".<sup>15</sup>*

---

<sup>13</sup> Ernst Mayr citato in Rama S. Singh, Bhagwati P. Gupta, *Genes and genomes and unnecessary complexity in precision medicine*, «npj Genomic Medicine», vol. 5 (May 4, 2020) no. 21.

<sup>14</sup> Jacques Monod in una conferenza su Herbert Spencer, citato in C. Richard Dawkins, *Il gene egoista* (1976), trad. it. di Giorgio Corte e Adriana Serra, Milano: Mondadori, 2017, p. 21.

<sup>15</sup> Umberto Eco, *Il pendolo di Foucault*, Milano: Bompiani, 1988, p. 374.

A Patrizia e Romano

# Introduzione

## 0.1 L'avvento del *fatto*

Robert Boyle contribuì alla rifondazione della scienza su base sperimentale, fu tra le più importanti figure storiche a promuovere nella sperimentazione la ricerca dell'evidenza necessaria e adeguata a validare un'affermazione scientifica, a tal proposito esemplificò l'operato sperimentale su degli esperimenti da lui stesso condotti tra gli anni '60 e '70 del XVII secolo. Steven Shapin e Simon Schaffer<sup>1</sup> ripercorrono quella vicenda attraversando il contrasto tra Boyle, cultore dell'esperimento, e Thomas Hobbes quale filosofo naturale sostenitore dell'*horror vacui*, una teoria di provenienza aristotelica che asseriva l'inesistenza del vuoto. Questo vuoto non era solo la condizione che Boyle affermava di aver riprodotto per aspirazione atmosferica dentro la pompa pneumatica, affermazione che comunque Hobbes negava già con i difetti della macchina, ma rappresentava la nuova scienza sperimentale come la possibilità di una realtà non sempre vera anche quando effettivamente conosciuta, di una conoscenza della realtà in cui la falsificabilità poteva mettere in crisi da un momento all'altro ciò che prima era ritenuto vero e che quindi necessitava di essere confermato costantemente. Hobbes invece sosteneva una filosofia del *tutto pieno* ovvero una filosofia potenzialmente in grado di sviluppare una conoscenza assolutamente certa e inattaccabile. Soprattutto secondo Hobbes i principi più generali convalidati dalla conoscenza non avrebbero potuto divenire obiettivi di una sperimentazione in grado di affermarne la verità o fallacità, mentre Boyle e i membri della Royal Society sostenevano una filosofia stabilita sugli esperimenti ed in essi continuamente verificata e giudicata. Ciò era in contrasto con la pretesa universalità della filosofia cui si ispirava Hobbes in cui, a parte le scienze civiche, solo la geometria poteva essere scienza certa perché rispondeva a criteri universali ed era formata dallo stesso essere umano, all'opposto della scienza sperimentale che si svolgeva tramite esperienze particolari, empiriche, circostanziate e rivolte a oggetti non formati dall'umano. L'esperimento poteva allo stesso tempo validare in modo efficace una teoria, se si trovavano prove di fatto che la confermassero, oppure distruggerla, il risultato in ogni caso restava agganciato al metodo dell'esperimento, ma questo metodo era realizzato sulla base di

---

<sup>1</sup> Steven Shapin, Simon J. Schaffer, *Il Leviatano e la pompa ad aria*, cit.

organizzazioni teoretiche relative. Questo vincolo della conoscenza alla sperimentazione da un lato restringeva e circostanziava ogni enunciazione scientifica, dall'altro, una volta verificata una sequenza di cause e di eventi, strutturava quella conoscenza con argomentazioni forti, in grado di sostenersi da sole.

L'intento che Shapin e Schaffer perseguono è quello di mostrare, con un approccio che è tra i primi a potersi definire STS (Science and Technology Studies), come la disputa tra Boyle e Hobbes rappresenti un ottimo esempio storico di come l'organizzazione sociale si innesti con l'organizzazione di altre dimensioni come quella scientifica. Ogni dimensione ha poi al suo interno delle parti e queste porzioni, ad esempio quelle relative alle adesioni sociali, possono essere diverse e contrastanti appunto come quelle di Boyle ed Hobbes. Così il conflitto scientifico si rivela tale anche nelle altre dimensioni associate al sistema sociale che interpreta e spinge sulla conoscenza, come già era avvenuto qualche decennio prima dell'esperimento di Boyle a proposito dell'esperimento di Torricelli, al quale era seguito un confronto tra pienismo e vacuismo di stampo interpretativo più che un dibattito sul risultato dell'esperimento su base scientifica, come lo andava direzionando Boyle proprio per mettere fuori gioco tutte quelle dispute. Nonostante i dati di fatto fossero prodotti dalle nuove scienze con l'ausilio di macchine appositamente costruite, come la pompa pneumatica costruita per Boyle da Ralph Greatorex e Robert Hooke, il dato di fatto garantito dalla conoscenza sperimentale si trovò ad essere dipendente dalle propensioni sociali, come effettivamente vediamo anche oggi a proposito della questione climatica. Il prodotto della conoscenza scientifica, secondo Shapin e Schaffer, era indissolubilmente collegato con i valori presenti nella società, i sostegni forti dati dalla sperimentazione erano cioè molto più alterabili di quanto i nuovi esponenti della scienza avrebbero voluto. Quando uno o più valori di un certo tipo di sistemi sociali venivano messi in crisi dai nuovi esperimenti, allora emergeva una disputa come quella tra chi sosteneva che nell'ampolla di Boyle si instaurasse un vuoto e chi invece il vuoto lo negava. Attraverso questo tipo di dispute Shapin e Schaffer fanno luce su importanti aspetti della conoscenza relativamente alla percezione della conoscenza. Essa non è qualcosa che si pone di fronte al soggetto, la conoscenza si pone invece di fianco al soggetto nel senso che è dalla sua stessa parte, è effettivamente *nel* soggetto della conoscenza. Quando una macchina produce qualcosa che prima non c'era il sistema percettivo del soggetto viene sollecitato alla comprensione, ma per comprendere qualcosa che prima non era percepito è necessario un aumento della sensibilità

percettiva e questa amplificazione stimola a sua volta altre dimensioni della coscienza come l'esperienza, il grado di istruzione, l'appartenenza sociale e le credenze generali. Dalle relazioni tra queste dimensioni e non solo dall'esito di un esperimento emerge la risposta dell'individuo. Per comprendere ciò che risultava da macchine come quelle sulle quali investiva la Royal Society, come la pompa pneumatica di Boyle e il microscopio di Hooke, era necessario percepire diversamente ovvero pensare diversamente. Il problema è che questa nuova conoscenza scientifica basata sui fatti e sostenuta da certe associazioni era essa stessa una dimensione percepita, ed inoltre i risultati non dicevano nulla se non all'interno di teorie appositamente sviluppate per comprenderli. Lo stesso vuoto, sul quale tanto si accanì Hobbes, era vuoto, se era vuoto, solo come vuoto atmosferico, e non vuoto assoluto, intanto perché quel vuoto era uno spazio in cui Boyle destava acclamati esperimenti, e poi il vuoto assoluto poteva sempre essere ricondotto a una mancata conoscenza di ciò che invece lo riempiva, ed in un'ultima analisi il vuoto poteva sempre esser detto *pieno di vuoto*.

Lasciando da parte questo tipo di dispute metafisiche ciò che qui ci interessa è capire il modo in cui conoscenza e società si influenzano reciprocamente. La risposta di Boyle alla domanda sull'esistenza del vuoto fu effettivamente un'assenza di risposta: la filosofia sperimentale avrebbe dovuto porsi oltre i dibattiti metafisici della filosofia naturale dell'epoca, perché essi non erano rilevanti al fine dell'esperimento e soprattutto non avrebbero potuto giungere per via sperimentale a delle conclusioni a riguardo. Laddove si parlava di cause come per l'elasticità, pressione e peso dell'aria nel determinare l'andamento dell'esperimento, cause che rappresentarono i principi della legge di Boyle sulla relazione tra pressione e volume del gas, non si parlava però di ciò che si trovava ancor prima delle cause, e non se ne parlava perché ciò non poteva ancora essere supportato da alcun esperimento e da nessun fatto. Questa era la linea di demarcazione che i nuovi scienziati andavano realizzando per affermare la scienza come un dominio differente dal passato ed entro il quale la scienza sperimentale avrebbe trovato le convenzioni utili per il suo sostentamento, come un certo uso del linguaggio e del discorso, e una minuziosa analisi delle procedure dell'esperimento come testimonianza "cartacea" del suo sviluppo, testimonianza che avrebbe consentito la riproduzione della procedura e dei risultati. Questo valeva sia per i risultati ottenuti che per quelli non ottenuti: gli esperimenti falliti e non solo quelli corretti andavano riportati convenzionalmente. Questa convenzionalità doveva essere tanto più dettagliata quanto più l'organizzazione che la promuoveva puntava ad essere

riconosciuta collettivamente e ad ottenere fiducia nelle sue testimonianze. In questa tecnologia letteraria che tendeva ad aprire le porte del laboratorio al pubblico sociale la procedura doveva essere riportata con modestia, riempita di dettagli e resa disadorna di retorica: la testimonianza avrebbe dovuto basarsi sulla sola funzionalità. Secondo un certo punto di vista Boyle e Hobbes stavano dalla stessa parte, entrambi affermavano l'importanza di un linguaggio adeguato, e mentre il primo evitava di speculare sul retroscena metafisico dei suoi esperimenti l'altro evitava di affermare o meno l'esistenza del vuoto come questione che oltrepassava i limiti della conoscenza, il vuoto non avrebbe potuto essere dimostrato in nessun caso e da nessun esperimento.

L'attacco di Hobbes alla filosofia sperimentalista era mosso dal contatto di questa con altre sfere sociali, in particolare dalla constatazione che alcuni gruppi sociali sembravano non poter fare a meno di interpretare gli esperimenti in chiave metafisica. La sua contrarietà a quella filosofia era dunque un effetto non tanto della filosofia stessa ma della sua ricezione e rielaborazione da parte delle varie parti della comunità sociale. La stessa appartenenza filosofica e sociale di Hobbes, quella dei metodi conoscitivi della tradizionale filosofia della natura, interpretava l'uso manualistico a cui si richiamavano i Greshamiti della Royal Society per esaltare il lavoro artigianale dello sperimentatore, e sul quale fondarono il concetto di nobile ingegnosità, come un'offesa alle classiche speculazioni filosofiche, offesa che si riversava sull'operato generale di queste, in particolare attaccava l'operato politico di esse. Potremmo asserire che una delle contrapposizioni basilari tra razionalismo e sperimentalismo, e tra arroganza intellettuale ed umiltà intellettuale, trovasse terreno fertile proprio all'interno della visione politica. Hobbes rappresentava l'intellettuale dogmatico la cui filosofia era chiusa su sé medesima e impassibile o scontrosa verso ciò che avveniva al di fuori di essa, mentre Boyle rappresentava l'intellettuale nuovo, ricercatore di metodi d'indagine innovativi che erano essenzialmente aperti a una conoscenza plurale e mutevole che avrebbe dovuto rimanere flessibile per mantenersi viva. Da questi intrecci scaturisce un profondo ed imprescindibile legame tra disposizione della conoscenza, disposizione della società e disposizione mentale. *Quella che per i Greshamiti era una strategia giudiziosa e liberale di sospensione del giudizio, per Hobbes era un cuneo che apriva la porta alla guerra di tutti contro tutti,*<sup>2</sup> ma è evidente

---

<sup>2</sup> *Ivi*, p. 188.

che questa concezione rinviava a una particolare percezione di ciò che stava avvenendo e proveniva da una secolare divisione tra civiltà e natura. Hobbes dichiarava che solo la geometria e la civiltà avrebbero potuto conferire alla conoscenza delle certezze perché solo esse potevano fondarsi sulla convenzione come realizzazione umana, cosa che a sua detta non poteva funzionare per la filosofia naturale che aveva come oggetto la natura intesa appunto come separata dall'operato umano. Per questo pur ammettendo che l'operato delle macchine scientifiche poteva dare buoni propositi per la società Hobbes negava l'elaborazione di una conoscenza emergente da queste; in altre parole, la nuova filosofia della natura apriva le porte a una dimensione ritenuta ingestibile per l'essere umano ma, è chiaro, questa era solo una supposizione, un pregiudizio, uno strascico della divisione delle conoscenze e dei rispettivi sostenitori, divisione che se fosse venuta meno avrebbe collegato in modo potenzialmente pericoloso, per alcune parti sociali, più elementi sociali, che per Hobbes non avrebbero trovato accordo e sarebbero finiti così per sfociare in una guerra civile. Boyle e i membri della Royal Society, tuttavia, avevano dichiarato esplicitamente di non intrecciare i discorsi naturali con quelli politici. Hobbes ed altri vedevano chiaramente che questo intento avrebbe semmai potuto essere rispettato all'interno della Society, ma non vi erano garanzie che la conoscenza da essa prodotta non avrebbe interferito con svariati altri discorsi. Lo stesso Boyle accusò la filosofia di Hobbes di essere ingiusta perché contraddiceva la visione cristiana della natura facendo di essa un agente assolutamente ingestibile, inumano ed estraneo. La filosofia cristiana era andata infatti alleandosi con la filosofia sperimentalista in una visione della natura in cui era possibile trovare delle prove certe, delle prove di fatto dell'esistenza divina.<sup>3</sup>

L'intento di non intersecare le diverse dimensioni poteva essere una direttiva generale ma non un'imposizione perché ineludibilmente la conoscenza naturale avrebbe avuto ripercussioni sull'approccio sociale e le comunità sociali avrebbero spinto sulle rispettive conoscenze, ma quale risonanza ci sarebbe stata tra conoscenza e società sarebbe dipeso da molteplici fattori, non avrebbe dovuto esserci alcuna determinazione aprioristica tra conoscenza della natura ed operato sociale proprio a causa del carattere umano di ogni conoscenza che dipende sempre, in prima ed in

---

<sup>3</sup> Steven Shapin, Simon J. Schaffer, *Il Leviatano e la pompa ad aria*, cit.

ultima istanza, dalla percezione con la quale viene compresa. Se negassimo questa percezione, se fissassimo un unico collegamento tra natura e società non faremmo altro che togliere di mezzo ogni libertà sociale per dar luogo a una politica totalitaria. Risulta allora molto importante un dibattito collettivo, aperto e dinamico sui rapporti tra scienza e società, un'indagine chiara di come una conoscenza può essere utilizzata a fini sociali e viceversa; questo è quanto ci si aspetta oggi in una democrazia, e ci si aspetta che le controversie che inevitabilmente scaturiscono dalla molteplicità delle prospettive siano gestite in armonia e non come scontri tra fazioni, laddove invece le controversie sfociano in lotta o in indifferenza non vi è alcuna democrazia, mentre quando le controversie possono vantare di un sistema in grado di collegarle rispettosamente e in modo trasparente esse divengono capaci di prevenire anziché provocare le lotte. Le diverse percezioni di una stessa conoscenza sono in fin dei conti diverse conoscenze dello stesso fenomeno, se vogliamo trovare un fattore differenziale potremmo guardare alla funzionalità della conoscenza e cercare in essa la tendenza ad agire con modalità valutate e selezionate. Potremmo superare così il dilemma del *dato di fatto*, che da un lato è definito da una comunità aperta e dall'altro è chiuso in una struttura meccanica e teoretica, per arrivare a un discorso sul *dato da fare* ovvero sull'operato da mettere in atto, in un'epoca come la nostra, nell'era dell'Antropocene, in cui lo studio della natura e lo studio dell'essere umano sono irresolubilmente congiunti. Quali funzionalità conferire alle nuove conoscenze? In particolare, alle conoscenze biologiche, biotecnologiche e in generale alle conoscenze evolucionistiche ed ecologiche? Vedremo come questa domanda è orientata dal passato e dal presente ma non può avere una risposta adeguata in essi: è soprattutto attraverso il futuro di ciò che si intende fare e ricercare che una conoscenza può trovare minore o maggiore giustificazione.

## 0.2 Il cambiamento scientifico

Per comprendere come la conoscenza scientifica e la percezione della scienza siano collegate in modo interdipendente ci rifaremo a un altro testo chiave della storia della scienza, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*<sup>4</sup> (1962), un libro scritto da Thomas S. Kuhn, un fisico teorico che inizia ad interessarsi di scienza da una prospettiva storica quando le sue stesse concezioni scientifiche vengono messe in crisi da un periodo

---

<sup>4</sup> Thomas S. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, cit.



lungo tre anni di libertà intellettuale, di esplorazione senza scopo presso la Harvard University, alla quale Kuhn era giunto dopo aver tenuto un corso di fisica per non-scienziati che lo aveva messo in contatto con la storia della scienza e da quel contatto lo aveva portato ad approfondire argomenti sui quali non si era in precedenza soffermato. È dunque con serendipità che Kuhn riuscì a stendere un elaborato che avrebbe fatto storia, che avrebbe cambiato il modo di percepire la scienza da parte sia degli scienziati che degli umanisti e in generale di tutto il pubblico.

Nell'andamento per molti versi casuale delle sue letture Kuhn si imbatté in un libro poco conosciuto del 1935. L'aveva scritto il microbiologo e filosofo polacco Ludwik Fleck ed è a Fleck che Kuhn riconobbe il maggior debito epistemologico sul tema che andò sviluppando, mentre sui metodi di divulgazione ebbe molto da riconoscere ai suoi studenti. Nel mezzo tra scienziati e umanisti Kuhn iniziò a rendersi conto che nonostante nelle scienze naturali le questioni sollevate generassero aperti dibattiti non vi erano, come invece nelle scienze sociali, controversie sui principi, iniziò così a definire il concetto di *paradigma scientifico*.

Kuhn mostra come la cronologia delle ricerche e dei risultati scientifici sia poco adeguata a rappresentare il processo scientifico reale, come se ci aspettassimo da un opuscolo turistico una rappresentazione adeguata di una nazione. Inoltre, come diceva Petrarca a proposito della conoscenza, l'aumento della conoscenza porta ad un aumento ancora maggiore di ciò che non è conosciuto<sup>5</sup>: l'accumulazione dei frammenti che compongono la scienza non porta a una più facile ma ad una più difficile comprensione del percorso che ha portato al risultato; ciò secondo alcuni è indice del fatto che la scienza non è un'accumulazione di singoli frammenti quanto piuttosto un processo costante che continuamente si modella. Notiamo che ad ogni aumento della conoscenza aumentano anche le sperimentazioni da verificare e quelle che invece non vengono portate avanti, quindi l'aumento di ciò che non si conosce è dovuto sia all'aumento delle domande su ciò che si conosce, sia all'aumento delle convalidazioni richieste e sia dall'aumento di ciò che invece non viene ricercato ma che potrebbe, in quello o in altri sistemi, essere molto importante.

La rielaborazione e lo sviluppo scientifico fa sì, a volte, che ciò che era ritenuto scienza nel passato si ponga successivamente sullo stesso livello di un mito del passato, come nel caso del calore che si pensava fosse una qualità intesa come accidente della

---

<sup>5</sup> Francesco Petrarca, *De ignorantia. Sulla mia ignoranza e su quella di molti altri* (1367-71), cura di Enrico Fenzi, Milano: Mursia, 1999.

sostanza e non una quantità intesa come movimento della materia. L'innovazione della storia della scienza, dice Kuhn, rivoluzione che aveva tra i suoi più influenti inizi gli studi di Alexandre Koyré, ha portato al passaggio dello studio storico scientifico del *cosa* è accaduto a quello del *come* è accaduto, cioè appunto lo studio è passato dal risultato al processo e quindi dal dato scientifico al pensiero scientifico. Proprio nell'affiancamento del risultato allo studio del pensiero scientifico Kuhn individua le modalità con le quali si attua una rivoluzione scientifica. I dati non significano nulla presi singolarmente ma trovano valore nelle loro relazioni con insiemi di conoscenze; insiemi che configurano in un certo modo i dati e quindi portano con tale caratteristico assemblaggio a particolari concezioni di dati ovvero a particolari correnti di pensiero. Ecco che il punto di vista epistemologico che per secoli è stato affermato nella filosofia occidentale, per cui i dati sono inequivocabili e la conoscenza sensibile è immutabile e neutra, non è corretto, i dati non significano nulla se non all'interno di sistemi e i sistemi della conoscenza influiscono sulla percezione sensibile perché essa è collegata con la percezione mentale.

La Luna che guardiamo è sempre la stessa ma il nostro modo di osservarla cambia di persona in persona e di epoca in epoca, la Luna non più come pianeta ma come satellite è qualcosa che influisce sulla nostra percezione sensibile dei suoi riguardi e dei nostri. La percezione sensibile e quella mentale si avvicendano già nello sviluppo della scienza ancor prima che nel risultato, ovvero se oggi consideriamo la Luna come un satellite è merito sia della Luna che della nostra analisi.

Una nuova teoria o dei nuovi risultati non sono mai semplicemente dei dati aggiuntivi ma in ogni caso, in modo minore o maggiore, influiscono anche sulle altre parti della conoscenza facendola tendere in alcune direzioni che accrescono e diversificano le ricerche. Quando avviene che uno o più risultati richiedono di rivoluzionare completamente o quasi l'insieme, perché la loro qualità relazionale è tale da innescare un cambiamento a catena che va appunto a rimodellare l'intero sistema, di solito, a primo acchito vengono respinti dalla comunità scientifica. Se però a quei dati se ne vanno aggiungendo altri che hanno la stessa valenza o che pur non essendo direttamente rivoluzionari spingono il sistema ad accettare quegli altri risultati, in un processo che fa parte di una tendenza epistemologica che è a sua volta parte di una tendenza generale della società di un periodo storico, allora l'insieme delle conoscenze è portato necessariamente a rivoluzionare uno o più sistemi conoscitivi facendoli mutare oppure allargandoli in nuove discipline. Un fenomeno che mentre

avviene porta con sé sovrapposti i risultati della conoscenza e le concezioni della conoscenza. Una volta stabilito, questo nuovo approccio diviene *scienza normale* e rimane tale fino alla successiva rivoluzione dei suoi basilari paradigmi, paradigmi che sono l'unità di misura fondamentale dello studioso dello sviluppo scientifico. Una caratteristica che ben nota Kuhn riguarda la differenza tra il modo di procedere di una ricerca all'interno di un sistema di conoscenze consolidato che la guida, e quello di una ricerca che non ha ancora un sistema epistemologico e scientifico entro il quale poter significare in modo evidente ed essere tesa in alcune direzioni, risultando così molto più casuale della precedente questa ricerca senza fondamento è mossa da motivi metafisici più soggettivi che collettivi.

Un paradigma è tanto più forte e una scienza è tanto più "normale" quanto più la condivisione di quell'approccio è diffusa. A tal proposito Kuhn nota che, ad eccezione di qualche disciplina come la matematica e l'astronomia fino al XVII secolo, non vi era accordo tra le comunità scientifiche sui paradigmi da applicare ai vari fenomeni della natura. Uno dei primi ad esporre un sistema conoscitivo della natura, in particolare della luce, che venisse accettato dalla maggior parte delle comunità scientifiche, fu Isaac Newton, la cui condivisione trovò il carattere collettivo della scienza nella sua moderna definizione. Tale costituzione collettiva è ciò che alimenta il sostegno e lo sviluppo dei paradigmi facendo tendere la ricerca verso particolari fatti da rilevare, confrontando poi i fatti con la teoria si articola il paradigma. Per questi motivi più una scienza è ristretta in un paradigma minori saranno le possibilità di produrre novità fondamentali, ma maggiori saranno le possibilità di aumentare la portata e la precisione di quell'impostazione paradigmatica. Ad ogni modo la condivisione del paradigma non equivale all'equivalenza delle ricerche condotte attraverso di esso dalle molteplici comunità scientifiche, ognuna di queste, in maggiore o minore determinazione, attua regole di applicazione più o meno differenti da quelle delle altre, questo può portare a lungo andare ad una diversificata ramificazione del paradigma o addirittura alla generazione di nuovi. Questo garantisce, insieme al casuale, quasi casuale o necessario ritrovamento di fatti rivoluzionari, che nonostante lo sviluppo del paradigma restringa la conoscenza nella sua struttura le ramificazioni possano crescere lontano dal tronco e persino produrre i semi di nuovi paradigmi. Ciò avviene con maggiore frequenza quando il paradigma suscita in alcuni studiosi delle perplessità tali che vengono concepite regole di applicazione del paradigma che tendono a discostarsi da esso, proprio come avvenne con le perplessità di Antoine-

Laurent de Lavoisier a proposito della teoria del flogisto e che lo portarono al ritrovamento dell'ossigeno, ovvero di un fatto in grado di rivoluzionare l'intero sistema della chimica. Lo stesso avvenne a Charles R. Darwin, con la trasmutazione delle specie e l'inserimento, o meglio il reinserimento, dell'essere umano nel sistema naturale, cosa che era già nell'aria dal secolo precedente ma dalla quale Darwin si distinse perché non accettava il paradigma evoluzionista che sosteneva uno scopo dell'evoluzione: per Darwin la vita e l'evoluzione non si muovevano verso alcuna meta. Anche laddove le regole di applicazione del paradigma non mirano a rivoluzionarlo, col tempo le incongruenze si accumulano portando a una rivoluzione indotta dal paradigma stesso, il fatto che molti laboratori spesso producano contemporaneamente le stesse novità scientifiche ne è la dimostrazione. L'accumulazione delle incongruenze non sta però a significare che il passaggio da un paradigma all'altro avvenga per cumulazione, la scienza non è secondo Kuhn né un processo lineare né un processo cumulativo, mostra invece che l'accrescimento delle incongruenze porta a ricercare fatti nuovi che appunto innovano il paradigma, ed è notevole, come ben dice Kuhn, che tutto ciò sia normale anche in una scienza normale.<sup>6</sup>

### 0.3 Modernità?

Tra le opere di Bruno Latour, prima di *Non siamo mai stati moderni*<sup>7</sup> (1991) e dopo alcuni lavori come *Laboratory Life* (1979), troviamo *La scienza in azione*<sup>8</sup> (1987), qui Latour, nel campo dei primi sviluppi degli STS, inizia da una semplice distinzione tra regole di metodo e principi di metodo, le prime sono basate sull'approccio stabile della prospettiva di partenza: i continui ricambi tra conoscenza e contesto della conoscenza. I secondi si basano invece sulla flessibilità delle sintesi a posteriori. La validità delle regole di metodo è giudicata in base alle quantità e alle qualità delle connessioni che fanno emergere: questa è la metaregola di Latour. Riprendendo l'antica figura di Giano, l'autore distingue tra scienza dei manuali, la scienza morta che dice ad esempio "se le cose sono vere restano valide"<sup>9</sup>, e la scienza in costruzione, la scienza in azione

---

<sup>6</sup> Thomas S. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, cit.

<sup>7</sup> Bruno Latour, *Non siamo mai stati moderni* (1991), trad. it. di Guido Lagomarsino, trad. it. postfaz. di Carlo Milani, pref. di Giulio Giorello, Milano: Elèuthera, 1995.

<sup>8</sup> Bruno Latour, *La scienza in azione*, cit.

<sup>9</sup> *Ivi*, p. 15.

che dice “se le cose restano valide cominciano a diventare vere”<sup>10</sup>, in un divario tra le verità stabilite e le verità non ancora fondate.

Noi possiamo dire che le verità sono nel mezzo tra queste due, ma cosa significa? Significa che secondo Latour le verità non esistono di per sé come nel realismo e non sono solo costruzioni sociali come nell’idealismo: le verità sono prodotti collettivi, una verità è ritenuta tale quando è condivisa. Per esempio, una verità matematica è ritenuta tale quando è condivisa dagli esperti matematici. Ma nella scienza in azione spesso vi è più di una valutazione così ci sono più verità sugli stessi elementi ovvero diverse regolazioni ed applicazioni degli stessi paradigmi. Una verità è stabilita quando più esperti si accordano sulla stessa valutazione, ma l’entrata in gioco di nuovi elementi può destabilizzare la validità delle verità e appunto rimetterle in gioco, cosa che può accadere anche quando gli stessi elementi vengono ricombinati in modi diversi. In ogni caso per giudicare la validità di un’affermazione o di un gruppo di affermazioni bisogna guardare alle fasi in cui è collocata la tesi, alle variazioni che subisce a seconda degli enunciatori e alla qualità degli enunciatori.

Realtà, verità, natura, cultura, sono definite fin quando resistono al test di forza, fino a prova contraria direbbe Karl R. Popper, ed esistono per via di collettivi che condividono e diffondono fatti-valori. Dunque, non possiamo utilizzare realtà, verità, natura, cultura, per spiegare la diffusione di fatti-valori perché questi sono tanto effetti quanto cause del risultato delle dispute. Latour spiega che la totale riduzione della scienza ai fenomeni sociali, un errore talvolta presente negli studi sociali delle scienze, sia un errore pari al credere che la scienza sia indipendente e disgiunta dalla società. Gli studi sociali delle scienze non dovrebbero porre la società prima della scienza né viceversa. L’insieme in cui sono inclusi tutti i rami della vita umana è estremamente complicato e le combinazioni tra gli elementi sono potenzialmente infinite ed imprevedibili a lungo termine.<sup>11</sup>

Ad esempio, ciò che congiunge la costruzione del primo telegrafo transatlantico nel 1858 (che dagli anni ’60 del XX secolo è composto da fibre ottiche provenienti dalla ricerca medica), la pila di Alessandro Volta nel 1800, il primo umano sulla Luna e la prima connessione internet nel 1969, o ancora lo Human Genome Project nel passaggio dal secondo al terzo millennio, è qualcosa di estremamente complicato.

---

<sup>10</sup> *Ibidem.*

<sup>11</sup> Bruno Latour, *La scienza in azione*, cit.

Anche se ognuno di questi eventi è preparato da altri eventi precedenti, nell'insieme la storia passata e la storia futura non sono chiaramente prevedibili.

Nel libro sulla modernità o sull'illusione della modernità,<sup>12</sup> Latour spiega come la scienza faccia parte e sia dipendente dal network della civiltà. Quando avviene che una parte del network assume maggiore importanza la sua area diventa più complicata e si moltiplicano i suoi elementi ridimensionando anche il resto delle connessioni che a loro volta sono stimolate dalla variazione e stimolano la variazione. Ciò ha dei costi in termini di persone, strumenti, ricerche, e questi costi richiedono che gli investimenti nelle innovazioni producano denaro (consumatori) per finanziare il progetto di una scienza in azione. Questo costo dell'innovazione fa sì che l'avanzamento della scienza richieda l'avanzamento della società (economia) e l'avanzamento della cultura (consumatori). Ecco perché la storia della scienza ha riportato il lavoro di personaggi come Galileo, Newton, Pasteur, Einstein al contesto in cui operarono, come anche nel caso della pompa ad aria di Boyle. Su questo Latour osserva che il vuoto non è il vuoto stesso ma la storia del vuoto che appunto lo definisce nel rapporto che esso ha con innumerevoli altri elementi. Un altro aspetto che distingue la complessificazione del network è l'incremento della divisione del lavoro richiesta dall'incremento della precisione. Con l'incremento del lavoro e della precisione anche gli oggetti della ricerca si moltiplicano in un avanzamento della scienza interconnesso con l'avanzamento di tutta la civiltà.

Nei network troviamo insiemi di oggetti, società, elementi discorsivi, elementi che come dice Latour sono reali come la natura, parlati come il discorso, collettivi come la società, pur non essendo oggettivi, discorsivi o sociali perché sono invece l'insieme di queste cose. Questa realtà d'insieme non significa che non possiamo parlare di soggetti e oggetti, consumatori e produttori, fatti e valori, scienze e società, queste distinzioni sono utili al discorso, ma dovremmo sempre tener conto anche delle interconnessioni tra queste dimensioni se vogliamo muoverci nella realtà. Sulla gerarchia tra queste dimensioni differenti possiamo prendere una posizione "relazionista"; mentre nel relativismo non ci sono gerarchie, nel "relazionismo" le gerarchie ci sono ma non sono prodotte dall'idealismo né corrispondono a una realtà

---

<sup>12</sup> Bruno Latour, *Non siamo mai stati moderni*, cit.

esterna distinta come nel realismo: sono invece contingenti, effetti di intercambi contingenti tra gli elementi e le aree del network.

Risulta necessaria una regolazione tra gli elementi del network come tra scienza e politica, senza la quale entrambe possono manifestare combinazioni scorrette, come successe a Latour nella sua esperienza a Abidjan<sup>13</sup> dove notò che la difficoltà di assumere impiegati manager neri, difficoltà che veniva attribuita a minori capacità mentali, era in realtà l'effetto della stessa organizzazione francese sugli studi delle persone nere che venivano istruite solo in teoria e non in pratica. È scienza questa? Oppure politica? Scienza politica o politica della scienza? Qualsiasi cosa sia essa si trova in combinazioni scorrette che potrebbero essere prevenute se la regolamentazione non avesse un unico centro ma molti centri diversi che possano garantirsi e correggersi reciprocamente da simili mistificazioni. Nel complesso network il sistema d'interscambio non è uno, ci sono innumerevoli sistemi d'interscambio e infinite possibili gerarchie, con il relazionismo noi possiamo assumere molte prospettive e queste continuano a ridimensionare noi, i nostri network e le prospettive stesse, in un approccio in cui è il diplomatico ad essere più acuto e abile del saggio. Il problema non è la modernità, peraltro secondo alcuni come Latour noi non siamo mai stati moderni perché non abbiamo mai cambiato radicalmente le nostre modalità di associazione e gestione degli elementi del network, e se c'è qualcosa che è in grado di far ciò, cioè di agire in modi mai visti prima nella politica, nella cultura e nelle comunicazioni, questa è la scienza.<sup>14</sup>

Oggi, tenuto conto di queste riflessioni di Latour, dovremmo pensare ai nuovi umani come prodotti e produttori del terzo millennio, il millennio della globalizzazione, delle nuove scienze come le biotecnologie. Fu necessario cambiare la società per far posto al cittadino del XVIII e XIX secolo; ora è necessario cambiare di nuovo la società per far posto al cittadino del XXI secolo. Se distanziamo la forma umana dagli elementi che essa collega perdiamo l'umanità, ci troviamo persi nella metafisica antropologica, perdiamo l'abilità di agire sul network e con ciò di essere responsabili del nostro

---

<sup>13</sup> Ava Kofman, *Bruno Latour, the Post-Truth Philosopher, Mounts a Defense of Science. He spent decades deconstructing the ways that scientists claim their authority. Can his ideas help them regain that authority today?*, «The New York Times Magazine», (October 25, 2018).

<sup>14</sup> Bruno Latour, *Non siamo mai stati moderni*, cit.

operato. L'umanesimo moderno ha fatto dell'umano un prodotto del network dimenticando che l'umano è anche il produttore.<sup>15</sup>

#### 0.4 Nuove evoluzioni

Gli STS ci offrono una fondamentale dimostrazione di un fenomeno non-moderno: ci pongono di fronte a nuovi fatti che sono anche nuovi valori, ci danno nuove conoscenze che sono anche nuovi esseri.<sup>16</sup> Il sociale non è solo soggettivo così come la natura non è solo oggettiva.<sup>17</sup> Se distanziamo troppo il soggetto dall'oggetto non possiamo comprendere l'umano. Quando la scienza trova qualcosa come il bioma noi troviamo che abbiamo un organo vitale che non è prodotto dal nostro organismo ma che è fornito abbondantemente dall'ambiente e che varia in accordo con l'ambiente (aria, alimentazione, luogo ...), ciò cambia la nostra concezione dell'essere umano. In altre parole, con questa nuova conoscenza noi diventiamo nuovi umani. Certo, avevamo il bioma anche prima del suo ritrovamento, ma non lo conoscevamo, così come le leggi dei gas erano tali anche prima della pompa ad aria di Boyle, ma dopo il loro studio noi possiamo agire sui gas in modi prima impensabili così come possiamo agire sul nostro organismo (medicina, alimentazione ...) in modi precedentemente impensabili. Questi ritrovamenti ci offrono nuove idee sulla natura, idee che si riversano nella cultura, idee che cambiano le nostre idee sui gas e sugli organismi umani andando a modificare conoscenze che, accettate ed incluse, cambiano il nostro pensiero e con esso i collegamenti con i quali leggiamo il network e che sono alla base della proiezione della realtà che percepiamo.

Con la conoscenza delle tecniche contraccettive possiamo decidere quando generare bambini, questi dunque sarebbero bambini innaturali? Con le biotecnologie possiamo generare organismi che non sono presenti in natura, sono innaturali questi organismi? Con le biotecnologie potremo forse decidere il colore dei capelli, degli occhi, le propensioni, insomma le caratteristiche dei bambini, saranno questi bambini determinati? Se rispondiamo di sì diamo luogo a una visione deterministica dell'essere mentre se rispondiamo di no ammettiamo che il genoma, l'organismo, il corpo, non sono gli unici costituenti dell'essere ma che l'essere è anche mente, pensiero, e il

---

<sup>15</sup> *Ibidem.*

<sup>16</sup> Bruno Latour, *Disinventare la modernità. Conversazioni con François Ewald* (2005), trad. it. di Milani C., Milano: Elèuthera, 2008.

<sup>17</sup> Bruno Latour, *Politiche della natura. Per una democrazia delle scienze* (1999), trad. it. di Maria Gregorio, Milano: Raffaello Cortina, 2000.



pensiero ha un livello di libertà che non permette, perlomeno non in partenza, un rigido determinismo come nel caso delle caratteristiche stabili del fisico (che pure variano a seconda dell'ambiente). Ma la libertà ha bisogno di nutrienti, e dunque di cosa si nutre la libertà? Libri e conoscenze non la garantiscono, la libertà della mente ha bisogno dell'abilità mentale di esplorare le differenti connessioni e possibilità degli elementi del network, allora cosa promuove questa abilità? Certamente un network flessibile, una società aperta, degli stili di vita vari, in una parola: diversità.

La diversità promuove gli interscambi del network e con essi la libertà, mentre l'omogeneità produce chiusura e intolleranza, ciò vale a qualsiasi livello come in quello linguistico. Le parole sono importanti, non sono solo parole quando sono anche concetti e se sono anche concetti, come nel caso di *uomo*, sono anche trasmettitori del network, sono anche, consapevolmente o inconsapevolmente, pensieri, sentimenti e azioni. In alcune nazioni come l'Italia persino nelle materie umanistiche si parla ancora di "uomo", ma se si vuol cambiare qualcosa, se lo si vuole migliorare e si vuol fare in modo di imparare dagli errori del passato spesso è necessario cambiare il termine che indica quel qualcosa o, come in questo caso, quel qualcuno, la cui parola per ridefinirlo è già pronta ed è splendida, è *umano*.

La miscela tra umani e non-umani, fatti e valori, soggetti e oggetti (umani e computer, umani a cavallo ...), sono definiti da Latour *ibridi*, ed in qualche modo siamo tutti ibridi riguardo qualcosa. Per studiare piante e animali gli scienziati utilizzano strumenti tecnologici come rilevatori di calore e radiosonde poste vicino o a ridosso di questi esseri, ed anche questi sono ibridi. Da qualche tempo gli scienziati offrono la possibilità di camminare a persone senza gambe, progettano oggetti robotici che possono essere innestati negli organismi biologici. Questi organismi bionici sono tali per necessità ma un giorno simili interventi saranno richiesti anche da persone che non diverranno bioniche per necessità ma per volontà, per esempio per volontà di avere braccia più forti, occhi più capaci. Allora queste persone saranno malgiudicate? Perché?

Quest'anno negli USA è stato generato un embrione pecora-umano con 1 cellula umana ogni 10000 cellule di pecora, quando il rapporto sarà di 1:100 gli organi di questi ibridi potranno essere trapiantati nell'organismo umano.<sup>18</sup> Già oggi questo xenotrapianto, ovvero il trapianto di parti organiche da un organismo ad un altro di

---

<sup>18</sup> Redazione ANSA, *Creato in Usa embrione ibrido pecora-uomo per trapianto d'organi. È' secondo dopo maiale-uomo, passo verso organi umani in animali*, «ANSA», (19 febbraio 2018).

diversa specie, è stato utilizzato sugli organismi umani a riguardo di valvole cardiache di maiali e bovini. Nel 2013 si contavano 700000 interventi di questo tipo.<sup>19</sup>

Un giorno saremo in grado di incrociare genomi di diverse specie in modi mai visti prima, qualcuno potrebbe voler sottoporsi a simili innesti e i caratteri di questi interventi genomici potrebbero essere ereditari, ciò sarebbe un problema? Perché? Perché dovrebbe essere un problema quando simili interventi non minaccino in alcun modo il rispetto dell'altro? Se avvenisse una nuova speciazione della specie umana sarebbe un problema? Le risposte a queste domande rivelano molto e molto in profondità. Siamo già differenti tra noi, tra noi non siamo identici pur appartenendo alla stessa specie, ma cos'è una specie? L'umanità è una specie? O l'umanità è qualcosa di più di una specie? Alcune patologie genetiche come la sindrome di Down sono causate da genomi differenti da quelli normali della specie, ma queste persone sono certamente parte dell'umanità nonostante il loro genoma sia discosto dal genoma umano giudicato "normale", perché? Perché l'umanità è più di un genoma, di un corpo, persino di una mente, allora cos'è l'umanità? L'umanità è qualunque cosa noi vogliamo che sia. Come dice Latour, noi possiamo cambiare la nostra modalità di cambiare, non c'è nessun dittatore che ci impone il significato dell'umanità, noi siamo umani quindi noi dovremmo poter decidere in libertà cos'è l'umanità. L'umanità non può fondarsi sulla distinzione tra umano e non-umano perché siamo già tutti differenti gli uni con gli altri e se discriminassimo contro la diversità discrimineremmo in qualche modo contro noi stessi, contro quella nostra diversità che ci rende unici. Noi siamo animali come gli altri e gli altri animali sono parte dell'umanità e sono parte dell'umanità in più di un senso. Ciò che noi facciamo di loro, ciò che pensiamo di loro, si riflette nell'umanità, si riflette su di noi.

La teoria di Gaia, sviluppata da James Ephraim Lovelock, è una teoria che considera la Terra come un superorganismo vivente che risponde agli stimoli con suoi tempi e suoi modi, Gaia è in particolare la parte superficiale della Terra e comprende i primi strati dell'atmosfera e della crosta.

Il sistema produttivo, il vecchio sistema, era basato sulla divisione tra attori, umani in particolare, e spettatori come le risorse materiali e le specie animali e vegetali, mentre il nuovo sistema, il sistema generativo, mette insieme attori non solo umani e oggetti non del tutto oggettivi in un nuovo insieme. In questo sistema è dichiarata

---

<sup>19</sup> Michela Leggio, *Donatori diversi da noi. Lo xenotrapianto*, «Il Bo Live», (13 gennaio 2013).

l'interdipendenza reciproca tra le specie, interdipendenza che non è solo fisico-biologica ma anche mentale, e che si riversa sulle nostre responsabilità. Questo sistema non separa le specie ma richiede loro di essere interconnesse le une alle altre e richiede all'umanità di pensare a questo, di riflettere su ciò e di dimostrarlo. L'interdipendenza ecologica richiede di riconsiderare la nostra relazione col mondo, con i minerali, con le altre specie, con i batteri e coi virus, con le piante, con gli alberi, questo è il nuovo mondo terrestre che richiede a gran voce di aggiornare e riportare il discorso sull'evoluzione alla cittadinanza.

Nell'evoluzione, alla luce degli sviluppi della scienza e delle responsabilità ecologiche, apparirà più chiaramente come i collettivi producano l'umanità e allo stesso tempo siano prodotti dall'umanità, gli umani definiscono i collettivi del network e allo stesso tempo sono definiti da questi,<sup>20</sup> ciò che noi affermiamo dell'evoluzione riguarda sempre anche la nostra evoluzione, ecco perché sostenere che una delle caratteristiche di essa sia la "lotta per la sopravvivenza" è dannoso, e non è che la natura sta di fronte a noi e quindi dannoso o no dobbiamo ammetterne la verità, perché noi stessi siamo la verità, noi siamo la natura, noi decidiamo allora cosa significa *naturale*.

Gaia è una nuova combinazione del network in cui natura, società, scienza, filosofia, cultura, civiltà, producono umanità e allo stesso tempo sono prodotti dall'umanità, ecco Giano Gaia. Questa nuova combinazione del network non dibatte sulla centralità dell'umanità anzi mette in luce l'importanza dell'umanità e della sua composizione in relazione al resto degli esseri viventi. L'umanità è al centro del sistema, ma nulla è al di fuori di quel centro, tutto è centrale.

## 0.5 Alcuni problemi delle scienze ecologiche

Nella prima metà del XX secolo Trofim D. Lysenko portava avanti una teoria e degli esperimenti che si svolgevano in campo agricolo ed erano attuabili da qualunque contadino, che miravano a dimostrare come i cambiamenti evolutivi da una generazione all'altra non erano casuali ma orientati da precise relazioni con l'ambiente. Lysenko incontrò una contrapposizione che non riguardava solo le sue teorie scientifiche ma anche ciò che era al fianco di quelle teorie, ovvero gli approcci politici e le ideologie sociali: la scienza della genetica era presentata da Lysenko come una

---

<sup>20</sup> Bruno Latour, *Tracciare la rotta. Come orientarsi in politica* (2017), trad. it. di Rossella Prezzo, Milano: Raffaello Cortina, 2018.

scienza occidentale e borghese mentre quella lysenkiana era una scienza proletaria appositamente realizzata per contrastare l'ortodossia genetica. Modificando ad esempio le ore di luce, i nutrienti del terreno ed altri fattori ambientali, secondo Lysenko si potevano indurre cambiamenti evolutivi nelle piante e questi erano manifestazione di cambiamenti fisiologici più che genetici.<sup>21</sup> Le proprietà di un organismo sono comprese all'interno di diverse fasi di sviluppo, così agendo su una o su più di una di quelle fasi, si potevano indurre cambiamenti nello sviluppo complessivo della pianta.<sup>22</sup> Dopo Lysenko gli studi sull'influsso della fisiologia sulla genomica furono trascurati e ridotti drasticamente nei primi decenni della seconda metà del XX secolo. Tuttavia, negli ultimi anni gli studi epigenetici, ovvero gli studi di quella scienza che si interessa di cambiamenti fenotipici non associati a cambiamenti genotipici, hanno mostrato caratteristiche paragonabili a quelle ipotizzate da Lysenko, richiamando notevole interesse. Per alcuni casi è stato dimostrato che perfino le trasmutazioni correlate ai cambiamenti genetici possono essere non-casuali ed assumere direzioni evolutive orientate da specifici fattori come quelli ambientali. Ciò ha contribuito a ridare valore agli studi sulla Inheritance of Acquired Characteristics (IAC), nell'ambito della *Adaptive theory*.<sup>23</sup>

Ad esempio, a proposito della morfologia pelvica dei topi è stato dimostrato che lo sviluppo di questa parte dell'apparato scheletrico dipende da molti loci genici, alcuni dei quali hanno ruoli più rilevanti. Ciò implica che da un lato pochi geni possono contribuire a grandi cambiamenti, dall'altro, che l'insieme dei numerosi loci genici coinvolti nello sviluppo di questo apparato siano molto vulnerabili a ciò che accade a livello macroscopico. La particolare formazione pelvica è infatti orientata a svilupparsi all'interno di canalizzazioni evolutive che dall'organismo macroscopico sono in grado di agire sull'assetto genico. Le sostanze alimentari che l'organismo trova disponibili, e i comportamenti con i quali stimola particolari deformazioni organiche, sono per esempio fattori organici in grado di agire sulla morfologia delle ossa pelviche e arrivare perfino a riassetto i geni coinvolti, trasmettendo di generazioni in generazione la

---

<sup>21</sup> Encyclopaedia Britannica, *Trofim Lysenko*, <https://www.britannica.com/biography/Trofim-Lysenko> (consultato il 29 maggio 2020).

<sup>22</sup> Mark B. Adams, *Lysenko, Trofim Denisovich*, «Complete Dictionary of Scientific Biography», edit by Charles Scribner's Sons, vol. 18 (2008), p. 575.

<sup>23</sup> Eugene V. Koonin, Yuri I. Wolf, *Just how Lamarckian has CRISPR-Cas immunity: the continuum of evolvability mechanisms*, «Biology Direct», vol. 11 (February 24, 2016) no. 9.

modificazione evolutiva indotta.<sup>24</sup> Inoltre, ultimamente è stato dimostrato, a proposito delle proteine antigelo dei pesci polari, che la capacità genica della produzione di queste proteine non è risultata né da una selezione di tipo darwiniano né da una riprogrammazione dei geni attivi, ma è stata indotta presumibilmente dalla relazione tra l'organismo e l'ambiente, e dall'organismo stesso attraverso il DNA non-codificante.<sup>25</sup>

Grazie anche all'avanzamento delle analisi del genoma si è constatato che i geni, e le associazioni di geni, non influiscono sulla formazione delle proteine e sulla costruzione dell'organismo come istruzioni fisse, ma rappresentano invece, in modo molto più rilevante, informazioni dinamiche. I geni possono collegarsi tra loro in modi molteplici e dare luogo, quindi, a varie espressioni geniche cui corrispondono effetti diversi. Il fatto rilevante è che queste espressioni dinamiche dei geni possono essere causate dalle relazioni ambientali e possono essere ereditate per alcune generazioni anche senza alcun cambiamento strutturale del genoma. Ciò ha una notevole importanza perché dimostra chiaramente che l'eredità di un organismo non consiste esclusivamente di geni.

Ad una modifica strutturale del codice genetico segue spesso uno specifico effetto sull'organismo, un effetto che è tale per ogni individuo di quella specie e, nel caso di sequenze geniche condivise da più specie, perfino per individui di specie diverse. La modifica ambientale di Lysenko, invece, e in parte anche la modifica dell'espressione genica dovuta a fattori ambientali, non risponde attualmente a stretti criteri scientifici perché non ha gli stessi effetti su tutti gli individui, ed è inoltre difficile ricostruire il percorso seguito dalla modificazione. Ciò non vuol dire, naturalmente, che gli oggetti di questi studi siano poco scientifici. Queste associazioni, in ogni caso, raggruppano particolari oggetti e sono valutate secondo una certa scientificità a seconda dell'epoca e della corrente di pensiero.

Le interazioni ecologiche possono procedere secondo delle evolvibilità costitutive dell'organismo; evolvibilità che cioè rispondono a reazioni organiche innescate da

---

<sup>24</sup> Charles C. Roseman, Terence D. Capellini, Evelyn Jagoda, Scott A. Williams, Mark Grabowski, Christine O'Connor, John D. Polk, James M. Cheverud, *Variation in Mouse pelvic morphology maps to locations enriched in Sox9 Class II and Pitx1 regulatory features* (Molecular and Developmental Evolution), «Journal of Experimental Zoology», vol. 334 (February 3, 2020), no. 2.

<sup>25</sup> Xuan Zhuang, Chun Yang, Katherine R. Murphye, C. H. Christina Cheng, *Molecular mechanism and history of non-sense to sense evolution of antifreeze glycoprotein gene in northern gadids*, «PNAS», vol. 116 (March 5, 2019) no 10.

particolari interazioni dell'organismo con l'ambiente, interazioni che trovano la loro strada nel percorso stesso che viene seguito, e non attraverso una selezione per così dire esterna. Come un artista, direbbe John Dewey, che realizzando un'opera d'arte non sa cosa sta andando a produrre, ma lo sa e lo può sapere soltanto man mano che la realizzazione si verifica. Per studiare scientificamente un simile processo artistico, o un tale percorso evolutivo, la ricerca dovrebbe osservare ciò che avviene senza prevedere e teorizzare mentre osserva.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> John Dewey, *L'arte come esperienza* (1934), pres. e trad. it. di Maltese C., Firenze: La Nuova Italia Editrice, 1966, p. 199.

## Capitolo I

# Geni e comportamenti, la sociobiologia tra scienza e politica

### 1.1 Wilson: la prima passione per la natura e lo sviluppo intellettuale

Edward Osborne Wilson nasce in Alabama nel 1929 ed inizia presto a nutrire una passione per il mondo naturale, fin dalle sue prime gite a Paradise Beach, sulle coste della Florida. Dapprima come osservatore, e poi anche come raccoglitore, non considerò mai di abbandonare la via della natura nonostante da bambino sia rimasto cieco da un occhio per la spina di un pesce che provò a maneggiare. La natura divenne per Wilson una dimensione in grado di rasserenare la sua mente dai continui cambi di residenza che lo portavano da una città all'altra sin dai primi anni.

Nel 1937 mentre i suoi cercavano di riorganizzarsi dopo il divorzio, evento non usuale e non ben accetto in quell'epoca ed in quei luoghi, Wilson viene mandato alla Gulf Coast Military Academy, Mississippi, che avrebbe dovuto garantirgli una solida e tradizionale educazione. Quell'esperienza militare risultò utile ad ordinargli la mente. In seguito, fu la figura del pastore Dr. Wallace R. Rogers, progressista in una città razzista e in un tempo razzista, a mostrargli l'esempio di come una persona possa distinguersi dall'ambiente. Quando non era nell'accademia militare Wilson andava a stare in Pensacola, in Florida, in una villa di amici di famiglia, la signora Belle Raub, che chiamava Mather Raub e che vedeva come una nonna, e suo marito E. J., qui compie il suo primo esperimento di giardinaggio, nel retro della villa, e vive una delle sue prime amicizie con un animale d'altra specie, un gatto nero.<sup>1</sup>

La percezione di esperienze diverse portò Wilson a riflettere fin dai primi anni sulla reciproca determinazione tra individuo e ambiente. Diverse città, diverse case, diverse persone, diverse educazioni, religioni e scuole che visitò influirono sulla formazione del suo carattere, e a sua volta il suo carattere reagiva a quegli sviluppi e andava modellandosi in quegli ambienti manifestando comportamenti, pensieri ed attitudini differenti. Notò che un individuo, come un esemplare di una specie, una farfalla ad

---

<sup>1</sup> Edward O. Wilson, *Naturalist*, cit., pp. 13, 17, 24, 34, 39, 52.

esempio, si poteva trovare in alcuni luoghi e non in altri, o se trovato in luoghi diversi mostrava caratteristiche dissimili. In altre parole, notò che le specie si differenziavano negli ambienti, ciò lo portò ad interessarsi a quella relazione soggetto-ambiente che più tardi avrebbe integrato con la teoria darwiniana ma che dapprima ebbe, tra i suoi primissimi studi, quelli di un lamarckiano evoluzionista e agronomo sovietico, una figura molto dibattuta, Lysenko. Su questo autore scrisse un saggio scolastico<sup>2</sup> a proposito del libro *Heredity and Its Variability* (1943). Dopo Lysenko Wilson compì altre letture scolastiche molto importanti per lo sviluppo dei suoi interessi, tra queste *What Is Life?*<sup>3</sup> (1944) di Erwin R. J. A. Schrödinger, che al contrario di Lysenko fondava ogni caratteristica organica sul codice genetico, e *Systematics and the Origin of Species* (1942) di Ernst Mayr, un libro che combinava genetica e selezione darwiniana.

Iniziò ad affinare le sue tecniche per afferrare animali, in particolare le farfalle e sempre più le formiche. Facendosi aiutare da un gruppo di Boy Scouts imparò poi a maneggiare e mettere in catalogo fragili insetti, ma anche animali più grossi e pericolosi come i serpenti, e specie molto differenti da quelle terrestri come le spugne marine. Presto cominciò a vagare, spesso da solo, nelle paludi e nei boschi.<sup>4</sup>

Nel 1946 Wilson si iscrive all'University of Alabama per una formazione da biologo nel campo dell'entomologia. Qui entra in contatto con le teorie genetiche applicate all'evoluzione, ovvero quelle teorie che avevano fondato la *Modern Synthesis* che aveva portato al neodarwinismo, concetto discutibile quanto quello di darwinismo. La sintesi moderna aveva messo insieme selezione naturale ed eredità genetica portando a una riformulazione importante del processo evolutivo: le trasmutazioni non avvenivano per accumulazione delle variazioni, avvenivano invece in modo discontinuo e a velocità dipendenti da un lato dalle modalità di diffusione genetica, dall'altro dalle specifiche circostanze della selezione naturale. Genetisti come Sergei Chetverikov, Sewall Wright, John B. S. Haldane e Ronald A. Fisher avevano inoltre dimostrato che, in alcune congiunture, variazioni genetiche attinenti anche solo all'1-2% della popolazione potevano diffondersi in alcuni gruppi e dare luogo a nuove specie.<sup>5</sup>

---

<sup>2</sup> *Ivi*, p. 44.

<sup>3</sup> Erwin R. J. A. Schrödinger, *What Is Life?* (1944), pref. by Penrose R., Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

<sup>4</sup> Edward O. Wilson, *Naturalist*, cit., pp. 74, 91, 93.

<sup>5</sup> *Ivi*, pp. 101, 111.



Laureatosi nel 1949, nel 1951 Wilson venne presentato da un botanico dell'University of Tennessee, Aaron J. Sharp, e ottenne una borsa di studio all'Harvard University, grazie anche al contributo di William L. Brown del Department of Biology. Lì trova la più grande collezione di formiche al mondo e insieme a Brown ed altri si inoltra in un progetto che mirava a studiare il genere di formiche *Daceton*. Tale progetto matura nel 1959 con la prima pubblicazione di uno studio evoluzionistico di ecologia sociale applicata agli insetti. Lo studio però, nonostante potesse vantare un'accurata precisione e un approccio innovativo, non ottenne una larga diffusione, forse perché gli insetti richiamavano meno interesse di altri animali, come i mammiferi, che venivano confrontati con la specie umana molto più spesso.<sup>6</sup>

Dopo l'ingresso ad Harvard Wilson riuscì ad ottenere ulteriori finanziamenti come Junior Fellow della Harvard University's Society of Fellows, e compì numerosi viaggi in giro per il mondo tra musei, università e ambienti naturali in cui si portava dietro qualche strumento, qualche contenitore, e giusto un sandwich e una bottiglia di vino diluito.<sup>7</sup> Cuba, New Guinea, Florida Keys, sono alcuni dei posti in cui avanzò numerosi studi incentrati sulle formiche nello specifico ma non esclusivi di queste.

Le isole rappresentavano un'ottima fonte di studio per Wilson che andava maturando delle idee sui processi evolutivi, che potremmo definire "tendenze evolutive", attraverso cui gli abitanti di questi luoghi trovavano equilibri ecosistemici. Di interesse rilevante, a tal fine, era lo studio di come le isole andavano ripopolandosi dopo che gran parte degli abitanti venivano periodicamente messi fuori gioco da fattori ambientali come gli uragani. In questo ripopolamento era possibile osservare come le specie emigrate da altre terre, una volta arrivate nelle isole, e una volta quindi disgiuntesi dal resto della popolazione, assumevano caratteristiche peculiari evolvendosi in modo indipendente da quelle che erano rimaste nei luoghi di partenza.

Le ricerche dei fatti notevoli per confermare queste teorie non erano induttive e non dicevano, date le condizioni di partenza, cosa sarebbe accaduto, non adoperavano metodi anticipatori. I metodi per studiare l'ecologia evoluzionistica delle isole erano metodi retroattivi.<sup>8</sup> Non era così solo perché il ripopolamento delle isole non veniva indotto dagli scienziati ma procedeva di propria iniziativa, ma anche perché, seppure

---

<sup>6</sup> *Ivi*, pp. 124, 132, 135.

<sup>7</sup> *Ivi*, pp. 144, 172.

<sup>8</sup> *Ivi*, p. 167.

il ripopolamento fosse state indotto, o quantomeno parzialmente indotto, l'esito non sarebbe stato comunque del tutto prevedibile per via di meccanismi costitutivi ancora non conosciuti e di possibilità evuzionistiche creative. Maggiori sarebbero state le specie introdotte con alta variabilità genetica e maggiore sarebbe stato il numero delle specie messe in gioco sull'isola, maggiori sarebbero state, nella ricerca dell'equilibrio ecologico, le possibilità di osservare risultati inaspettati.

Ciò che cercò di fare Wilson era annoverare quanti più dati nel tentativo di ricercare degli schemi ecologici evuzionistici che potessero tradursi in leggi scientifiche e che evitavano di misurarsi sulle modalità attraverso cui le specie si erano modificate, concentrandosi soltanto su quante e quali specie si erano modificate e/o stabilite. Questi *ecological patterns*, essendo generali, avrebbero potuto ottenere una validazione scientifica. Quali e quante caratteristiche peculiari gli esemplari sarebbero andati manifestando erano aspetti, a detta dello stesso Wilson, difficili e a volte impossibili da catalogare, in quanto seguivano tendenze evolutive discordanti.<sup>9</sup> A riguardo dell'andamento evolutivo ecologico di questi ambienti era però possibile fornire previsioni attendibili sulle proporzioni e sulle velocità entro cui le specie avrebbero raggiunto gli equilibri ecologici, ovvero le condizioni in cui l'*ecological release*, cioè il drastico aumento e la vasta diffusione di una specie in un territorio, è cessato, e la differenza tra il numero di specie in entrata e in uscita da un ambiente è costante.

## 1.2 Il *taxon cycle*

Anni prima Wilson aveva conosciuto, nella Boston Back Bay, una ragazza di nome Renee Kelley, che sposò nel 1955 prima di andare a fondare un programma di entomologia alla Stanford University<sup>10</sup>. Qui dovette confrontarsi con alcuni temi intrecciati alle sue ricerche sulla demografia ecologica evuzionistica. Uno di questi era il tema della "superiorità competitiva" di alcune specie rispetto ad altre. Questa superiorità, a detta di William D. Matthew, un esperto paleontologo dell'University of California, Berkeley, era propria di specie che nel corso delle generazioni avevano incontrato numerosi ostacoli e difficoltà ed erano riuscite a trovare degli adattamenti

---

<sup>9</sup> *Ivi*, p. 207.

<sup>10</sup> *Ivi*, pp. 200-1.

ad ambienti e concorrenti molteplici, divenendo così maggiormente abili nell'affrontare nuove condizioni ecologiche, soprattutto quando dietro a quelle difficoltà vi erano aspre competizioni.<sup>11</sup> Ad una simile conclusione era giunto, decenni prima, già Charles Robert Darwin, che pensava che la biodiversità delle foreste tropicali era dovuta a un numero enorme di nicchie evolutive entro le quali le speciazioni potevano avere luogo. Darwin sosteneva che queste specie, potendosi adattare a numerose nicchie e stabilirsi in quelle che generavano minori difficoltà, non erano state sottoposte ad una pressione selettiva come quelle dei paesi del nord che avevano vissuto ardue competizioni e che sarebbero così in grado di surclassare le specie del sud se i due insiemi fossero posti nello stesso ambiente. Qui Darwin si sbagliava, se la prima premessa era vera, ad essa non seguiva necessariamente, come vedremo, una sconfitta delle specie di quel tipo di ambiente rispetto ad altre più competitive.

Un collega di Wilson, Philip Darlington, ammetteva solo a metà la validità della spiegazione di Matthew, affermando che i migliori adattamenti all'ambiente riguardavano specie che vivevano in quell'ambiente da molto tempo. Ma la questione non era chiara a Wilson, perché alcune specie erano in grado di dominare su altre che vivevano da più tempo in un ambiente alle prime prime sconosciuto. C'erano però delle possibili spiegazioni a un tale fenomeno, spiegazioni che ammettevano la non-linearità dell'argomento. Alcune specie, nonostante vivessero da tempo in un dato ambiente non mostravano adattamenti evolutivi specifici per quell'ambiente, erano riuscite a rimanere lì a lungo tempo per la mancanza di competizione. Al fianco di questa esplicazione se ne affacciava però anche un'altra: alcune specie avevano dei comportamenti caratteristici tali da imporsi su altre ma ciò avveniva al di là di quale delle specie fosse meglio adattata all'ambiente. Questo era quanto andava crescendo nella mente di Wilson. Sorprendentemente da quanto ci si potrebbe aspettare, Wilson comprese astutamente che la dominanza di alcune specie su altre non avveniva tanto sulla base del confronto delle loro caratteristiche, non erano le specie più agguerrite o le più intelligenti a imporsi sulle altre, quali specie sarebbero state ancora sul posto al raggiungimento dell'equilibrio era una questione ecologica. Capacità come quelle di lottare (semmai per la dominanza e non per la sopravvivenza) e di adattarsi sono solo alcuni dei fattori sui quali si giocava la continuazione di certe specie piuttosto che altre.

---

<sup>11</sup> *Ivi*, p. 211.

Darwin pensava, in un certo senso, che nella scala evolutiva le specie più recenti fossero più avanti rispetto a quelle antiche in quanto risultati di ripetuti incontri in cui hanno dominato rispetto alle precedenti.<sup>12</sup> Questa condizione non è invece garantita perché i vantaggi sono relativi agli ecosistemi, non riguardano solo ed esclusivamente le particolari specie in competizione né è detto che le caratteristiche di queste siano prioritarie nella determinazione della tipologia del vantaggio. La competizione tra specie è fondamentalmente influenzata dall'ambiente in cui avviene, e più l'ambiente è variegato minore è la primarietà che le caratteristiche di quelle specie possiedono sull'avvicendamento di esse stesse. Ad ogni modo, Darwin anticipò alcuni dei concetti dell'attuale ecologia, lo fece ad esempio parlando delle interazioni tra specie come di un insieme di cunei tutti congiunti direttamente o indirettamente tra loro. Sospettava inoltre che le specie appartenenti a un dato ambiente spesso assumessero caratteristiche tipiche di quella zona.<sup>13</sup>

L'insieme ecologico, insieme che comprendeva tutte le specie di un dato ambiente, incluse le specie che erano poco o per nulla in contatto con quelle osservate nella disputa, aveva un'influenza fondamentale nel determinare quale sarebbe stato l'equilibrio ecologico e quali specie, in tale equilibrio, avrebbero avuto maggiori possibilità di stabilizzarsi. Il *taxon cycle*, così Wilson nominò questo schema fondato sulla biogeografia, sulla demografia e sull'ecologia evolutiva, descriveva cicli di espansione-contrazione-equilibrio delle specie. Questi cicli, di periodicità variabile, portavano il tema della diversità delle specie e dei bilanci ecologici ad un livello molto più profondo e complicato di prima.<sup>14</sup>

### 1.3 Il paradigma riduzionista

Qualche anno prima della definizione del *taxon cycle*, formulata nel 1957, nel Cavendish Laboratory dell'University of Cambridge era stata rivelata la struttura a doppia elica del DNA dalle ricerche di tre principali personaggi: Rosalind E. Franklin, Francis H. C. Crick e James D. Watson. Quest'ultimo arrivò ad Harvard nel 1956 dove propose una tendenza che stava trovando maturazione in quegli anni, il riduzionismo

---

<sup>12</sup> Charles R. Darwin, *L'origine delle specie*, cit., p. 356.

<sup>13</sup> *Ivi*, pp. 77, 496.

<sup>14</sup> Edward O. Wilson., *Naturalist*, cit., pp. 211-7.

biologico. Questo approccio scientifico riduceva lo studio degli organismi alle componenti molecolari, genetiche in particolare. Watson fu per Wilson una delle persone più spiacevoli che si possano incontrare, ed è stato più volte accusato di razzismo e sessismo, anche recentemente.<sup>15</sup> La pretesa di Watson, e di coloro che sostenevano un riduzionismo forte delle scienze evoluzionistiche, era quella di ridurre lo studio delle specie alla genetica delle specie, e di ridurre le scienze biologiche e chimiche a scienze fisiche. In altre parole, il riduzionismo forte negava qualsiasi valore a tutti gli studi evoluzionistici non basati sui geni e sulla ricerca fisica.

Uno dei sostenitori più accaniti del riduzionismo è stato l'etologo e biologo C. Richard Dawkins. Nel libro *The Selfish Gene* affermava che i geni programmavano alla nascita gli organismi che in seguito si evolvevano per selezione naturale. I geni non muovevano direttamente gli organismi, ma indirettamente, impostandoli con programmazioni che a quei tempi Dawkins e molti altri non consideravano modellabili evolutivamente.<sup>16</sup> Per Dawkins gli organismi erano macchine biologiche costruite dai geni per proteggersi dall'ambiente. I geni non potevano mutare evolutivamente nella vita del singolo (non si conoscevano ancora bene i meccanismi di espressione genica), ma solo nel corso di lunghe generazioni, per effetto esclusivo della selezione naturale. Questo riduzionismo di Dawkins negava così ogni influsso che non si dirigesse dai geni all'organismo, anche se in un libro successivo ammise, quantomeno, che quelle macchine biologiche si comportavano in un certo modo anche per effetto delle relazioni con l'ambiente.<sup>17</sup> Restava, tuttavia, che quei comportamenti erano indirette conseguenze di proprietà geniche e che l'organizzazione sociale si andava evolvendo per mezzo di una selezione naturale forte cui un simile riduzionismo genetico si adattava in modo apparentemente convincente. Emergeva così un meccanicismo evolutivo che nessuno spazio lasciava alla capacità intellettuale e fisiologica degli organismi di agire su di sé, abilità che poteva controbattere la negazione di un'evolubilità "consapevole" dell'organismo, e mettere in crisi così una visione meccanicistica dell'evoluzione.

---

<sup>15</sup> Julia Belluz, *DNA scientist James Watson has a remarkably long history of sexist, racist public comments. "People say it would be terrible if we made all girls pretty," he said in 2003. "I think it would be great", «Vox», (January 15, 2019).*

<sup>16</sup> C. Richard Dawkins, *Il gene egoista*, cit., pp. 57-8.

<sup>17</sup> C. Richard Dawkins, *The extended phenotype. The Long Reach of the Gene* (1982), Oxford: Oxford University Press, 1999, p. 143.

Il paradigma riduzionista era fortemente radicato in alcuni ambienti e riusciva ad ottenere un ampio consenso per via della sua capacità di ottenere risultati che adempivano alle previsioni. Tuttavia, come anche in Dawkins, la negazione della riflessione animale viene meno laddove ammette la comparsa evolutiva, in alcune specie, di un nuovo tipo di replicatore, il *meme*.<sup>18</sup> Dawkins afferma infatti, anche se non esplicitamente, che i memi, ovvero una sorta di commistione di idee ed approcci mentali, si propagano attraverso gli individui che però, in questo ambito, possono e come agire retrospettivamente, ma di questo ce ne occuperemo in seguito.

Il paradigma scientifico che sottostava a questo maldestro tentativo di riduzione era emerso con il ritrovamento della struttura del DNA cui era seguita un'esaltazione che metteva in ombra altri tipi di informazioni, informazioni altrettanto ragguardevoli. Appena dopo la pubblicazione su *Nature* della struttura del DNA nel 1953, il paradigma affermava che il DNA produceva l'RNA e l'RNA produceva le proteine, e in base alle caratteristiche di queste l'organismo manifestava determinate funzioni.

Questo paradigma sembrava aver dato dimostrazione di una visione riduzionistica maturatasi nei decenni precedenti e che aveva, tra le sue più sintetiche ed efficaci descrizioni, quella di Schrödinger del 1944 in cui si affermava che la capacità di conservare la vita e di strutturarla in ogni dettaglio, capacità che distingueva la materia inorganica da quella organica, era opera esclusiva dei cromosomi.<sup>19</sup> Secondo questa sintesi riduttiva il DNA, di cui all'epoca non si conoscevano ancora bene i meccanismi di azione né la struttura, era come un cristallo capace di formare un organismo a partire dalle sue sole proprietà. Uno dei testi chiave della rivoluzione del paradigma riduzionista sarà *The Music of Life* di Denise Noble, nel 2006, in cui si afferma esplicitamente una causazione biologica discendente, ovvero dall'organismo ai geni, al fianco di una discendente, e una causazione biologica orizzontale.<sup>20</sup>

Il metodo riduzionistico ebbe una grande diffusione, sia ad Harvard, dove nel 1968 Watson divenne direttore del Cold Spring Harbor Laboratory in cui fece convergere numerosi ed importanti figure scientifiche, sia in molte altre parti del mondo.<sup>21</sup> La carta che i riduzionisti giocavano per vincere le dispute contro coloro che invece, pur non

---

<sup>18</sup> C. Richard Dawkins, *Il gene egoista*, cit., p. 206.

<sup>19</sup> Erwin R. J. A. Schrödinger, *What Is Life?*, cit., 77.

<sup>20</sup> Denise Noble, *La musica della vita. La biologia oltre la genetica* (2006), trad. it. di Ravaiolo S., Torino: Bollati Boringhieri, 2009, pp. 59-71.

<sup>21</sup> Edward O. Wilson, *Naturalist*, cit., pp. 218-24.

negando l'importanza dei geni, ritenevano a dir poco irragionevole un simile approccio, era quella della dimostrazione scientifica. Il paradigma genetista poteva essere provato e riprovato nei laboratori e i metodi e i risultati degli esperimenti rispondevano ad una adeguatezza scientifica pari a quella, o perlomeno molto vicina a quella, delle scienze fisiche. Le applicazioni, quindi, potevano essere riprodotte su larga scala e ciò contribuiva ancor più alla propagazione di un'informazione favorevole all'approccio riduzionista. Le ricerche genetiche, quindi, con l'appoggio mediatico di una propaganda favorevole ottennero grandi finanziamenti grazie ai quali riuscirono ad avanzare in modo rilevante arrivando, nel 1972, alla tecnica del DNA ricombinante che portò, un decennio dopo, al primo prodotto industriale biotecnologico, l'insulina. Dapprima prelevata perlopiù dai maiali e ora prelevata da batteri geneticamente ingegnerizzati, l'insulina diede il via a un nuovo business, quello delle biotecnologie. Questi risultati concorsero a loro volta ad un ulteriore rafforzamento del metodo riduzionistico.

Prima della diffusione di questo approccio scientifico Wilson pensava già a una sociologia degli insetti, come andava dimostrando con il suo studio sulle formiche *Daceton*, ma in seguito lo studio sociologico degli animali divenne per lui una carta da giocare contro il riduzionismo biologico, fu così che andò procedendo verso ciò che chiamò *sociobiology*.<sup>22</sup> Se fosse stato possibile dimostrare la relazione reciproca tra geni e comportamenti allora sarebbe stato possibile contrastare l'arroganza del riduzionismo biologico e dare nuova voce alle altre scienze. Come vedremo, però, la sociobiologia era un'arma a doppio taglio, e Wilson riuscì a farsi ferire da entrambe le lame.

#### 1.4 Gli sviluppi della sociobiologia

Con l'intenzione di innovare la Modern Synthesis Wilson si rivolse all'ecologo Lawrence B. Slobodkin, che in *Growth and Regulation in Animal Populations* (1961) aveva collegato i cambiamenti evolutivi con la dinamica delle popolazioni, affermando che la diffusione di variazioni geniche in grado di far trasmutare le specie era fondamentalmente collegata alle interazioni con le quali esse si confrontavano nel loro

---

<sup>22</sup> *Ivi*, p. 225.

ambiente. Wilson sapeva che la dinamica di queste interazioni non procedeva esclusivamente come un meccanismo determinato ma che nel suo manifestarsi mostrava un processo variabile in cui molteplici fattori, non solo i geni, influivano sul decorso degli eventi e sulle conseguenti evoluzioni. Con la collaborazione di Slobodkin Wilson imparò a gestire al meglio ogni dato con cui entrava in contatto. Slobodkin aveva per Wilson un approccio alquanto filosofico, capace di mescolare e rimescolare continuamente le carte del gioco. Fu Slobodkin a metterlo in contatto con le teorie di G. Evelyn Hutchinson, un suo maestro, e uno dei fondatori dell'ecologia evoluzionistica. Hutchinson aveva descritto l'andamento evolutivo delle specie sulla base di alcuni principali fattori, tra questi: la temperatura entro cui una specie riesce a vivere; la temperatura entro cui si riproduce; le tipologie di alimentazione di cui si nutre; la stagione e gli orari in cui è più attiva. Aveva fatto della nicchia ecologica più di uno spazio di interazioni: la nicchia era diventata un iperspazio n-dimensionale.<sup>23</sup>

In seguito ad indagini sul campo in Sud America e nelle Florida Keys, Wilson sviluppò dei laboratori in cui vi erano varie specie di formiche sottoposte a numerose sperimentazioni di tipo "sociologico", e chiamò questo insieme di laboratori "Revenge of the ants". Qui analizzò i comportamenti delle formiche e le modalità con le quali interagivano e giunse ad affermare che esse erano poco o per nulla abili nell'udito e nella vista, la loro comunicazione avveniva attraverso interazioni biochimiche. Trovò che queste interazioni consistevano di una gamma di feromoni, tra 10 e 20 a seconda della specie, che si combinavano in proporzioni variabili a seconda del messaggio, risultando funzionali all'organizzazione sociale del formicaio. Ai messaggi dei feromoni, però, le formiche affiancavano percezioni di tipo ereditario. Ad esempio, vedendo che le formiche erano in grado di riconoscere i corpi dei compagni deceduti, comportamento dimostrato dal fatto che portavano i corpi di questi lontano dai luoghi di passaggio, provò a inserire varie tipologie di sostanze in decomposizione per vedere se le formiche si sarebbero comportate nello stesso modo. Non lo fecero, ad eccezione di un acido oleico le sostanze in decomposizione venivano in tutta probabilità captate dalle formiche ma queste non avevano alcuna reazione in proposito. Ciò stava a significare che la semplice percezione della sostanza in decomposizione non innescava in automatico il comportamento di portarla altrove, questo comportamento emergeva invece anche da un apprendimento consolidatosi nelle generazioni e che

---

<sup>23</sup> *Ivi*, pp. 233-6.



richiedeva, per attuarsi, specifiche condizioni ambientali. Quel comportamento era ora presente in dei geni capaci di innescarlo, e di innescarlo solo con la ricezione dell'odore di quella particolare sostanza in decomposizione e non di ogni sostanza in decomposizione, ciò stava a significare che questo comportamento era il risultato di un apprendimento sociobiologico, di un comportamento evoluto per far fronte a una specifica esigenza, e che ora veniva trasmesso biologicamente.

Si concentrò sempre più sullo studio del comportamento sociale delle formiche, analizzato attraverso i feromoni e la biogeografia delle nicchie ecologiche. Ad aiutarlo arrivò un giovane scienziato, Bert Holldöbler, con il quale strinse una forte amicizia, e che arrivò ad ottenere, prima di tornare a Cambridge nel 1972, posizioni di spicco ad Harvard che, nel frattempo, stava investendo nella biologia comportamentale. Fu Holldöbler il primo a osservare che quella sostanza che ricopriva alcuni tunnel dei formicai del genere *Prionopelta* non consisteva di semplici residui dei bozzoli, ma era disposta dalle formiche come “carta da parati” per proteggere quei tunnel dagli sbalzi termici. Questa osservazione, a cui Holldöbler era giunto vedendo che la sostanza non era collocata in modo casuale e appariva tirata volontariamente per essere aderente al percorso, fu la prima osservazione di una tecnica di controllo termico animale nel mondo delle formiche.

Combinando insieme la dinamica delle popolazioni, le teorie dell'evoluzione e l'etologia, la sociobiologia stava prendendo corpo.<sup>24</sup>

La sociobiologia, tuttavia, era ancora più che altro una descrizione del comportamento sociale quando Wilson confrontò i suoi dati, quelli relativi alle formiche, con i dati di Stuart A. Altmann, uno studioso del comportamento dei macachi, ed uno dei primi a osservare sistematicamente i comportamenti di questa specie nei suoi ambienti naturali. Trovarono che formiche e macachi non avevano molto in comune: le prime comunicavano attraverso segnali biochimici, i secondi attraverso gesti e suoni. Le prime avevano una rigida classificazione del lavoro e dei lavoratori, i secondi avevano una gerarchia sociale flessibile e meno predeterminata. Un punto in comune, tuttavia, era che sia l'una che l'altra tipologia di organizzazione sociale si sviluppavano, o si

---

<sup>24</sup> *Ivi*, pp. 282-306.

poteva ipotizzare che si fossero sviluppate, attraverso la transizione di matrici comportamentali ripetute e imitate.<sup>25</sup>

Wilson venne a conoscenza di un'idea, un'idea alquanto stupefacente nella sua potenzialità di coordinare geni, organismo e intelligenza, un'idea a cui era giunto in parte per le sue conclusioni e in parte dalla lettura del *Problems of relative Growth* (1932) di Julian S. Huxley. L'idea era quella di ricondurre, a proposito delle formiche, la differenza tra soldati, operai e regine a un'iniziale differenza allometrica che era diventata, con la rielaborazione intelligente e comportamentale unita alla rilevazione delle funzioni corrisposte, la fonte attraverso cui la gerarchia e il comportamento delle formiche erano andati evolvendosi e stabilizzandosi. Questa evoluzione sociobiologica non era l'effetto di una genetica applicata al formicaio, né di una sociologia applicata alla genetica, era nel mezzo: era a metà strada tra un comportamento predeterminato e un comportamento scelto. Ciò che Wilson aggiunse a questi elementi fu proprio la demografia evolucionista, aggiunse quindi che il collegamento tra l'allometria fisica e l'andamento sociale non era solo alla base della differenziazione fisica e comportamentale degli individui, ma su di essa si fondavano anche le proporzioni demografiche del formicaio. Chiamò questo risultato *adaptive demography*.<sup>26</sup>

La demografia adattiva teneva conto non solo del numero complessivo degli individui a seconda della densità demografica di un formicaio e delle esigenze ambientali, ma regolava anche le proporzioni tra una casta e l'altra a seconda del numero complessivo e del complesso delle esigenze esperite. La diffusione di un set di geni, o di espressioni geniche, era quindi il risultato della selezione naturale? Per gran parte, per Wilson, lo era. Nel corso delle generazioni e delle speciazioni ogni genere di formicaio aveva acquisito caratteristiche particolarmente adatte a quel tipo di organizzazione sociale e di esigenze ambientali per via di selezioni esclusive di tipo darwiniano.<sup>27</sup> Tuttavia, Wilson stava dimostrando che il comportamento e l'organizzazione sociale delle formiche erano fenomeni che potevano modellarsi in tempo reale in seguito non ad una selezione, bensì alla ricezione sociobiologica delle esigenze che inducevano le formiche a produrre certi messaggi e comportamenti che seguivano tendenze evolucionistiche non fondate su una selezione esclusiva ma sull'evolubilità collettiva.

---

<sup>25</sup> *Ivi*, pp. 307-11.

<sup>26</sup> *Ivi*, pp. 312-3.

<sup>27</sup> *Ivi*, pp. 315-6.

## 1.5 L'attacco multiplo alla sociobiologia

Dopo la pubblicazione di *Sociobiology* nel 1975, nel 1977 Wilson e la sociobiologia conquistarono la copertina della rivista *Time*. La nuova disciplina puntava a raggiungere obiettivi ambiziosi, mirava a realizzare *The New Synthesis* e voleva farlo non solo descrivendo quanto si andava osservando, come un'enciclopedia, ma fornendo una nuova rete di rimandi epistemologici che potessero essere utilizzati come un vademecum per più ambiti disciplinari.<sup>28</sup>

La sociobiologia partorita da Wilson iniziò a camminare da sola ed entrò a contatto con svariati ambiti, dalla psichiatria all'estetica fino alla giurisprudenza. Nel 1976 era uscito un libro dal titolo *The Use and Abuse of Biology*, di Marshall D. Sahlins, in cui si dichiarava moralmente necessario districare la specie umana dalle teorizzazioni sociobiologiche. La American Anthropological Association aveva addirittura cercato di far censurare la sociobiologia come argomento immorale.

In *Sociobiology* Wilson aveva scritto 26 capitoli in cui collegava le informazioni sul comportamento sociale con le teorie dell'evoluzione, portando avanti uno studio evolucionistico e sistematico dei comportamenti sociali. Nel capitolo restante aveva però cambiato tono ponendo le scienze sociali, a proposito specifico della specie umana, su fondamenta biologiche. Fu quest'ultimo capitolo ad essere accusato di proporre una scienza ideologica, che riconduceva il comportamento umano non solo alle componenti biologiche, che Wilson teneva effettivamente in gran considerazione, ma anche alle componenti genetiche contro cui lo stesso Wilson si era battuto nella disputa contro il riduzionismo.

Ciò che Wilson si proponeva nell'ultimo capitolo di *Sociobiology* non consisteva di un approccio riduzionista applicato al comportamento umano, non era un riduzionismo forte, anzi, non era proprio un riduzionismo. Wilson voleva mettere in luce come il cervello e il corpo umano in generale erano collegati all'acquisizione di particolari comportamenti sociali, collegando l'informazione sociale e le proprietà biologiche, inclusi i geni ma non solo i geni, in una teoria che nulla aveva a che vedere con il riduzionismo allora prevalente nella biologia.

---

<sup>28</sup> *Ivi*, pp. 307-29.

Fu accusato così di razzismo in un'errata interpretazione di un'interpretazione già errata della sua sociologia, ovvero di quell'interpretazione che associava la sociobiologia con il riduzionismo. Alcuni avevano ipotizzato che, se il comportamento umano era biologicamente determinato, ci sarebbe stata in quel modo una componente biologica differenziante tra le differenti culture, in conseguenza dei loro differenti comportamenti. Oltre al fatto che l'ammissione di differenze biologiche tra i gruppi umani non può essere considerata razzismo quando tende ad esaltare le diversità umane nella loro bellissima varietà e non a discriminarle e umiliarle, Wilson aveva teorizzato una sociobiologia della natura umana più che della cultura umana perciò queste conclusioni che gli furono addossate, in realtà, non gli appartenevano. Non si era espresso a proposito di differenze sociobiologiche tra gruppi umani, né si era mai occupato di questo.

Certo, Wilson aveva ipotizzato l'esistenza di geni associati ai comportamenti, come geni dell'aggressività o dell'altruismo, ma aveva anche chiarito che il controllo genico, quello che oggi definiremmo lo sviluppo dell'espressione genica, era un fenomeno che stava, per così dire, nel mezzo tra l'organismo e l'ambiente, ed in questo mezzo secondo Wilson c'era posto per le scienze umane. Fu proprio questa medianità della sociobiologia, medianità tra geni, comportamenti e pensieri, che fu travisata da più parti. In ogni dove si andava diffondendo l'opera di Wilson suscitava accanite reazioni.

Se l'essere umano era nel mezzo tra geni e pensieri allora diverse culture dalle diverse etiche sarebbero state tutte giustificabili. L'etica, in altre parole, perdeva la sua universalità e si sgretolava in una miriade di possibili fondazioni, tutte giustificabili. Ma se ciò non avveniva, se cioè l'etica veniva considerata come parte costitutiva comune a tutta la specie umana, allora anche la morale doveva avere, in un approccio sociobiologico, una componente biologica. Se però la morale aveva una componente biologica anche l'immoralità l'avrebbe avuta, ed ogni proprietà negativa di un individuo avrebbe potuto essere ricondotta a componenti biologiche che avrebbero indebolito fortemente la possibilità di un programma rieducativo del soggetto.

Tutto ciò portava da un lato a una crisi dei valori umani, dall'altro, in alternativa, a una determinazione forte e pericolosa delle proprietà degli esseri umani.

Ad Harvard in risposta a questi sviluppi fu creato il Sociobiology Study Group, un insieme di intellettuali di sinistra che comprendeva Jonathan R. Beckwith, Richard

Levins, Ruth Hubbard, e soprattutto Richard C. Lewontin e l'autore di cui tratteremo approfonditamente nei prossimi capitoli, Stephen Jay Gould. Questi intellettuali sostenevano che la sociobiologia, o meglio le interpretazioni diffuse della sociobiologia di Wilson, non erano supportate da evidenze scientifiche ed erano politicamente pericolose nonché moralmente inaccettabili.

La negazione della sociobiologia, comunque, era essa stessa mossa non tanto da perplessità scientifiche, cui avrebbero potuto seguire successive ricerche di validazione o falsificazione, quanto da intenti politici. La sociobiologia avrebbe potuto prestarsi, nelle mani sbagliate, a velenose teorizzazioni politiche. D'altronde, Lewontin in particolare, era uno scienziato-filosofo ed era apertamente relativista riguardo alla verità. Egli affermava, con un tocco dei più recenti STS, che la diffusione della verità, anche di quella scientifica, non era altro che il riflesso di particolari ideologie politiche e, aggiungeremmo anche, di particolari interessi economici.<sup>29</sup>

La verità, tuttavia, non è solo questo. Se è vero che anche i più oggettivi risultati scientifici sottostanno a sistemi epistemologici e a specifici approcci di ricerca, è anche vero che a volte alcune verità, pur rimanendo bersagliabili da contraddizioni, sono, o perlomeno così appaiono alla percezione, tali nella maggior parte delle prospettive lungo le quali possono essere osservate. Tuttavia, e questo è molto importante a proposito di verità che possono essere socialmente pericolose, ciò non vuol dire che esse debbano essere perseguite, ma che dovrebbero quantomeno essere prese in considerazione, perché solo se le consideriamo con cura diviene possibile modificarle alla radice. Evitandole, invece, si permette che continuino a diffondersi e, data la mancanza di chiarezza, di controllo e di metodo, a diffondersi con le peggiori conseguenze, come in una sorta di proibizionismo epistemologico.

Nel 1978 Wilson si presentò a una conferenza dell'American Association for the Advancement of Science (AAAS) sulla sociobiologia. Durante la seduta, che comprendeva personaggi intellettualmente importanti a livello planetario, gli venne versato un bicchiere d'acqua in testa e furono inneggiati cori che celebravano l'atto di sfida. La cosa più grave è che non fu preso nessun provvedimento al riguardo. Qualcuno potrebbe dire che erano altri tempi, in realtà non erano affatto altri tempi.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> *Ivi*, pp. 330-53.

<sup>30</sup> *Ibidem*.

Il merito di Wilson è stato, aldilà delle controversie e delle incomprensioni, certamente quello di aver aperto un dibattito antico in una nuova forma. Se mai si diano, in un'ipotesi per assurdo, sola scienza e sola filosofia, l'una sarebbe sola meccanica e l'altra sola speculazione, ma quando scienza e filosofia si innestano in modo così pregevole come nella sociobiologia avviene ciò che avviene in ogni teoria nel mezzo tra scienza e filosofia, ovvero la preparazione di un fertile terreno per il pensiero. Wilson curò valentemente questo terreno e seminò pensieri che al giorno d'oggi sono appena germogliati.

L'interpretazione scorretta della sociobiologia ricorda tanto l'interpretazione unilaterale della selezione naturale, quella perseguita dal darwinismo sociale. Ma il darwinismo sociale non apparteneva a Darwin, né alla sua persona né alla sua teoria, e se per darwinismo si intende appunto quello "sociale", Darwin non era certamente un darwinista, e se questa fosse l'unica interpretazione della sua teoria, non sarebbe nemmeno un darwiniano. Così Wilson, che non fu né un riduzionista né un ideologo, non fondò la sociobiologia con intenti politici espliciti. Proprio come Darwin, il fatto che la sociobiologia abbia fatto emergere un dibattito non solo scientifico risiede nel carattere stesso di questa scienza, che è indissolubilmente connessa con altre dimensioni quali quella filosofica, etica e politica.

Nell'innesto tra scienza e filosofia c'è, come ha scritto Wilson, un "*eternal circle of change in heredity and culture ... how have genetic evolution and cultural evolution interacted to create the development of the human mind?*"<sup>31</sup>

---

<sup>31</sup> *Ivi*, p. 351.

## Capitolo II

### Stephen Jay Gould

#### 2.1 Il personaggio

Stephen Jay Gould ha scritto quasi un migliaio di articoli di biologia evolutiva. Con uno stile intellettuale e una passione particolari, è stato uno scrittore di talento, capace di coinvolgere il pubblico e portarlo, anche attraverso collegamenti inusuali come rimandi a musiche e giochi sportivi, da fatti interessanti ma circoscritti a contesti ampi e notevolmente complicati, disegnati però, per così dire, in modo semplice. Veniva consultato dalle tv per un parere sulla qualità delle opinioni degli scienziati che attiravano l'attenzione di un vasto pubblico. Gould infatti non era solo un grande scrittore ma anche un eccellente oratore, come dimostrò durante i suoi corsi ad Harvard ed in vari contesti. Inoltre, adoperava la sua abilità senza evitare di collegare la scienza con la politica, affermando che l'obiettività metodologica della scienza restava sempre comunque radicata nella società.<sup>1</sup>

In ambito scientifico è conosciuto come il fondatore, insieme a Niles Eldredge, della "teoria degli equilibri punteggiati". Il concetto di *punctuated equilibrium* ipotizza che le specie mutino in periodi relativamente brevi e non gradatamente come nell'interpretazione di Darwin. Sostenendo che l'adattamento si caratterizza a livello di specie e non di singolo individuo, e indagando su molteplici modi dell'evoluzione.

Poco prima della sua morte la Harvard University Press pubblicò un libro molto impegnativo, *The Structure of Evolutionary Theory* (2002), una sorta di autobiografia intellettuale in cui si riflettono le sue teorie e le sue idee sui rapporti tra scienza, storia e cultura. Frank H. T. Rhodes lo ricorda come una persona dalla forte personalità, dotata di volontà e passione, generosità e grazia.<sup>2</sup> Con il contributo del suo sostegno e dei suoi laboratori, molti studenti di storia e filosofia della biologia poterono acquisire conoscenze e prospettive di forte efficacia. Era un instancabile interprete delle

---

<sup>1</sup> Frank H. T. Rhodes, *Stephen Jay Gould, 1941-2002*, «Isis», vol. 94 (June 2003) no. 2, pp. 315-6.

<sup>2</sup> *Ibidem*.

relazioni tra scienza e società, non mancando mai di ammettere influenze e ripercussioni morali reciproche. Divenne un personaggio pubblico ampiamente dibattuto, arrivò alla carica di presidente dell'AAAS e ottenne molte lauree honoris causa.<sup>3</sup>

Gould nacque a New York City nel 1941 in una famiglia di origine ebraica e di inclinazione marxista proveniente dall'Europa orientale.<sup>4</sup> Si appassionò all'evoluzione naturale già da bambino quando vide lo scheletro di un dinosauro all'American Museum of Natural History, dove in seguito all'ottenimento della laurea in geologia presso uno dei college più liberali degli Stati Uniti,<sup>5</sup> l'Antioch College, nel 1963, studiò per un titolo congiunto presso la Columbia University. Arrivò poi ad essere assistente professore all'Harvard University dove tenne volentieri dei corsi per non laureati, e dove continuò a tenere corsi di geologia, biologia e storia della scienza anche quando i suoi impegni per le conferenze pubbliche divennero davvero numerosi. Era un sostenitore appassionato della scienza nonostante la sua avversione per l'immagine che di essa aveva dato la fisica del Novecento. Per Gould il rigore della scienza era applicabile tanto alla fisica quanto alle altre scienze, come quelle biologiche e storiche. Comunque, anche nelle conferenze prettamente scientifiche, il suo stile rimaneva poco convenzionale, ma nonostante le abbondanti digressioni e il suo stile inconsueto, riusciva ad arrivare alle conclusioni che si era prefissato. Richiedeva al pubblico di mantenere l'attenzione e tenere a bada il filo conduttore del discorso, che spesso veniva messo in secondo piano dalle ramificazioni argomentative, chiedendo un simile sforzo con gentilezza e senza arroganza. Insomma, Gould non era un oratore convenzionale e non era nel suo stile seguire in modo rigido i passaggi dell'argomentazione, il suo discorrere consisteva perlopiù in una successione di andirivieni che nonostante tutto riusciva ad avanzare in modo elegante, fluido ed ordinato, seppure attraverso un ordine non convenzionale.<sup>6</sup>

---

<sup>3</sup> Elisabeth A. Lloyd, *Memorium for Stephen Jay Gould*, «Biology and Philosophy», vol. 17 (2002), pp. 303-4.

<sup>4</sup> David Sepkoski, *Stephen Jay Gould, Darwinian Iconoclast?*, in *Rebels, Mavericks, and Heretics in Biology*, edited by Oren Harman, Yale University Press, 2008, New Haven, p. 323.

<sup>5</sup> *Ivi*, p. 325.

<sup>6</sup> Derek E. G. Briggs, *Stephen Jay Gould (1941-2002)*, «Nature», vol. 417 (June 13, 2002).



## 2.2 La nascita della teoria degli equilibri punteggiati

La teoria degli equilibri punteggiati si propone fin dall'inizio come una sfida al gradualismo darwiniano, sfida che Gould trovò necessaria poiché erano stati trovati dei dati fossili che suggerivano dei periodi di stasi ed accelerazione nell'evoluzione, richiedendo così un aggiornamento drastico delle teorie evoluzionistiche.<sup>7</sup>

La teoria che Gould sostenne insieme a Eldredge si avvale di alcuni dati di campo relativi a particolari specie. Furono sempre tenute in gran considerazione le lumache di terra dei Caraibi, fin dalla sua tesi di laurea alla Columbia University.<sup>8</sup> In particolare Gould era intento a dare un'interpretazione della stasi morfologica e della successiva trasmutazione rapida di alcune lumache delle Bermuda, la *Poecilozonites*, grazie anche al contributo del genetista David S. Woodruff dell'University of California, San Diego. Lo stesso schema evolutivo di queste lumache fu osservato nei trilobiti devoniani *Phacops*. Si notò che i trilobiti si annoverano tra i primi organismi dotati di un apparato visivo complesso, ma questo apparato visivo risultava presente già negli esemplari più antichi.<sup>9</sup> Ciò potrebbe indicare una comparsa rapida, "a salto", dell'apparato in questione. Comunque, il fatto che nel corso dell'evoluzione il perfezionamento della vista venga collegato a una pressione selettiva, cioè darwiniana, e non anche ad un'abilità evolutiva costitutiva, rientra in quella tipologia di problemi interpretativi di cui cercheremo di occuparci.

Una tesi che contrastava con la teoria degli equilibri punteggiati era quella del "gradualismo filetico". Pur ammettendo delle velocità variabili nelle speciazioni, secondo questa interpretazione le specie andavano diversificandosi gradualmente e non a salti, motivo per cui questa tesi poteva affiancarsi in modo meno problematico all'evoluzione darwiniana, e motivo per cui di fatto entrò a far parte del neodarwinismo. Ma i salti, come dice Gould, sono già dimostrati dalla comparsa improvvisa di catastrofi ambientali che speditamente rivoluzionano gli ecosistemi, che sono così portati ad evolversi in modo rapido e imprevedibilmente dinamico.<sup>10</sup> In ogni caso, risultò chiaro che la tesi dell'equilibrio punteggiato richiedeva una precisa e ampia sistemazione di

---

<sup>7</sup> David Sepkoski, *Stephen Jay Gould, Jack Sepkoski, and the 'Quantitative Revolution' in American Paleobiology*, «Journal of the History of Biology», vol. 38, (2005), p. 214.

<sup>8</sup> David Sepkoski, *Stephen Jay Gould, Darwinian Iconoclast?*, cit., p. 323.

<sup>9</sup> Treccani, *Paleontologia dell'occhio*, di Riccardo Levi-Setti, Euan N. K. Clarkson, Gábor Horváth, in «Frontiere della Vita», 1998.

<sup>10</sup> Derek E. G. Briggs, *Stephen Jay Gould (1941–2002)*, cit.

dati, cosa che porterà il già multidisciplinare Gould ad ampliare ulteriormente i collegamenti tra le discipline.<sup>11</sup>

Le catastrofi ambientali, ad esempio, sono fenomeni attraverso i quali possiamo osservare, come fece Wilson con la ripopolazione delle isole, ciò che tipicamente avviene nell'evoluzione degli ecosistemi. E possiamo osservarlo a una velocità più rapida e cercare, quindi, di fissare i meccanismi con i quali ciò avviene. Questa è in effetti una caratteristica che spesso contraddistingue l'evoluzione: di solito la nostra osservazione è facilitata dal rallentamento dei movimenti, come nell'osservazione delle interazioni atomiche, ma nell'evoluzione spesso non è così, anzi, l'aumento della velocità è ciò che agevola la rilevazione.

Attraverso le catastrofi, secondo Gould, si rende più evidente come l'evoluzione non proceda tanto tramite un selezionamento di tipo darwiniano, ma avvenga piuttosto come una ripartizione di ruoli, luoghi, comportamenti, e dunque proprietà organiche. Un fenomeno evolutivo che potremmo dire "costitutivo", cioè messo in atto dall'organismo appositamente per uno scopo, è quello che Gould rintracciò nei fenomeni evolutivi eterocronici, ovvero quei cambiamenti di estensione-riduzione e accelerazione-rallentamento di alcune parti organiche degli esemplari rispetto agli antenati.<sup>12</sup> Provocate dall'ambiente o avvenute come causa originaria l'organismo stesso, le variazioni eterocroniche sono un ottimo esempio di un fenomeno evolutivo che si affianca ed intreccia nella ripartizione ecologica successiva a un evento rivoluzionario. Un altro fenomeno, anch'esso evolutivamente "costitutivo", di cui si è occupato geneticamente Daniel W. McShea, attraverso lo studio della "varianza interna" che orienta i cambiamenti evolutivi senza richiedere una selezione naturale,<sup>13</sup> è ciò che Gould definì, insieme a Elisabeth S. Vrba, *exaptation*. L'*exaptation* è un preadattamento non selettivo delle specie verso determinate e ricercate funzionalità. In queste evoluzioni, che qui definiamo "costitutive", si riscontra, come riportato da Kevin J. Peterson, Mark A. McPeck, e David H. Evans, un'importanza fondamentale dei geni regolatori, veri e propri regolatori di evolvibilità costitutive.<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> David Sepkoski, *Stephen Jay Gould, Jack Sepkoski, and the 'Quantitative Revolution' in American Paleobiology*, cit., pp. 209-37.

<sup>12</sup> John S. Wilkins, *Remembering Gould*, «Metascience», vol. 16 (2007), pp. 169-73.

<sup>13</sup> Ivi, p. 170.

<sup>14</sup> *Ibidem*.

## 2.3 Critiche e sostegni

L'operato di Gould ha suscitato forti dibattiti all'interno e all'esterno delle comunità scientifiche. Alcuni hanno visto in Gould una teorizzazione confusa e fuorviante per la comprensione dell'evoluzione. Altri hanno visto in Gould un valido studioso dell'evoluzione, ma mentre alcuni lo considerano un sostenitore rivoluzionario della teoria darwiniana, altri lo considerano un intellettuale che ha combattuto la teoria darwiniana. Gould, in effetti, per alcuni versi ha dichiarato la validità di procedimenti evolutivi alternativi ma compresenti con la selezione naturale darwiniana; per altri, e secondo alcune interpretazioni, egli ha opposto principi evolucionistici in netto contrasto con quelli darwiniani. In alcune occasioni, affermando che non in tutti i casi gli sviluppi evolutivi attuali agiscono secondo le stesse regole del passato, ha contraddetto la teoria dell'uniformitarismo biologico che Darwin ed altri come Charles Lyell avevano sostenuto. Certamente, una dimensione comune tra Gould e Darwin fu quella della *contingency*, anche se i fenomeni evolutivi erano per Darwin selezionati contingentemente alla pressione ambientale, mentre per Gould, a volte, essi erano i risultati contingenti di evolvibilità di tipo costitutivo e non selettivo.<sup>15</sup>

Alla Columbia University Gould incontrò alcune figure che contribuirono a non fargli abbandonare quell'inclinazione interpretativa dell'evoluzione che tanto si contraddistingueva dal darwinismo stretto. Tra questi vi furono Norman D. Newell, tra i primi a proporre studi a proposito di schemi evolucionistici di larga scala, e John Imbrie, che cercava di validare quegli studi secondo nuovi approcci nell'analisi matematica e nella modellizzazione di dati fossili. Gould fu favorevole a un'interpretazione su larga scala dell'evoluzione, non ebbe alcuna esitazione a teorizzare in modo ampio già dai suoi primi studi, e non avrebbe aspettato i sessant'anni per farlo. Non era intimidito dalle figure autorevoli e dagli intellettuali consolidati. Già nel 1965, quando era ancora uno studente della Columbia, pubblicò nell' *American Journal of Science* un articolo che conteneva una sfida già nel titolo: *Is Uniformitarianism Necessary?*. Qui affermava come l'uniformitarismo fosse una proprietà conferita arbitrariamente all'intera gamma delle evoluzioni, mostrando come

---

<sup>15</sup> David Sepkoski, *Stephen Jay Gould, Darwinian Iconoclast?*, cit., pp. 322-3.

questa universalità fosse più un ramo del paradigma evolucionistico che una condizione mostrata dalla realtà dei fatti.<sup>16</sup>

La teoria dell'equilibrio punteggiato di Gould spinse molti studiosi ad avanzare nuove teorizzazioni sull'evoluzione. Alcuni studi evolucionistici molto vicini al pluralismo evolutivo furono condotti da Ernst Mayr sulla dinamica delle popolazioni. Mayr combinò gli studi di demografia evolucionistica con le differenti modalità evolutive che attraversavano organismi e specie, come diversi gradi e direzioni eterocroniche. Affermò così delle tipologie di evoluzione che stavano nel mezzo tra il distanziamento geobiologico e lo sviluppo di variazioni interne diversificate.<sup>17</sup> Al fianco di questa interpretazione vi era la teoria della "quantum evolution" di George Gaylord Simpson, che ipotizzava l'esistenza di diversi tassi di cambiamento evolutivo, ovvero di periodi variabili tra la stasi e la mutazione organica.<sup>18</sup> Combinando l'equilibrio punteggiato di Gould, la dinamica di Mayr e il quantum di Simpson, l'evoluzione veniva a moltiplicarsi nei tempi, nei luoghi e nelle procedure, portando a una biodiversificazione crescente.

Da queste considerazioni emerse ciò che personaggi come Gould utilizzarono per dare nuovo valore a scienze come quelle paleontologiche. L'evoluzione non si studiava solo tramite esperimenti genetici, come stava diventando la norma in quegli anni, ma era analizzabile anche secondo altre fonti come quelle della geobiologia e della paleobiologia.

---

<sup>16</sup> *Ibidem.*

<sup>17</sup> *Ivi*, p. 327.

<sup>18</sup> *Ivi*, p. 328.

## Capitolo III

# L'evoluzionismo politico di Stephen Jay Gould

### 3.1 *New Left*

Negli anni '70 del Novecento la sociobiologia ha reso ancora più controverse questioni come le tensioni razziali, le relazioni di genere, e l'attendibilità della scienza, che erano tematiche già molto sensibili. La *New Left*, che aveva tra i suoi esponenti principali Gould, promosse campagne di informazione su questi temi, e su altri correlati come la guerra in Vietnam, suggerendo nuove interpretazioni delle ricerche scientifiche che avrebbero favorito nuovi orientamenti sociali e politici. Questi migliori orientamenti sociali non erano, per i critici della sociobiologia, compatibili con l'idea di una determinazione genetica del comportamento umano. Più in generale, secondo la *New Left*, la biologia avrebbe dovuto restare fuori dalle questioni sociali, per i pericoli che l'esaltazione del paradigma riduzionista della biologia avrebbe portato con sé.<sup>1</sup>

Gould aveva mostrato la sua avversione per un riduzionismo materialistico degli organismi già nel suo primo percorso di laurea in Ohio, all'Antioch College di Yellow Springs. Qui Gould aveva maturato quell'inclinazione sociale favorevole alla *community action* e alle iniziative autonome, mentre la nuova sinistra già nei primi anni '60 veniva sostenuta da vari gruppi sociali, alcuni anche studenteschi come gli Students for a Democratic Society (SDS), il Congress of/for Racial Equality (CORE) e la Student Peace Union (SPU).<sup>2</sup>

Vennero organizzati dei sit-ins, cui partecipò anche Gould. Alcuni di questi furono simbolici, come nella sala di un barbiere che si era rifiutato di tagliare i capelli a un afroamericano affermando di non esserne capace, data la diversità dei capelli. A quei tempi Gould era ancora uno studente e poteva permettersi una libertà espressiva che in quei termini gli sarebbe stata preclusa alla Columbia, ad Harvard o alla New York University, anche se non cambiò mai il suo atteggiamento in proposito. Mantenne

---

<sup>1</sup> Myrna Pere Sheldon, *Evolutionary activism: Stephen Jay Gould, the New Left and sociobiology*, cit., pp. 104-11.

<sup>2</sup> *Ivi*, pp. 105-6.

anche la consapevolezza dell'importanza della diffusione mediatica delle informazioni, manifestata già con la vicenda della denuncia sociale di quello stesso barbiere che con il suo contributo raggiunse le pagine del *New York Times*.<sup>3</sup>

### 3.2 L'intelligenza

Nel 1981 Gould pubblica *The Mismeasure of Man*, un libro molto dibattuto in cui espone le sue critiche alle deduzioni scientifiche che rimandavano direttamente il grado dell'intelligenza umana all'appartenenza razziale. A giudicare dalla frequenza e dall'estensione dei testi che citano questo scritto di Gould, possiamo affermare che esso sia un caposaldo della letteratura sociale di argomento scientifico, e continuerà a essere citato con riferimento a molte questioni, pubbliche e professionali, che vengono sollevate dai test mentali. In una prospettiva STS, Gould cerca di dimostrare come all'origine di queste deduzioni non ci sia tanto l'intenzione di misurare l'intelligenza delle persone, ma vi siano invece delle intenzioni tutt'altro che scientifiche, e certamente tutt'altro che morali, che costruiscono ricerche apparentemente in grado di confermare, giustificare, e conservare le gerarchie politiche e sociali esistenti.<sup>4</sup>

Nel 1904 Charles E. Spearman aveva proposto il fattore *g* come una costante valida per qualsiasi studio psicometrico, presentandolo come un fattore a dir poco deterministico dell'intelligenza, un fattore in grado di misurare l'intelligenza di qualsiasi individuo in qualsiasi tipo di test.

Nel 1994, in *The Bell Curve*, Richard J. Herrnstein e Charles Murray riprendono il fattore di Spearman alimentando delle forti controversie. Sostenevano che fosse una questione convalidata quella che riguardava l'esistenza di un fattore generale e universale delle capacità cognitive, ovvero riportavano la validità dei test I.Q. su quel fattore *g* senza fare riferimento al contesto sociale che aveva realizzato quel test utilizzando quel fattore in quel tipo di ricerche. Come afferma Gould questi autori stavano evitando di pronunciarsi in una controversia che invece richiedeva un loro chiarimento. Un simile approccio, in cui non si menzionava la struttura teoretica sulla

---

<sup>3</sup> *Ivi*, pp. 107-8.

<sup>4</sup> John B. Carroll, *Reflections on Stephen Jay Gould's The Mismeasure of Man (1981): A Retrospective Review*, *Intelligence*, vol. 21 (1995), pp. 121-2.

quale quelle applicazioni avrebbero dovuto o meno assumere validità, implicava arbitrariamente, e potremmo dire pregiudizievole, che il dibattito sull'intelligenza fosse risolto, peraltro in maniera definitiva, mentre così non era, ed anzi, semmai era un dibattito in piena discussione.

Più grave ancora di questo approccio deterministico all'intelligenza era il fatto che Herrnstein e Murray insistevano sulla validità universale di quel fattore generale, cosa che in altri studi psicometrici come in quelli di Louis L. Thurstone non avveniva, data la dipendenza della validità dei fattori dai sistemi entro i quali operavano. Thurstone, ad esempio, non negava qualsiasi validità del fattore *g* ma lo circoscriveva all'interno di particolari sistemi di rilevamento, e non in ogni sistema<sup>5</sup>, anche se in seguito avrebbe riprodotto il *g* ampliato e reso più flessibile alla variabilità dei test.<sup>6</sup>

Dire, come facevano alcuni intellettuali come Herrnstein e Murray, che vi era un fattore di rilevamento dell'intelligenza valido per ogni test, equivaleva ad affermare, tra le altre cose, che l'intelligenza umana fosse di un solo tipo. Ammettere invece che i risultati dei test, e i test stessi, dipendevano dai sistemi teoretici sui quali poggiavano, significava riconoscere che la conoscenza era relativa, ed in tal modo permettere e giustificare una democratizzazione non autoritaria di essa. Ciò non garantiva la correttezza e la moralità della conoscenza, perché i sistemi teoretici dipendevano a loro volta da altri sistemi, come quelli politici, economici, e ideologici. Quantomeno, però, concedeva l'opportunità di confrontare e mettere in dubbio la conoscenza, ovvero ammetteva un modo di operare compatibile con un sistema democratico. Qui vediamo come la democrazia sia qualcosa di molto sottile, nel senso che la democrazia è allo stesso tempo epistemologica, politica, scientifica, sociale e quant'altro, fermo restando che sempre di democrazia si tratta. La mancanza o la sospensione di essa in una di quelle dimensioni ha comunque delle ripercussioni, dirette o indirette, sulle altre entro le quali si mantiene la democrazia.

La consapevolezza del rimando tra sistemi, fattori e risultati, è parte dello stesso insieme di motivazioni che ci portano a dire che l'intelligenza non potrà mai essere di una sola tipologia. La domanda "cos'è l'intelligenza?" non potrà mai avere una risposta

---

<sup>5</sup> *Ivi*, p. 123.

<sup>6</sup> *Ivi*, p. 129.

definitiva. La risposta rimane incompleta e imperfetta e la domanda resta aperta, ed è veramente un bene fondamentale che sia così.

Nella interpretabilità e variabilità di questo tipo di questioni noi troviamo la garanzia che la nostra conoscenza possa migliorare. Tuttavia, troviamo anche il rischio che possa peggiorare. Il punto è che è necessario e indispensabile che la risposta non venga mai chiusa, che ad esempio l'intelligenza non venga mai determinata da un solo tipo di test e che non abbia, seppure in test molteplici, fattori strettamente universali di soluzione. Se così fosse, qualcuno potrebbe dire all'altro quanto è intelligente e da ciò precludergli certe attività, e nella peggiore delle ipotesi, permettergli di contribuire ad un solo tipo di attività determinata dai risultati definitivi dei test sulla sua intelligenza. Se invece i test e i fattori di rilevazione sono molteplici, cosa che come abbiamo detto non garantisce la correttezza e la moralità delle procedure ma garantisce quella pluralità delle interpretazioni che è un'asse portante della democrazia, abbiamo la possibilità di mettere in dubbio i risultati ottenuti, e possiamo in questo modo garantire un processo conoscitivo che sia corretto, un processo legittimo.

Gould era fortemente contrario ad un utilizzo arbitrario e arrogante della scienza, e più di qualcuno cercò di colpirlo dicendo che le sue critiche non avevano prove scientifiche, ma solo argomenti sociali e politici che erano in fondo di tipo morale.<sup>7</sup> In effetti, per alcuni versi, Gould non aveva abbastanza dati per smontare quel sistema deterministico ed arbitrario che analizzava l'intelligenza con quel genere di metodologie, per altri però ne aveva abbastanza per mostrarne l'inadeguatezza. Perché se la scienza era plurale, e la conoscenza era plurale, e se le politiche con le quali erano collegate quelle ricerche erano anch'esse plurali, come poteva mai esserci un solo tipo di intelligenza?

### 3.3 Le diversità umane

John B. Carroll criticò Gould per la sua contrarietà agli studi di classificazione delle persone, affermando che nella scienza la classificazione era una condizione necessaria alla diversificazione e all'approfondimento delle cose. Criticava anche la convinzione di Gould a proposito dell'impossibilità di una completa obiettività degli

---

<sup>7</sup> David Sepkoski, *Stephen Jay Gould, Darwinian Iconoclast?*, cit., p. 331.



scienziati, affermazione che Gould motivava col fatto che gli scienziati restavano sempre, in fin dei conti, degli individui con motivazioni personali di vario tipo. Il fatto che gli scienziati fossero persone, tuttavia, ed effettivamente, non comportava necessariamente che avessero delle intenzioni sociali dirette. Che nessuno poteva mai essere del tutto obiettivo era una cosa, ma dire che ogni scienziato aveva inclinazioni sociali di spessore era un'altra.<sup>8</sup> Il fatto è che Gould non si rivolgeva agli scienziati nel senso di tutti e ciascuno scienziato, ma alla scienza, alla scienza come dimensione sociale e politica, che in quanto tale era spesso orientata da motivazioni che avevano poco o niente di scientifico. Per questo, anche se il fattore *g*, come dice Carroll, non era atto a uniformare il discorso sull'intelligenza ma a porla su un unico livello, ed era quindi propenso a un confronto su quel livello, la critica di Gould restava valida in quanto riportava quella *g* ad un più ampio sistema che, come abbiamo detto, non era soltanto scientifico.

Gould considerava la scienza quale dimensione ampia nel senso indicato e ciò si discostava dalle affermazioni di Carroll in difesa della scienza genetica comportamentale che, in effetti, considerando nello sviluppo intellettuale sia l'organismo che l'esperienza, teneva conto tanto dell'ereditarietà quanto dell'ambiente.<sup>9</sup> Gould guardava alla scienza deterministica del comportamento in una prospettiva che ne rintracciava i collegamenti con le dimensioni non scientifiche. Ne consegue un mancato confronto di Carroll con Gould, in un dibattito che resta pieno di incomprensioni, spesso reciproche.

Per comprendere ciò che un'interpretazione gouldiana può dire a riguardo delle diversità umane è funzionale rifarsi a ciò che un'interpretazione gouldiana può dire a proposito della diversità in generale. Come è stato detto, Gould era un intellettuale generalista che tuttavia praticava studi approfonditi e "tecnici" in numerose direzioni. Paleontologo, era un collezionista di libri antichi, parlava di architettura, baseball e coincidenze numeriche. Incontrò il papa per discutere dei problemi inerenti alle armi nucleari, corrispondeva con Jimmy Carter su temi religiosi, era interessato ai gemelli siamesi, ed era un esperto di allometria, lumache, alci irlandesi, euripteridi, rettili

---

<sup>8</sup> John B. Carroll, *Reflections on Stephen Jay Gould's The Mismeasure of Man (1981): A Retrospective Review*, cit., pp. 124-5.

<sup>9</sup> *Ivi*, p. 128.

pelicosauri, vongole, receptaculitidi, storia della paleontologia, e capacità cranica umana. Il curioso ed instancabile Gould cercava, comunque, di tenere insieme diversi temi alla luce di una prospettiva che fosse in grado di connetterli, ed è sulla base di questa ampiezza degli argomenti trattati che risulta difficile comprendere fino in fondo il suo punto di vista, che è stato ripetutamente frainteso. In questa ampiezza delle sue conoscenze si fa inoltre ancora più evidente la tensione che si manifestava in Gould nella relazione tra la soggettività e l'oggettività epistemologiche. Questa relazione complicata era in Gould più una necessità che una preferenza, perché rimandava direttamente al problema su cosa fosse reale, dunque su cosa si potesse fare scienza. Per Gould come per tanti altri la natura non era solo realtà, e il soggetto non era solo soggetto, ma la natura e il soggetto erano intrecciati in un unico essere reale, complicato, ampio, e controverso.<sup>10</sup>

Per l'approccio alla conoscenza perseguito da Gould questa diversità della realtà era ciò che rendeva il suo pluralismo epistemologico una necessità, ovvero la necessità di indagare sul vettore con il quale andavano congiungendosi, a seconda dell'approccio, le differenti parti dell'insieme. I punti di vista, le prospettive, e i metodi, relazionavano diversamente quei dati che poi portavano ai risultati ed in tal modo i risultati erano relativi ai sistemi. Questo metodo non poteva essere universale ma avrebbe invece dovuto fondarsi su un pluralismo epistemologico. Gould, pensando agli scienziati che interpretano i dati, aveva compreso che ciò che spingeva a vedere certi collegamenti non era qualcosa di oggettivo, né soggettivo, ma era qualcosa che mostrava una natura problematica che rimandava ad una scienza problematica.<sup>11</sup>

Ciò che noi pensiamo della natura, la nostra concezione di essa, e la nostra conoscenza scientifica della natura, non è lì in attesa di essere da noi trovata, è qui perché noi l'abbiamo trovata, è da noi disegnata in una dimensione epistemologica che è una sovraestensione significativa del reale.<sup>12</sup>

In questa sovraestensione epistemologica la realtà della storia, come della storia evolutiva, è la dimensione entro la quale testiamo, nel senso di "collegiamo", la sequenza delle relazioni che sono andate sviluppandosi nelle nostre prospettive. Dato

---

<sup>10</sup> Warren D. Allmon, *The Structure of Gould Happenstance, Humanism, History, and the Unity of His View of Life*, in *Stephen Jay Gould, Reflections on His View of Life*, edited by Warren D. Allmon, Patricia H. Kelley, Robert M. Ross, Oxford: Oxford University Press, 2009, pp. 21-3.

<sup>11</sup> *Ivi*, pp. 25-6.

<sup>12</sup> *Ivi*, p.28.

che però queste relazioni possono essere molteplici, ne risulta che non possiamo tenerle tutte insieme in una sola storia o, meglio, in una sola direzione storica, bensì dobbiamo porle in più storie ed in più quadri conoscitivi. Proprio nella pluralità delle storie e delle conoscenze possiamo rintracciare degli schemi, dei *patterns of history* che trascendono questa o quella particolare sequenza di eventi. Possiamo giungere così al ritrovamento di schemi comuni, come quelli evolutivi che Gould descrive nella teoria degli equilibri punteggiati.<sup>13</sup>

Questo vettore d'interpretazione della realtà resta sempre un vettore tra molteplici e a volte contraddittori vettori. Come è avvenuto ad esempio nell'interpretazione storica del contrasto e della guerra tra scienza e religione, che è solo un vettore, una prospettiva, e non l'unica prospettiva, di ciò che è realmente avvenuto.<sup>14</sup> Questa indeterminazione e flessibilità della realtà, che viene di volta in volta determinata dalla commistione tra mente e mondo, è esattamente ciò che ha concesso al nostro cervello la facoltà di ampliare la conoscenza.<sup>15</sup>

I valori umani sono molto influenti nel collegamento tra scienza e non-scienza. Gould riteneva che il determinismo biologico fosse estremamente scorretto perché esaltava quella prospettiva come fosse la prospettiva definitiva.<sup>16</sup> Anche a proposito della classificazione dell'intelligenza delle persone, non era tanto la classificazione stessa ad essere scorretta, ma il fatto che quella classificazione veniva proposta come classificazione definitiva e univoca.

Il determinismo biologico, sia esso associato all'intelligenza, alle razze, ai comportamenti, restava qualcosa di scorretto perché negava la diversità delle prospettive che erano alla base delle diversità presenti nella realtà, negli intrecci delle cose della realtà, e nei punti di vista con i quali si poteva osservare, conoscere ed interpretare la realtà. La biodiversità della natura, che naturalmente comprende anche le diversità umane, per Gould non era pertanto determinabile esclusivamente da uno o pochi fattori, ma da fattori molteplici e dinamici, secondo approcci pluralistici e temporanei. Questi approcci non permettevano che si desse una sola definizione di intelligenza o una sola definizione di umanità.

---

<sup>13</sup> *Ivi*, pp. 85-7.

<sup>14</sup> *Ivi*, p. 74.

<sup>15</sup> *Ivi*, p. 30.

<sup>16</sup> *Ivi*, p. 70.

## Capitolo IV

### Duri colpi all'evoluzionismo

#### 4.1 La necessità darwiniana del gradualismo

Thomas Henry Huxley, detto “il mastino di Darwin”, fu un forte sostenitore e promotore della teoria darwiniana, anche se la sua difesa riguardava più l'evoluzionismo complessivo di Darwin che la teoria della selezione naturale in senso stretto. Huxley non mancava di interessamento per le vicende politiche variamente intrecciate con il dibattito evoluzionistico. Fu già Huxley ad affermare, comunicandolo anche allo stesso Darwin, che l'evoluzione a volte cambia velocità, che la gradualità non è costante. Circa un secolo dopo Gould riprenderà questa controversia riconducendo l'insistenza darwiniana della gradualità a una matrice di tipo politico-epistemologica.<sup>1</sup> Ovvero, la gradualità era per Darwin una carta forte da poter giocare contro la visione creazionista, una carta indispensabile per reggere le fondamenta di un evoluzionismo che all'epoca veniva attaccato da tutte le parti. Se in natura non avvengono interventi dall'esterno, interventi come quelli che invece il creazionismo sosteneva che avvenissero, Darwin pensò allora che il motore dell'evoluzione avrebbe dovuto procedere gradualmente.

Darwin, almeno pubblicamente, non negava l'esistenza divina e non credeva che la religione fosse una mera superstizione. L'intervento divino, qualora fosse avvenuto, avrebbe però dovuto agire all'origine della vita e non durante il suo corso. Come riferisce Giuliano Pancaldi,<sup>2</sup> nel libro sull'origine delle specie Darwin aggiunte, a partire dalla seconda edizione e per tutte le restanti, che le forme originarie della vita potevano essere state impresse da un Creatore. Tuttavia, una volta comparsa, la vita sulla Terra avrebbe proceduto secondo leggi proprie, che non implicavano interventi divini nelle speciazioni. Questo punto, molto importante al fine di evitare una visione teleologica

---

<sup>1</sup> Myrna P. Sheldon, *Claiming Darwin: Stephen Jay Gould in contests over evolutionary orthodoxy and public perception, 1977-2002*, «Elsevier: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences», vol. 45 (2014), p. 141.

<sup>2</sup> Charles R. Darwin, *L'origine delle specie*, cit., p. 515.

del succedersi degli eventi, trovava delle fondamenta stabili proprio nella gradualità di un simile processo. La gradualità, dunque, era alla base di una natura entro la quale ciò che avveniva non era imposto da direttive esterne, una natura il cui funzionamento indipendente dalla divinità trovava esplicitazione nella gradualità evolutiva. Ammettere che nell'evoluzione a volte ci siano dei salti era una grave minaccia per le ancora fragili scienze evoluzionistiche. In altre parole, anche se Darwin avesse ammesso la validità di salti o variazioni delle velocità evolutive, di cui lo informò già il suo più stretto collega Huxley, probabilmente non avrebbe concesso ad essi alcuno spazio nella sua teoria. Se si voleva convincere la comunità che l'evoluzione non dipendeva da nient'altro che dagli organismi stessi e dall'ambiente, la comparsa improvvisa di alcune speciazioni non era certo di aiuto. Darwin quindi insistette, a volte anche contro valide argomentazioni, sulla gradualità dell'evoluzione. Tutto ciò ci porta a riflettere sul modo in cui la scienza spesso opera. La messa da parte di alcuni tasselli non è sempre dovuta a motivazioni scientifiche. La dimensione sociale, e politica, influisce sulla scienza non solo esternamente ma anche e soprattutto internamente.

## 4.2 Verso un nuovo paradigma

Durante il riemergere del creazionismo americano negli anni '80, furono mosse delle accuse a Gould per aver dato nuovamente credito a quelle teorizzazioni che, criticando la gradualità dell'evoluzione, mettevano in crisi l'indipendenza della natura. In particolare, i creazionisti, in seguito ai dibattiti evoluzionistici su come interpretare la mancanza di esemplari intermedi nelle speciazioni, hanno messo in dubbio la scientificità delle teorie sull'evoluzione a partire appunto dalle lacune paleontologiche e avvalendosi delle affermazioni di Gould. Sostenitori del creazionismo come Henry M. Morris hanno reinterpretato a sfavore dell'evoluzione le affermazioni gouldiane, che sono state perciò, da alcuni, ritenute dannose per le ricerche evoluzionistiche, come riportato da molti autori come Robert Wright. Il fatto è che Gould non aveva alcuna intenzione di dare credito ai creazionisti, molti dei quali manifestavano neanche troppo implicitamente delle inclinazioni discriminatorie. Le critiche che Gould fece alle teorie evoluzionistiche erano divenute semmai inevitabili dato l'avanzamento di tali studi. Le nuove conoscenze ecologiche avanzate da Hutchinson, la biologia comportamentale, le nuove tecniche di analisi, e l'approfondimento degli studi etologici erano, insieme a

tanti altri fattori, elementi di potenziale crisi del paradigma evolucionista come veniva sostenuto nella moderna sintesi neodarwiniana. Gould fu solo il portavoce, sebbene eccellente, di una rivoluzione paradigmatica resa necessaria dall'avanzamento epistemologico delle teorie evolucionistiche. D'altro canto, peraltro, i movimenti sociali degli anni precedenti avevano spinto alcuni partiti a rafforzare la loro presa sulla società: il creazionismo non tornò certo per la crisi dell'evoluzionismo, semmai, si intrecciò con essa. Mentre lo spavaldo Gould fu colui che ammise che con Ronald W. Reagan gli Stati Uniti avevano posto un creazionista a capo della White House.

Questa commistione di controversie biologico-scientifiche, attaccate dal perlopiù monocromatico creazionismo, fu ciò che andò definendosi come *Darwin wars*.<sup>3</sup>

#### 4.3 Il declino del gradualismo, un secolo dopo Darwin

Nel 1979 la Boston Science Communications (BSC), con la direzione di Eugene Scott, e con la partecipazione di Gould ed Eldredge, produsse un breve film: *How scientists know about punctuated equilibria*. Qui il creazionismo viene denunciato per il suo tentativo di avvalersi della difficile situazione dell'evoluzionismo, che era in crisi tra un paradigma e l'altro, attraverso una propaganda di disinformazione. Viene inoltre spiegato come la crisi delle scienze paleontologiche, causata dall'assenza di esemplari intermedi nelle speciazioni, sia aggravata dal paradigma darwiniano della gradualità.<sup>4</sup>

Per molti intellettuali come Charles Doolittle Walcott, il gradualismo darwiniano assecondava l'idea di un'evoluzione progressiva in una direzione precisa. Senza passare per il controverso intreccio tra causalità e progressione, questi intellettuali sostenevano, come diceva Gould, una "scala evolutiva" dagli organismi più semplici a quelli più complessi, fino all'essere umano. Un tipo di interpretazione del gradualismo che poteva adattarsi al creazionismo tanto quanto quella degli equilibri punteggiati. Le critiche di Gould a Walcott, tra la decimazione improvvisa e l'ascesa graduale del più adatto, tra la contingenza e la causalità, potrebbero essere interpretate come la controversia quantistica tra la natura corpuscolare oppure ondulatoria degli elettroni, e

---

<sup>3</sup> Myrna P. Sheldon, *Claiming Darwin*, cit., pp. 139-40.

<sup>4</sup> *Ivi*, p. 141.

maturare, anche senza risolversi, in un discorso più ampio in grado di differenziare entrambe le prospettive entro una nuova e più ampia teorizzazione.<sup>5</sup>

Quando passò ad Harvard Gould dovette concentrarsi sugli aspetti tecnici dell'evoluzione, aspetti che avrebbero messo in evidenza la congiunzione tra scienze biologiche e sociali, congiunzione molto diversa però da quella proposta dalla sociobiologia di Wilson, come Gould cercò di chiarire in *Biological Potential vs Biological Determinism* (1976). Allo stesso tempo, manteneva accesi i suoi interessi politici e sociali, era per esempio informato sulla tipologia di lettori che leggevano i suoi articoli per *Natural History*. Questa tensione tra la figura accademica, socialmente distante, e l'intellettuale socialmente attivo andò aumentando, soprattutto dopo la comparsa della sociobiologia, e lo accompagnò per il resto della sua vita.<sup>6</sup>

La questione del gradualismo, come abbiamo visto, non era solo una questione scientifica, ma anche politica. Cambiando l'inclinazione delle ricerche cambia anche l'interpretazione dei dati. Il gradualismo di Darwin, la carta che aveva giocato per fronteggiare gli attacchi del creazionismo, poteva essere usata dal creazionismo stesso traducendo il graduale con il progressivo e il progressivo con il teleologico, con il predeterminato. Una predeterminazione che, Gould lo sapeva bene, metteva le catene attorno agli organismi facendone come dei burattini.

Un gradualismo costante nell'evoluzione avrebbe significato una causazione costante, e una causazione costante avrebbe significato una causazione direzionale che, seppure casuale nelle variazioni evolutive, sarebbe stata nel complesso una progressiva ed inevitabile causazione teleologica. Questa inevitabile teleologia dell'evoluzione era esattamente ciò che Gould voleva combattere proponendo un'evoluzione imprevedibile. Utilizzando un programma informatico realizzato da David M. Raup, Gould dimostrò come la casualità avesse un ruolo preponderante rispetto alla causalità. Nel percorso simulato venne impostata la casualità nei passaggi da una specie all'altra, si vide così che il percorso evolutivo simulato casualmente mostrava dei diagrammi di speciazione, stasi, ed estinzione praticamente indistinguibili

---

<sup>5</sup> Murdo W. McRae, *Stephen Jay Gould and the Contingent Nature of History*, «Clio», vol. 22 (1993), pp. 139-50.

<sup>6</sup> Myrna P. Sheldon, *Evolutionary activism.*, cit., p. 108.

da quelli emersi dai modelli basati sui dati reali dei reperti fossili, dimostrando così l'esistenza della casualità nell'evoluzione.<sup>7</sup>

#### 4.4 L'approccio interdisciplinare antiriduzionista

Il bombardamento mediatico generato dalla sociobiologia, insieme con l'esaltazione della genetica, portarono nuovamente polvere sui reperti fossili.

Negli anni di mezzo del XX secolo Simpson era stato una delle figure della paleontologia statunitense a promuovere il connubio tra la sua materia e la biologia, stimolando i contatti tra i paleontologi e i genetisti. Nei decenni successivi, però, questo approccio interdisciplinare venne meno, forse anche a causa delle critiche alla sociobiologia di Wilson, che sembravano proporsi l'intenzione di distruggerla piuttosto che di approfondirla e rielaborarla. Inoltre, l'etologia, la scienza del comportamento animale, era ancora uno studio poco sviluppato, e ancora meno lo era l'etologia evoluzionistica. Ma c'è un altro motivo per cui fu ridotto il collegamento tra paleontologia e biologia, un motivo che era già insito nello stesso Simpson. G.G, come lo chiamavano, stava infatti puntando sui genetisti per risolvere la questione degli enigmi della storia evolutiva dei reperti fossili. Se da un lato ciò avvicinava i due approcci, dall'altro mancava di offrire ai paleontologi la possibilità di interpretare i dati. Quello di Simpson era quindi un affiancamento piuttosto che un'intersezione interdisciplinare.<sup>8</sup>

John Maynard Smith, che era un eminente genetista, dopo essersi pronunciato in modo poco lusinghiero sulla paleontologia dicendo che i paleontologi avrebbero dovuto cercare fossili per darli in mano ai genetisti "senza disturbare gli adulti", fu costretto a ricredersi, come ammise su *Nature* nel 1984, quando Gould, proprio dallo studio dei fossili, sviluppò la teoria degli equilibri punteggiati. In altre parole, l'approccio evoluzionistico ed interdisciplinare applicato alla paleontologia, con il quale Gould, insieme ad altri come Eldredge, Thomas Schopf e David M. Raup, aveva costruito una nuova visione dell'evoluzione, aprì le porte a nuove prospettive di ricerca anche per

---

<sup>7</sup> David Sepkoski, *Stephen Jay Gould, Darwinian Iconoclast?*, cit., p. 330.

<sup>8</sup> David Sepkoski, *Stephen Jay Gould, Jack Sepkoski, and the 'Quantitative Revolution' in American Paleobiology*, cit., pp. 209-10.



altre discipline come la biologia e la genetica, e, naturalmente, non solo a riguardo delle specie più antiche.<sup>9</sup>

Gould puntò molto sulla ricerca di analisi quantitative dei dati per sostenere la paleontologia evoluzionistica ed ibridarla con la biologia. Richiamò numerosi studenti, come Jack Sepkoski (Joseph John Sepkoski Jr) che contribuirono a questo processo e dimostrarono cosa volesse dire “approccio interdisciplinare”: non solo un affiancamento di discipline diverse, ma la loro commistione. Sepkoski utilizzò il modello di Wilson, appreso nella frequenza di due corsi tenuti da Wilson stesso ad Harvard, e alcune ricerche di Robert H. MacArthur sulla biogeografia delle isole a proposito dei mitili dei fiumi, per interpretare le popolazioni di queste specie sulla base di quel modello, facendo dei fiumi delle isole ecologiche. In generale, Sepkoski combinò la biologia delle popolazioni con l’ecologia sulla base di un’equazione logica.<sup>10</sup>

Questo approccio, che Sepkoski sviluppò con grande vigore, portò ad analisi che dimostrarono l’esistenza di modalità evolutive macroscopiche, come quelle relative alle famiglie e alle specie, al fianco di quelle microscopiche. Ciò stava a significare, per studiosi come Eldredge e Gould, che la selezione a livello di specie svolgeva un ruolo preponderante rispetto a quella individuale. In questo passaggio si rendeva evidente come la rivoluzione dei paradigmi evoluzionistici era qualcosa che intaccava profondamente, non solo in modo strutturale come nella “Modern Synthesis”, la teoria darwiniana, fortemente improntata sulla selezione individuale. Si andò così prospettando più di un assestamento del paradigma evoluzionista. Si avvicinava la rivoluzione di un intero paradigma.<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> *Ivi*, pp. 210-1.

<sup>10</sup> *Ivi*, pp. 216-26.

<sup>11</sup> *Ivi*, pp. 231-234.

# Dalla selezione naturale all'equilibrio punteggiato

## 5.1 La ristrutturazione dell'evoluzione

Hugh Falconer, chirurgo, paleontologo e coltivatore di tè indiani, fu uno dei corrispondenti più stimati da Darwin. Nella sua monografia del 1863 sugli elefanti fossili americani scrive: *Darwin, andando ben oltre tutti i suoi contemporanei, ha dato un forte impulso all'indagine filosofica sul ramo meno chiaro e tuttora arretrato delle Scienze Biologiche del suo tempo; egli ha gettato le fondamenta di un grande edificio, ma non deve sorprendersi se, al crescere della costruzione, la struttura soprastante verrà alterata dai suoi successori, come il Duomo di Milano, dove si passa dal romanico a uno stile architettonico diverso*<sup>1</sup>.

Darwin e Falconer si stimavano a vicenda ed erano d'accordo su più punti, ma a riguardo di alcuni mostravano opinioni divergenti. Darwin credeva che la selezione naturale sarebbe rimasta l'*intelaiatura* della teoria dell'evoluzione: essa sarebbe rimasta la forma principale dei processi evolutivi anche laddove i successivi sviluppi avrebbero negato alcuni aspetti e aggiuntone degli altri. Falconer invece pensava alla selezione naturale come *fondamenta* della teoria dell'evoluzione: essa sarebbe rimasta il sostegno principale degli studi evoluzionistici ma avrebbe visto la realizzazione di forme che, sebbene costruite su quelle fondamenta, avrebbero mostrato processi evolutivi distinti. Le forme nuove che sarebbero state rintracciate negli studi evoluzionistici, per Falconer, sarebbero rimaste contigue con le fondamenta ma avrebbero trasformato in maniera rilevante la struttura.<sup>2</sup> E così avvenne durante la seconda metà del secolo scorso, in cui la ristrutturazione della teoria dell'evoluzione, pur senza modificare le fondamenta dell'evoluzionismo darwiniano, procedette trasformando significativamente l'intero edificio.

---

<sup>1</sup> Hugh Falconer citato in Stephen J. Gould, *La struttura della teoria dell'evoluzione* (2002), cura di Telmo Pievani, Torino: Codice Edizioni, 2003, pp. 1-2.

<sup>2</sup> *Ivi*, p. 3-8.

Gould presenta la teoria degli equilibri punteggiati rifacendosi alle affermazioni di Falconer a proposito del confronto con Darwin. Per Gould l'equilibrio punteggiato è una teoria che, pur lasciando intatte le fondamenta della selezione naturale, comporta una trasformazione della struttura dell'evoluzione per mezzo di *espansioni, aggiunte e ridefinizioni*.<sup>3</sup> In effetti, la teoria proposta da Gould ed Eldredge esplicitò in modo elegante ed efficace quello che in quei decenni stava avvenendo alla teoria dell'evoluzione: il cambio di paradigma. La teoria darwiniana, nata nel XIX secolo e cresciuta in un forte e controverso dibattito pubblico, era stata poi consolidata nella prima metà del XX secolo fino all'apice del centenario de *L'origine delle specie*, per iniziare ad incontrare in seguito sempre più numerose constatazioni che la andavano modificando, negando, o affiancando. Uno dei principali scossoni che colpirono la selezione darwiniana fu quello che metteva in dubbio l'esclusività dell'evoluzione a livello individuale.<sup>4</sup> L'azione evolutiva per Darwin si svolgeva esclusivamente attraverso variazioni individuali, proprio questo era stato uno dei più eccezionali cambiamenti rispetto alla prospettiva evolucionistica predarwiniana, ma nella seconda metà del XX secolo, come vedremo con Gould, la selezione a livello prettamente individuale cominciava a divenire sempre più limitata, mentre andava mostrandosi un'evoluzione a livello di specie.

Ciò che gli scienziati evolucionisti stavano osservando nelle varie specie di organismi, come nelle cellule e nei geni degli organismi, mostrava procedimenti evolutivi che spesso non erano facili da inserire armoniosamente nei meccanismi della selezione naturale. E non solo il confronto tra nuovi fenomeni evolutivi e selezione naturale era problematico, ma spesso anche collegare tra loro quelle stesse nuove metodologie evolucionistiche risultava difficoltoso. *In effetti, come commento nell'ambito della sociologia della scienza, mi azzarderei a dire che i futuri storici potrebbero giudicare numerose collaborazioni embrionali (ma anche pubblicate) tra biologi evolucionisti e filosofi della scienza professionisti come l'aspetto più inconsueto e indicativo, sul piano operativo della ricostruzione della teoria dell'evoluzione.*<sup>5</sup> Una volta trovato un problema d'inserimento di nuovi dati sull'evoluzione di particolari organismi o parti di

---

<sup>3</sup> *Ibidem.*

<sup>4</sup> *Ivi*, pp. 15-16.

<sup>5</sup> *Ivi*, p. 36.

organismi, la questione spesso non era risolvibile solo con ulteriori, più approfondite e ampie osservazioni scientifiche. Il problema di collegare tra loro diversi dati e insiemi di dati era una questione che oltrepassava l'ambito strettamente scientifico. In altre parole, l'allenamento mentale filosofico poteva risultare molto utile a tal fine.<sup>6</sup>

Facciamo un paio di brevi digressioni che possono aiutarci a capire meglio le cose di cui tratteremo. Come abbiamo detto nei capitoli precedenti, l'approccio interdisciplinare andò sempre più emergendo nella seconda metà dello scorso secolo, e diciamo che esso ha continuato a svilupparsi fino ad oggi, ma c'è ancora molto su cui lavorare, e in alcuni paesi come l'Italia ancor più che in altri. In Italia troviamo infatti tutt'oggi una rigida divisione delle discipline e un numero di corsi interdisciplinari relativamente scarso rispetto ad altre realtà. Tutto ciò non fa altro che distanziare le utili conoscenze che ogni disciplina cura e, su un'ampia prospettiva, non fa altro che ostacolare quella comunicazione che vediamo già depressa nella nostra epoca. Non solo, continuare a rallentare l'intersezione delle discipline significa continuare a rallentare la conoscenza, perché l'intersezione delle conoscenze è qualcosa che le amplifica, che dà sviluppo a ciascuna di esse, migliorandole. Ciò non significa che non si debba, nell'ambito di ciascuna disciplina, affrontare studi specificatamente tecnici, anch'essi fondamentali, ma che bisognerebbe instaurare delle efficaci e durature relazioni tra le discipline.

Non c'è da stupirsi se sia un fenomeno diffuso quello che vede ridere uno studente di Medicina all'ascoltare che un altro studente frequenta, ad esempio, Filosofia. Non c'è da stupirsi se sia un fenomeno talmente diffuso da poter portare un medico a consigliare a quel tipo di studenti di non ammettere di provenire da corsi umanistici, a maggior ragione se trattasi di Filosofia, consigliando ciò con le migliori intenzioni, da buon medico. Ma un filosofo, da buon filosofo, dovrebbe ammettere invece senza alcun problema di provenire da un corso di Filosofia, e vedendo ridere uno studente di Medicina per avergli detto del suo corso di appartenenza, potrebbe ben dire, con gentilezza: questo tuo comportamento ti sembra degno di un serio medico?

---

<sup>6</sup> *Ivi*, p. 37.

Continuare a sfavorire un approccio misto delle discipline è una questione inerente allo sviluppo delle conoscenze, ma è anche un problema che ostacola la società in generale, compresa la politica di quella società, e la sua ecologia.

Il contributo filosofico ai problemi evoluzionistici e alla teoria dell'evoluzione non si limita a collegare i dati scientifici e a coordinare gli insiemi di quei dati, ma può portare anche a nuove prospettive di ricerca, può contribuire alle relazioni pubbliche, alla ricerca di agganci politici, di finanziamenti, e al coinvolgimento della cittadinanza. Soprattutto a proposito di alcuni temi, come quelli ecologici, che oggi più che mai fondono insieme politica ed evoluzione, la partecipazione di una cittadinanza attiva non dovrebbe essere un fattore secondario di una bene intesa attività politica. Oggi come ieri, o forse meno di ieri se per ieri intendiamo lo scorso secolo, la cittadinanza si attiva perlopiù quando un livello ritenuto superiore, come può essere quello dei politici di professione, organizza appunto delle attività. La cittadinanza si attiva spesso per opera di questi livelli superiori, o meglio, anche se si presentano delle iniziative cittadine atte ad affrontare in qualche modo dei problemi particolari, ed emerse ad opera dei cittadini comuni, queste iniziative, forse per necessità, si sviluppano e si diffondono soprattutto con l'ausilio della politica. Ciò avviene anche laddove potrebbe sembrare il contrario, come ad esempio afferma Simone Turchetti a riguardo del movimento ecologista, emerso a partire dalla seconda metà del secolo scorso come un movimento organizzato, che peraltro coinvolse anche il movimento hippy, dai poteri politici superiori per contrastare alcune parti politiche troppo conservatrici. Anche se ciò non sta a significare che quel periodo storico non avesse, già nel livello della cittadinanza, una propensione a dare vita a un simile movimento. Sta invece ad indicare che esso è riuscito a progredire grazie al sostegno di certe parti politiche senza le quali non sarebbe durato così a lungo e non avrebbe raggiunto l'estensione che ha manifestato.<sup>7</sup> Eppure, si doveva mitigare quel movimento, non era ancora una rivoluzione quella che si andava cercando, e dunque il movimento fu sedato, termine che a tal proposito non potrebbe essere più adeguato.

Anche oggi, non solo la cittadinanza non si attiva da sola, e non si attiva per sé, ma da sola per molti aspetti nemmeno esiste. L'assenza di validi, diffusi, ufficiali, e capaci centri di collegamento sociale ne è la palese dimostrazione. Ma il cambiamento

---

<sup>7</sup> Simone Turchetti, *Greening the Alliance: The Diplomacy of NATO's Science and Environmental Initiatives*, Chicago: University of Chicago Press, 2018, pp. 122-58.

climatico, dimostrato dalla maggior parte dell'attuale scienza, che richiede il contributo della cittadinanza e che sta cercando di generare una politica adeguata al problema, è un tema che mette insieme scienza e società, e mette insieme dimensioni come l'evoluzione e la politica, la biologia e la filosofia.

Comunque, dicevamo, lo sviluppo delle conoscenze evoluzionistiche ha portato ad una ristrutturazione e ad un allargamento della teoria dell'evoluzione. Questo ampliamento si è inoltre incrociato con questioni che prima apparivano distanti ma che oggi, alla luce di problemi certamente non trascurabili, sono definibili a tutti gli effetti problemi evoluzionistici. Il collegamento tra industria, natura, e scienza, è diventato un problema evoluzionistico, un problema evoluzionistico che incrocia politica, economia, e natura, in modi mai visti prima nella storia. L'ecologia del nostro pianeta, anche se molte persone e società non guardano né sono in ascolto, ci sta mostrando quanto la specie umana sia una specie animale che dipende, come ogni altra, dagli ecosistemi.

Nella storia della biologia il livello esclusivo della selezione proposto da Darwin, l'organismo, fu affiancato da molti altri livelli, dai geni alle specie e fino ai sistemi ecologici. La selezione per interazione casuale tra elemento e ambiente fu affiancata da un'integrazione causale degli elementi nell'ambiente.<sup>8</sup> Nel corso del Novecento l'edificio dell'evoluzione è stato ristrutturato, il cambio di paradigma stava per completarsi. Nuove realizzazioni andavano prospettandosi.

## 5.2 I criteri della selezione naturale

I tre criteri forti della selezione naturale:<sup>9</sup>

- potenza: l'incontro degli organismi tra loro e con l'ambiente, da cui risultano sfavoriti e favoriti
- efficacia: la capacità della selezione naturale di garantire il sostentamento delle variazioni favorevoli

---

<sup>8</sup> Stephen J. Gould, *La struttura della teoria dell'evoluzione*, cit., p. 42.

<sup>9</sup> *Ivi*, p. 80.

- portata: le numerose possibilità di applicazione del metodo della selezione naturale a specifiche evoluzioni.

L'azione dell'evoluzione, che in Darwin ineriva esclusivamente all'individuo come singolo organismo, era, come abbiamo detto, un fattore di svolta rispetto alle precedenti teorie dell'evoluzione. Quello di Darwin, rispetto ad esse, appariva come un riduzionismo abbastanza evidente. In seguito, questo riduzionismo fu ulteriormente ampliato scendendo fino ai geni, e diede luogo, come abbiamo discusso, a problematiche di vario tipo. D'altra parte, venne invece sostituito da un approccio ecologico tutt'altro che riduzionista, cui abbiamo accennato e di cui tratteremo in seguito. In entrambi i casi, come afferma Gould, la potenza della selezione naturale a livello individuale è stata fortemente limitata a particolari e non universali casi evolutivisti. Negli attuali studi evolutivisti l'incontro evolutivo non concerne più soltanto gli organismi, ma agisce a livello genico e interagisce a livello ecologico in proporzioni variabili.

Sull'efficacia della selezione naturale le crescenti conoscenze che sono andate dimostrandosi in questi decenni hanno ulteriormente limitato anche in questo punto la teoria. La casualità delle variazioni evolutive, infatti, è stata spesso contraddetta da una evolvibilità di tipo costitutivo, ovvero da azioni organiche che si sviluppano appositamente per rispondere a delle esigenze ben definite.

Dalla rivalutazione della potenza e dell'efficacia della selezione naturale appare chiaro che la portata di questa teoria evolutivista è stata anch'essa fortemente limitata.<sup>10</sup>

Ciò che rese l'opera di Darwin così forte e capace di reggersi contro gli attacchi, e che la rese capace di perdurare all'interno dello sviluppo culturale, al di là del periodo storico propizio e dell'enorme lavoro di raccolta, interpretazione e sistemazione dei dati, fu che la selezione naturale rispondeva a questi tre criteri di forte impatto scientifico: potenza, efficacia, portata. Ma la portata dei dati evolutivisti era enorme (tutt'oggi conosciamo solo circa, e al massimo, 1/10 delle specie esistenti), e già Darwin si rendeva conto, di tanto in tanto, di alcune sfaccettature evolutive che rimandavano a meccanismi poco inclini ad essere inseriti nella selezione naturale. La

---

<sup>10</sup> *Ivi*, pp. 81-3.

strabordante portata dei fenomeni evolutivisti, poi, con l'avanzare delle conoscenze andò a rifrangersi ulteriormente sulla potenza e sull'efficacia della selezione naturale che già, come abbiamo detto, stavano incontrando notevoli limitazioni.

A differenza dei primi decenni successivi alla pubblicazione de *L'origine delle specie*, in cui vi erano netti schieramenti tra difensori e critici di Darwin, negli scorsi decenni ed ancora oggi, grazie al contributo di opere come quella di Gould, non si tratta più tanto di difendere una teoria sotto attacco, quanto di comprendere meglio come vadano intersecandosi i vari modi dell'evoluzione.<sup>11</sup> Eppure, ancora oggi a volte si rendono evidenti contrapposizioni molto discutibili. Un caso eclatante, ad esempio, è lo scontro tra evolutivisti e creazionisti che ancora, quasi due secoli dopo Darwin, è molto forte in alcune zone del mondo, come in alcuni stati degli U.S.A., e mostra controversie che in ogni caso non si limitano ai soli ambienti religiosi. Come abbiamo visto con la sociobiologia di Wilson, l'evoluzione è un campo fertile, che interagisce con problemi inerenti alla politica, alla moralità, e perfino all'economia, come per i problemi dell'inquinamento ambientale.

### 5.3 Adattazionismo, formalismo, e funzionalismo

Una delle perplessità più notevoli che Gould nutre nei confronti dell'evoluzione per selezione naturale è la sua insistenza sull'evoluzione come adattamento.<sup>12</sup> In realtà, Darwin affermava la selezione naturale come il principale agente dell'evoluzione,<sup>13</sup> ma non sosteneva che la selezione era il fattore esclusivo dello sviluppo evolutivo. L'insistenza sulla selezione naturale e l'adattamento è un retaggio dell'interpretazione darwiniana sulla quale insistevano i teorici del neodarwinismo del Novecento, e sulla quale si basava Gould quando criticava Darwin per quell'insistenza. Come sostenuto da studi più recenti, nella sua teoria Darwin si occupò dell'evoluzione per adattamento tramite selezione naturale, ma era consapevole di evoluzioni che si manifestavano attraverso meccanismi interni agli organismi viventi, come dimostrano i capitoli dell'*Origine* dedicati all'embriologia e i tentativi di Darwin di formulare una nuova concezione dell'ereditarietà con la sua teoria della pangenesi. Come sostiene Giuliano

---

<sup>11</sup> *Ivi*, pp. 72-3.

<sup>12</sup> *Ivi*, p. 58.

<sup>13</sup> Charles R. Darwin, *L'origine delle specie*, cit., p. 12.



Pancaldi in un recente articolo, questa consapevolezza di Darwin può ben tradursi in una visione della vita in cui sia l'organismo che l'ambiente sono gli artefici dell'evoluzione. A differenza dei neodarwiniani del Novecento, Darwin proponeva un evoluzionismo pluralista, che ammetteva l'azione di molteplici fattori evolutivi.<sup>14</sup>

In Darwin, comunque, le modificazioni evolutive e le speciazioni che rispondono alla selezione naturale si manifestano come stretti adattamenti, al punto che la condizione di esistenza di un dato carattere evolutivo consiste nelle sue proprietà di adattamento.<sup>15</sup> Questo è inoltre uno dei pochi punti in comune che troviamo tra Darwin e Jean-Baptiste de Lamarck, anch'egli sostenitore di un'azione evolutiva verificabile solo per adattamento.<sup>16</sup>

Qualcosa di molto diverso era stato invece teorizzato da Theodor Eimer che coniò il termine "ortogenesi" per indicare l'esistenza, da alcuni ipotizzata, di canali evolutivi in grado di direzionare l'evoluzione dall'interno, quindi causalmente, e non casualmente e dall'esterno come nella selezione naturale. Eimer ammetteva però che il formalismo di quei canali evolutivi si incrociava con la contingenza delle condizioni ambientali ed in queste dava luogo a un'evoluzione funzionalista. Ne risultava quindi un approccio misto in cui sia l'adattazionismo che il formalismo e il funzionalismo andavano incrociandosi e manifestandosi nelle evoluzioni osservate concretamente. Anche se, tuttavia, l'adattazionismo presente nell'ortogenesi di Eimer non era di tipo darwiniano, ma lamarckiano. Le evoluzioni che risultavano dall'incontro tra proprietà dell'organismo e condizioni dell'ambiente non erano casuali: per Eimer avvenivano secondo delle interazioni che erano anch'esse formalmente costituite, ovvero orientate, e poco era lasciato al caso. Andava emergendo così una teoria dell'evoluzione che nel complesso si mostrava alquanto teleologica.

Non è chiaro quanto Eimer considerasse dinamiche quelle direzioni evolutive ma, comunque, asserire che l'evoluzione si perpetuava esclusivamente per interazioni causali tra organismo e ambiente voleva dire restringere di molto, o del tutto, i

---

<sup>14</sup> Giuliano Pancaldi, *Darwin's Technology of Life*, cit., pp. 680-700.

<sup>15</sup> Stephen J. Gould, *La struttura della teoria dell'evoluzione*, cit., p. 87.

<sup>16</sup> *Ivi*, p. 84.

fenomeni casuali, e dunque voleva dire limitare fortemente l'imprevedibilità dell'evoluzione, ovvero la sua indeterminazione.<sup>17</sup>

L'ortogenesi di Eimer appariva dunque come un evolucionismo teleologico. Ancor più teleologico e deterministico era l'evoluzionismo di Alpheus Hyatt. Costui affermava che l'evoluzione procedesse pressoché esclusivamente attraverso determinazioni strettamente organico-corporee. Hyatt credeva che all'interno delle specie si trovasse come un progetto predeterminato di sviluppo evolutivo, e questo poteva semmai assestarsi dall'incontro con le condizioni ambientali, ma non deviare. Le direzioni evolutive ortogenetiche di Hyatt erano dunque nettamente contrarie alla selezione naturale, lasciavano peraltro poco spazio anche all'adattazionismo e al funzionalismo, per dare un potere smisurato ad un formalismo di tipo deterministico.<sup>18</sup>

Una teoria ortogenetica meno arbitraria fu quella sviluppata da Charles Otis Whitman. Concentrandosi sulla colorazione dei piccioni domestici, egli riscontrò canali evolutivi di passaggio dai disegni a scacchiera alle righe fino all'obliterazione dei colori, mentre Darwin credeva che questa sequenza avvenisse nel verso opposto. Comunque, ciò che qui ci interessa sta nel valore dato a simili predisposizioni evolutive rispetto alle interazioni organismo-ambiente. Mentre per Whitman il formalismo costitutivo era il principale fattore di evoluzione, per Darwin queste predisposizioni evolutive potevano avvenire, ma qualora fosse avvenuta contemporaneamente un'esigenza adattiva, allora la funzione richiesta avrebbe prevalso sul canale costitutivo.<sup>19</sup> In altre parole, per Darwin le proprietà costitutive degli organismi, che pure non negava, erano in grado di dar luogo a delle variazioni in modo direzionale, ma queste variazioni avevano poca rilevanza: nel complesso l'evoluzione si svolgeva principalmente per adattamenti e funzionalità, e questi venivano selezionati da interazioni casuali.

Forse, Darwin aveva esagerato nello sbilanciarsi a favore di un'evoluzione perlopiù casuale, e avrebbe potuto considerare di porre, quantomeno teoricamente,

---

<sup>17</sup> *Ivi*, p. 90.

<sup>18</sup> *Ivi*, p. 91.

<sup>19</sup> *Ibidem*.

l'evoluzione nel mezzo tra caso interno e causa esterna. Avrebbe potuto poi verificare, di volta in volta, caso per caso, entro quale delle due strategie evolutive l'evoluzione di particolari organismi si svolgeva. Così facendo, avrebbe probabilmente constatato che in alcuni casi l'evoluzione non avveniva solo per casualità interna, ma anche per causalità interna. Ma quando Darwin realizzò la sua teoria l'evoluzione non era qualcosa di pubblica accettazione (ricordiamo che in alcuni ambienti non lo è tutt'ora), era pertanto necessaria una teoria specifica di una metodologia evolutiva ben evidenziata e dimostrata, ed in questo Darwin fu un maestro. Per sbaglio o per volontà, l'insistenza spesso eccessiva di Darwin sulla casualità nell'evoluzione può ben essere tradotta come la presenza della libertà nella storia. In questo caso, della libertà nella storia degli organismi, ma nel caso umano, anche della storia in generale, visto che siamo pur sempre anche noi degli animali, e lo siamo in molto di ciò che facciamo.

Togliere peso al determinismo e svalutare un procedere storico teleologico, è qualcosa che Darwin fece in grande stile, e verso cui ancora oggi nutriamo un profondo debito nei suoi confronti. Tuttavia, vedremo in seguito come e perché oggi si renda necessario un aggiornamento della relazione evoluzionistica tra determinato e indeterminato, tra causale e casuale.

Alla fine del XIX secolo l'evoluzionista William Bateson promosse una teoria che sosteneva variazioni discontinue tra individui di una popolazione o tra popolazioni di specie evolutivamente vicine. Le analisi che compì e che gli suggerirono quella discontinuità evolutiva portarono Bateson ad affermare un'evoluzione di stampo formalista che avveniva "per salti", negando in questo modo l'adattamento come fattore necessario per lo sviluppo evolutivo.<sup>20</sup>

Una teoria saltazionista che però non era formalista, ed era in molti aspetti l'opposto di quella di Whitman, fu quella avanzata dal botanico Hugo de Vries, affermando che l'evoluzione procedeva in modo discontinuo e a volte repentino pur senza seguire predisposizioni interne di tipo formalista. Nonostante ciò de Vries sosteneva che l'evoluzione delle specie seguisse, sebbene non per un predeterminismo di tipo

---

<sup>20</sup> *Ibidem.*

formalista, dei canali evolutivi rapidi e comuni a più organismi, ed erano questi canali evolutivi che venivano selezionati in modo adattivo e funzionale. La sua fu quindi una teoria dell'evoluzione per "selezione di specie".<sup>21</sup>

Un teorico dell'evoluzione che propose una teoria formalista al culmine del periodo storico dell'ortodossia darwiniana della Sintesi Moderna, ovvero nella prima metà del XX secolo, fu Richard Goldschmidt. Egli sostenne un'evoluzione per salti formalista e non adattazionista, riportandone la presunta validità ad ogni livello biologico. Goldschmidt fu per questo bersagliato dalle critiche da ogni parte del campo di studi sull'evoluzione.<sup>22</sup>

#### 5.4 Passando all'equilibrio punteggiato

Uno dei primi cambiamenti di tipo prospettico tra selezione darwiniana ed equilibrio punteggiato è quello che vede l'accettazione, nella teoria di Gould ed Eldredge, della molteplicità dei livelli organizzativi entro i quali si svolge l'evoluzione, ovvero: geni, linee cellulari, organismo, deme, specie, clade. Questi livelli sono gerarchizzati secondo relazioni proporzionate in modo variabile.<sup>23</sup>

Un'altra differenza tra le due teorie consisteva nella relativizzazione di un'impostazione basilare della selezione naturale che vedeva, come scintilla capace di innescare l'evoluzione, il sovrappopolamento dei luoghi. In questo sovrappopolamento si innescava il motore della selezione che andava favorendo quelle variazioni che, a seconda delle relazioni tra organismo e ambiente, risultavano favorevoli rispetto ad altre.<sup>24</sup> Ricordiamo che la rielaborazione della teoria differenziale tra crescita aritmetica degli elementi nutritivi e crescita esponenziale degli individui, per la quale il conflitto era una conseguenza necessaria ed un fattore che portava alla necessità del cambiamento, effettuata da Darwin sulle affermazioni di Thomas Malthus, fu uno dei principi generatori della selezione naturale. Ma vedremo in seguito come questa

---

<sup>21</sup> *Ivi*, p. 92.

<sup>22</sup> *Ivi*, p. 92-3.

<sup>23</sup> *Ivi*, p. 99.

<sup>24</sup> *Ivi*, p. 93.

intersezione tra elementi che competono tra loro per emergere, e che competono per una coincidenza di luoghi, sia pressoché assente in molti casi evuzionistici.

Ciò che qui ci interessa è ciò che vi è dietro la concezione ecologica darwiniana della competizione: essa lascia intendere che il carburante dell'evoluzione sia l'interazione conflittuale tra gli elementi. Tuttavia, spesso l'evoluzione procede per collaborazione e non per conflitto, e ciò è qualcosa che rivoluziona profondamente la visione ecologica ed evuzionistica della vita. Questo passaggio prospettico è tanto drastico quanto importante: in un ecosistema due o più organismi o specie a lavoro sugli stessi elementi ecologici, competono, e possono competere darwinianamente e dare risultati evolutivi attraverso selezioni naturali. Ma il cambiamento comportamentale di una specie, o il cambiamento della specie che agisce su un elemento ecologico, possono avere effetti anche molto lontani e innescare reazioni evolutive che non sono aprioristicamente definibili come conflittuali. Questi affiancamenti "lateral" di alcuni movimenti evolutivi possono certo dare luogo ad altre competizioni tra altre specie in altri luoghi, ma non sono originati dal conflitto e non è detto che sfocino in conflitti o competizioni.

I cambiamenti delle specie e delle loro relazioni all'interno di un ecosistema possono dar luogo a reazioni a catena di varia natura (alcune specie sono più rilevanti di altre nel mantenimento della stabilità ecologica), ma le reazioni che sono innescate non sono solo di tipo conflittuale, sono anche collaborative. Alcune di queste collaborazioni possono svolgersi secondo parametri molto diversi da quelli della selezione naturale, mentre altre, pur risultando in evoluzioni per selezione naturale (ovvero come diffusione di vantaggi) non avvengono per conflitto di organismi o di specie, ma per adattazioni emergenti da quelle relazioni collaborative che sono maggiormente in grado di dare sostentamento agli organismi-specie. Essi vengono quindi avvantaggiati non tramite competizione ma attraverso collaborazioni ecologiche vantaggiose, la cui competizione potrebbe semmai verificarsi a livello potenziale tra una relazione e l'altra, ma non sarebbe una competizione tra organismi.

Inoltre, non solo gli organismi compresi in una specie possono mostrare processi evolutivi condivisi non necessariamente conflittuali, ma interi ecosistemi possono mostrare queste collaborazioni. Nell'equilibrio punteggiato, infatti, capita che i periodi

di stasi, che rappresentano il 98-99% del tempo di una specie, possano essere condivisi da specie diverse. Può cioè verificarsi una “stasi coordinata” tra specie in quanto non vi è, complessivamente, un periodo di rivoluzione-evoluzione condiviso.<sup>25</sup>

Ne risulta una differenza fondamentale tra selezione naturale ed equilibrio punteggiato, differenza che rimanda all’incorporazione, nella teoria di Gould ed Eldredge, di studi evuzionistici avvenuti dopo Darwin: dato che l’evoluzione opera su numerosi livelli, secondo numerose modalità, e relaziona i fattori evolutivi in modi variabili, la competizione, quando avviene, può avere nature molteplici, ed altrettanto molteplici possono essere le collaborazioni che si osservano.

---

<sup>25</sup> *Ivi*, p. 107.

## Capitolo VI

### Gli individui dell'evoluzione

#### 6.1 L'evoluzione tra individui e specie

L'equilibrio punteggiato è una teoria evolucionistica che incorpora varie interpretazioni dell'evoluzione: tiene conto dell'adattazionismo ma senza chiudersi in esso; è formalista ma non restringe l'evoluzione in un determinismo biologico di tipo teleologico; ed è funzionalista senza sostenere che le funzioni biologiche emergano e si diffondano sempre e necessariamente come entità funzionali già nella loro prima formazione. Quando Stephen Jay Gould e Niles Eldredge svilupparono questa teoria, nei primi anni '70, l'iniziale discostamento dalle altre interpretazioni evolucionistiche riguardava principalmente la velocità dell'evoluzione: dal gradualismo neodarwiniano a un'evoluzione statica per la maggior parte del tempo delle specie, e rapida in periodi relativamente brevi. La teoria andò poi crescendo nel corso degli anni e alcune sue ramificazioni, dapprima presenti esplicitamente o implicitamente ma inizialmente poco sviluppate, andarono rinvigorendosi. Una di queste fu la presa in considerazione di un'evoluzione a livello di specie al fianco di un'evoluzione a livello individuale.

Prima di proseguire rifletteremo su cosa intendiamo per specie, perché mentre da un punto di vista strettamente biologico è abbastanza chiaro (sebbene non in tutti i casi) cosa sia una specie, da un punto di vista che potremmo definire fenomenologico, la questione è molto meno chiara. Naturalmente, all'interno del nostro sistema conoscitivo, i problemi biologici e fenomenologici dell'evoluzione verranno collegati.

In particolare: la specie è solo un insieme di elementi che soli hanno capacità di agire? O ha anch'essa una capacità di agire che oltrepassa quella di ogni singolo elemento di cui è composta? Ed inoltre la specie, quale insieme di organismi, è un essere anch'essa o è solo una costruzione epistemologica?

L'individualismo illuminista, che già era stato abbracciato dal nonno di Darwin, Erasmus, era perdurato in Inghilterra anche dopo che la fede nell'Illuminismo era stata modificata a seguito degli eventi verificatisi nella Rivoluzione francese. Charles Darwin rielaborò la sua formazione post-illuminista facendo rientrare nell'evoluzione quella concezione che era emersa nel secolo precedente e che affermava gli individui come gli agenti di ogni cambiamento, sia circoscritto che esteso.<sup>1</sup> Questo riduzionismo, come abbiamo visto, mentre era stato già affermato a livello sociale rappresentava invece una svolta rispetto ai precedenti approcci di studio dell'evoluzione: ridurre all'individuo il succedersi delle evoluzioni fu una rivoluzione che Darwin compì e che restò valida per lungo tempo. In effetti, ancora oggi la concezione degli individui come i principali portatori di variazioni potenzialmente in grado di smuovere l'evoluzione è un fatto convalidato, e tuttavia per alcuni casi e caratteri evolutivistici l'evoluzione a livello di specie ha mostrato anch'essa una validità notevole.

Quando pose l'individualismo come asse centrale della sua teoria Darwin ripropose, in particolare all'interno dell'ambito evolutivistico della biologia e della geografia, e ponendo la questione insieme ad altri parametri come quelli malthusiani, ciò che Adam Smith aveva sostenuto nella fondazione dell'economia politica: gli individui come costruttori della società e la società come risultato accidentale delle opere individuali.<sup>2</sup> Ma questa concezione, funzionale ad un sistema politico come quello settecentesco, che supportava quel movimento di liberazione dei cittadini dalle vecchie catene politiche, recava con sé un paradosso che lo tagliava in due e ne dimezzava la validità. L'individualismo ammetteva che l'operato degli individui realizzava una società contingente rispetto a loro, una società che non era andata materializzandosi seguendo caratteri preordinati o propri di altri livelli come quelli collettivi. La società era il risultato di un'accumulazione di piccole parti operative ognuna delle quali contingente rispetto alle altre, e che andavano collegandosi secondo modalità altrettanto contingenti. Ma se ciò era valido, allora questa doveva essere solo una parte della verità, perché gli individui nascevano e crescevano in una società che era già molto sviluppata, pertanto se era vero che essi operavano modificando la società, doveva essere altrettanto vero che quella dimensione sociale agiva retrospettivamente sugli individui. Cittadini e società poggiavano su un unico terreno e, pertanto, era plausibile

---

<sup>1</sup> *Ivi*, p. 741.

<sup>2</sup> *Ivi*, p. 742.



che interagissero reciprocamente, come due semisfere di un'unica e compatta sfera, come due lati di un'unica Luna. Perciò, riportando questa relazione all'interno dell'evoluzione si doveva ammettere, come in seguito faranno studiosi come Gould, che se gli individui erano i mattoni delle specie, le specie erano però i muri entro i quali le nuove generazioni di mattoni avrebbero dovuto andare posizionandosi. Ma non tutti i posizionamenti vengono permessi, le specie agiscono come società entro le quali vi è un certo grado di libertà espressiva, ma non la libertà assoluta. In una data società come in una data specie alcune caratterizzazioni, come quelle comportamentali o estetiche, sono permesse, altre no. Il che significa che una variazione non approvata, come un carattere estetico che non viene largamente selezionato sessualmente e quindi non si trasmette nelle generazioni di quella specie, o come un carattere funzionale che non è compatibile con le caratteristiche comportamentali usuali di quella popolazione, difficilmente può sussistere in esse. E ciò ci rimanda ad un'altra questione, di cui tratteremo nel capitolo VIII, ovvero alla necessità che alcune variazioni incontrano, per via di variazioni non selezionate dalla natura o dal sesso, di distaccarsi dai luoghi e dalla popolazione per cercare di diffondere altrove quelle caratteristiche, dove il peso della selezione è minore e le possibilità di riuscita maggiori. Ciò che qui ci interessa chiarire è che le analisi evoluzionistiche condotte nella seconda metà dello scorso secolo hanno confermato che l'influsso delle specie sugli individui è tutt'altro che illusorio e trascurabile. A volte l'evoluzione si presenta come conseguenza di variazioni comuni agli individui di una data popolazione, variazioni che quindi non possono esser dette individuali in senso darwiniano. Altre analisi ancora, come quelle riferite alla psicologia e all'etologia, hanno anch'esse confermato che la società agisce sugli individui, come nel caso di alcune credenze e di certi comportamenti e atteggiamenti che non sono affatto opera di scelte individuali, ma sono portati negli individui dall'esterno e tendono a determinarli.

## 6.2 Sugli organismi, le specie e gli ecosistemi

Uno dei problemi che ostacolavano la comprensione dell'azione collettiva su quella individuale consisteva nel problema dell'entità di ciò che è collettivo. In altre parole, dato che la specie non è un individuo, perlomeno non nel modo in cui intendiamo

ordinariamente l'entità individuale, ma è invece un insieme di individui, come può agire all'unisono?

Questa domanda ci porta ad un ulteriore allargamento del problema: non è necessario che una specie agisca in un unico modo. In una stessa specie possono verificarsi, o essere potenzialmente verificabili, più modalità di azione sugli individui, e questa molteplicità, soprattutto quando è abbinata ad altri fattori evolutivi, può sfociare in evoluzioni e speciazioni che riguardano quegli specifici gruppi della specie.

Il problema dell'entità di ciò che è collettivo, come una specie, problema che è tutt'oggi difficilmente compreso, è spesso osservato da un punto di vista ontologico ed è proprio per cause ontologiche che continua ad essere per molti aspetti un problema irrisolto. La specie non è un individuo ordinario, allora come può agire come se lo fosse?

Una specie può agire in numerose modalità, ad esempio i comportamenti appresi sono una forma di azione della specie sull'individuo, la stessa cultura lo è, perché è vero che l'apprendimento è comunque qualcosa che si trasmette da individuo a individuo, ma è anche vero che la materia di quella trasmissione è il più delle volte il risultato dell'azione congiunta, ed estesa nel tempo, di un numero anche molto alto di individui. Lo stesso si può dire del pool genico, anch'esso facilita alcune trasmissioni e ne ostacola altre, e anch'esso è il risultato dell'incrocio di numerosi individui, ma la materia di cui è costituito quel pool genico, una volta portata a maturazione, non è più interamente rintracciabile nei singoli soggetti, ma diviene una dimensione intersoggettiva che trova la sua entità, la sua esistenza, e la sua concretezza, nelle azioni che ostacola o favorisce a livello di popolazione.

L'entità di una specie, quindi, non è da intendere, come se si trattasse di un essere organico ordinario, quanto piuttosto in maniera effettiva: l'entità della specie si trova nei fenomeni che vengono ostacolati o favoriti a livello individuale.

Pensare alla specie come se fosse essa stessa un individuo, comunque, è certamente qualcosa che si può fare, ma per farlo è necessario modificare di molto le nostre convinzioni e percezioni a proposito di cosa è un essere vivente. La specie è comunque costituita da individui in carne ed ossa, quella è la sua entità strettamente ontologica, che non è però inesistente per il solo fatto di non avere un organismo

individuale come lo si intende ordinariamente. Ma in generale il problema è che l'esistenza "ontologica" è qualcosa che rimanda alla nostra concezione di esistenza, di essere, di organismo, e tuttavia quella nostra concezione è solo una delle tante possibili. Se si pensa a un formicaio, ad esempio, e al modo in cui gestisce e "muove" gli organismi individuali, non è poi così difficile riuscire a percepire un organismo con varie parti coordinate. Più difficile è invece percepire l'organismo di un'intera popolazione o specie, o addirittura di un intero ecosistema, intanto perché non abbiamo un'immagine unificata di fronte a noi, e poi perché la complessità ci induce a sezionare, e a non tenere unito, l'insieme delle cose che andiamo a considerare. Eppure, anche un libro, che certo vediamo intero quando è chiuso e poggiato su un tavolo, è formato da tante pagine e può comprendere anche molti argomenti diversificati, ognuno dei quali lo vediamo in singole cartelle e in singoli capitoli. Non vediamo contemporaneamente tutte le pagine del libro, eppure non abbiamo problemi a dire che quello è un solo libro, per via della nostra percezione ontologica favorita da un oggetto che si dà a vedere, soprattutto quando è chiuso, nella sua unità. Ma lo stesso si può dire di un intero ecosistema o addirittura dell'intero pianeta, un solo pianeta visto dallo spazio, quando è chiuso in un'immagine di copertina. Quando si apre però, quando si hanno i piedi per terra e quando si sfogliano le pagine, vediamo che quel mondo come quel libro è composto da tanti elementi, tutti singolari, ma pure resta un'entità unica, e non è che quell'entità sia meno vera e abbia minore esistenza delle singole cose di cui è composta; tutto ciò dipende solo dalla nostra percezione, insieme sensoriale ed epistemologica.

L'interpretazione sull'esistenza delle cose, delle specie come degli individui, resta qualcosa che non è così perché quella è la realtà, è così perché noi pensiamo che quella sia la realtà. Nell'organismo per eccellenza del nostro pianeta, nella *Gaia* di cui parleremo nel capitolo IX, le specie possono essere interpretate, ad esempio, come particolari tipologie di proteine in una cellula, che hanno delle funzioni utili al sostentamento della più grande entità cellulare che le ha in parte prodotte. Questa non è un'ipotesi assurda, anzi, attualmente è forse la nostra migliore interpretazione complessiva della vita, è solo che è molto distante da ciò che ci crediamo di essere e da ciò che siamo abituati a percepire effettivamente, ma la sua entità non è per questo meno reale.

A volte una spiegazione metodologica rimanda a quella metafisica e c'è il rischio di convertire concetti collettivi in entità collettive. Ma dato che ogni concetto include almeno un'entità, e ogni entità include almeno un concetto, dove si trova la differenza tra concetti ed entità? Quali sono i concetti di un'entità e le entità di un concetto? Per esempio, qual è la differenza tra animale e pianta? Quali sono i concetti inclusi nelle entità che essi rappresentano? La differenza tra animale e pianta potrebbe sembrare una questione biologica e fisica, o comunque una questione materiale, ma in realtà è anche una questione concettuale e metafisica. La distinzione che facilmente percepiamo tra comuni piante ed animali rimanda alla relazione tra i loro concetti-entità, distinti tra piante ed animali. Allora un animale è un organismo che possiede, per esempio, un cervello. Ma cos'è un cervello? Un sistema di neuroni? Ma il nostro concetto-entità di neurone è quello del neurone umano, e tuttavia neuroni potrebbero essere anche altre cose, cose che in quel nostro usuale sistema epistemologico sono diverse da ciò che usualmente intendiamo per neuroni.

*In 2009, Atsushi Tero, from Hokkaido University, released a slime mold [fungo mucillaginoso] onto a Petri dish modeled on a map of the Greater Tokyo Area, with bits of food standing in for major urban centers ... After a day, it had created a network that was almost identical to Tokyo's actual rail network. Human designers had created that network to be as efficient as possible; the slime mold had done the same, but without any brainpower.<sup>3</sup>*

La muffa cui si riferisce la suddetta citazione, nominata *Physarum polycephalum*, è un'entità unicellulare che senza avere neuroni, né organi in senso usuale, dimostra comportamenti intelligenti come nella scelta di percorsi più efficaci rispetto ad altri. Qui vediamo come questa entità, formata da un solo tipo di cellule, riesca a comportarsi in modo intelligente pur non avendo un cervello. In questo caso a fare la differenza nel comportamento generale non sono chiaramente le singole cellule ma le loro relazioni reciproche, relazioni che “esistono” come cause del comportamento verificabili negli effetti dimostrati non a livello delle singole cellule, ma al livello di un insieme di cellule.

Quello che chiamiamo l'organismo di una muffa è, in realtà, una popolazione di organismi cellulari, in questo caso tutti appartenenti alla stessa specie di cellula,

---

<sup>3</sup> Ed Yong, *A Brainless Slime That Shares Memories by Fusing. The oozing yellow organism has no neurons, but it can solve mazes, make decisions, and learn by merging together*, «The Atlantic», (December 21, 2016).

ognuno dei quali è relativamente autosufficiente. L'individuo, in questo caso la cellula, è in circostanze come queste molto meno influente rispetto alla collettività nell'andamento complessivo dell'entità considerata. Lo stesso avviene in quelle evoluzioni che avvengono a livello di specie, in cui l'andamento evolutivo perseguito non è il prodotto dell'incontro tra variazioni individuali e richieste ambientali, ma è il risultato di un procedere evolutivo a livello di specie, capace di agire non tramite gli individui ma attraverso le relazioni tra individui. Quando l'evoluzione a livello di specie prevale su quella a livello individuale le proprietà evolutive singolari dei componenti individuali non hanno molte probabilità di diffondersi, e per farlo dovrebbero seguire percorsi diversi da quelli del resto della popolazione, e possono farlo secondo modalità evolutive di cui tratteremo più in là. Ma fin quando gli individui appartenenti a una popolazione che si sta evolvendo a livello di specie restano in quell'insieme, trasmuteranno come il resto della popolazione o saranno lasciati indietro. Ad ogni modo, anche laddove l'evoluzione proceda a livello di specie, ciò non vuol dire che essa avvenga in modo deterministico, così può apparire ad un livello, come quello individuale che viene determinato dall'andamento interindividuale, ma su altri livelli, come quelli della popolazione, l'evoluzione possiede comunque molteplici vie entro cui può verificarsi.

Un'altra cosa che è bene tenere a mente è che ogni entità che diciamo individuale può essere scomposta in entità più piccole tali da farla risultare un insieme, e dunque, un collettivo di elementi. Così come un insieme di elementi accomunati ma distinti può venire unificato all'interno di un individuo di varia natura. Un intero ecosistema può divenire una sola entità laddove è interpretato nel suo comportamento complessivo, frutto dell'azione di singoli individui, di singole specie, e delle loro relazioni reciproche. E come per l'intelligenza di un organismo senza cervello come una muffa, il comportamento può risultare comunque "intelligente" se dimostra vie alternative di adeguamento e azione ambientale.

In generale, la tensione tra le spinte evolutive a livello di specie e quelle individuali è, in molti casi, nel mezzo tra i due livelli, e l'evoluzione che si verifica è il frutto di un'azione congiunta tra gli individui, le specie e gli ecosistemi.

### 6.3 Individuo ristretto e allargato

Come ricorda Gould, i biologi impiegarono più di un secolo per definire se i sifonofori fossero singoli organismi o insiemi di parti (*ramet*) di un più grande organismo (*gemet*). Ne conclusero che la questione non poteva trovare una risposta definitiva, in quanto possedeva variabili troppo numerose per potersi collegare definitivamente in un'unica soluzione. E poi, che dire di quelle popolazioni che hanno sezioni di organismi distinti che operano come organi?<sup>4</sup> Per far fronte a queste domande David S. Wilson ed Elliott Sober recuperarono il concetto di "superorganismo". Criticando la diffusa propensione della biologia evolutiva a ridurre esclusivamente agli individui, intesi alla maniera tradizionale, e ai geni il campo di azione della selezione naturale, Wilson e Sober cercano di spiegare come tutto ciò abbia poco senso di fronte alla relatività delle entità concettuali di individualità e collettività che, come abbiamo visto, dipendono dal sistema della conoscenza. Un individuo è di fatto un insieme di organi distinti che hanno forme e funzioni evolute per adattarsi a differenti richieste, organi che hanno compiuto delle evoluzioni in modo coordinato, certo, ma dove ognuna ha seguito singolari percorsi evolutivi, il che ci può fare considerare ogni organo come fosse un individuo. Perché mai allora non dovremmo considerare la specie come un individuo dalle popolazioni e dagli elementi distinti ma accumulati in modi coordinati in degli insiemi? Wilson e Sober individuano una delle principali motivazioni per cui queste interpretazioni non vengono supportate nei sistemi di interpretazione biologica, dove di solito un quadro interpretativo cerca di confutarne un altro se questo afferma qualcosa di diverso ma inerente allo stesso argomento. Se invece i vari quadri interpretativi imparassero a relativizzare le loro affermazioni allargherebbero le conoscenze in quadri conoscitivi ancora più grandi, e capaci di spiegare i fenomeni evolutivi secondo modelli che avrebbero più unità di organizzazione funzionale sui quali osservare l'operato dell'evoluzione, e che otterrebbero quindi una spiegazione ampliata delle modalità con le quali si verifica.<sup>5</sup>

*Forse dovremmo provare una strategia differente e più generale. Forse dovremmo cercare di specificare un insieme di proprietà essenziali necessarie per designare un'entità organica detta "individuo" e poi domandarci se qualunque oggetto, ai livelli*

---

<sup>4</sup> Stephen Jay Gould, *La struttura della teoria dell'evoluzione*, cit., p. 744.

<sup>5</sup> David S. Wilson, Elliott Sober, *Reviving the superorganism*, «Journal of Theoretical Biology», vol. 136 (February 8, 1989) no. 3, pp. 337-56.

*superiori o inferiori dei corpi classici, possiede queste proprietà, e può dunque essere legittimato e venire incluso all'interno di un concetto allargato di individualità. In questo caso, potremmo ricavare una definizione utile, separata dall'evento fortuito della scala, e dunque generale a sufficienza da farci comprendere più in profondità (e con più chiarezza) questo concetto centrale del darwinismo.*<sup>6</sup> Forse, quindi, distaccare il concetto evoluzionistico di "individuo" da quella che è la sua più comune interpretazione sarebbe utile per definire l'unità entro la quale di volta in volta agisce l'evoluzione. La specie come unità non dovrebbe dunque essere interpretata come una "classe" di elementi, concetto che nuovamente ci riporterebbe nell'ambiguità di cos'è una specie, ma, come in Michael Ghiselin, come un "individuo" che possiede una propria entità evolutiva che ha una singolare storia e una condivisa coesione.<sup>7</sup>

Gould suggerisce di fare distinzione tra "individuo" e "organismo", intendendo il primo su base relazionale, ovvero sulla capacità che un individuo, come può essere un gene, ha di relazionarsi in vario modo con l'esterno. E intendendo l'organismo su una base corporea, ed in particolare sulla base di un corpo organico classico.<sup>8</sup> Tuttavia, è bene chiarire fin da subito che questa distinzione, pur essendo valida e funzionale alla chiarezza argomentativa, non dovrebbe indurci a pensare che, trattando ad esempio di una specie come individuo e non come organismo, ciò voglia significare che la specie come agente individuale sia esclusivamente una nostra costruzione epistemologica. Infatti, pur non essendo un organismo classico, e pur avendo la propria dimensione reale nelle relazioni tra gli elementi prima che nei corpi degli elementi, la specie come agente è qualcosa a cui dovremmo affidare lo stesso grado di realtà che affidiamo ad ogni singolo organismo. Se così non fosse torneremmo a perderci nel labirinto ontologico dell'essere, proprio quando ne stavamo uscendo. Nello studio dell'evoluzione non è peraltro di primaria importanza quale sia la "reale ontologia" di un elemento, ad avere invece fondamentale rilevanza ai fini evoluzionistici è l'elemento stesso, individuo od organismo che sia.

A questo punto, inoltre, dovremmo chiarire che l'individuo, quale unità funzionale dell'evoluzione, può essere di tipo darwiniano solo se risponde ai criteri dell'individualità evoluzionistica darwiniana: riproduzione; eredità; variazione;

---

<sup>6</sup> Stephen Jay Gould, *La struttura della teoria dell'evoluzione*, cit., p. 744.

<sup>7</sup> *Ivi*, p. 746.

<sup>8</sup> *Ivi*, p. 749.

interazione.<sup>9</sup> Un'entità individuale che non possieda queste proprietà non può esser detta darwiniana, e tuttavia, dato che l'evoluzione non avviene esclusivamente attraverso l'incontro selettivo tra variazioni casuali e richieste ambientali, ma procede anche seguendo percorsi evolutivi costitutivi degli organismi, o delle specie, o degli ecosistemi, anche quelle entità che non rispondono alle proprietà darwiniane possono esser dette evolutive, e possono rappresentare degli individui evoluzionistici. Per tali motivi l'ecosistema più allargato del pianeta, ovvero l'intero pianeta come essere vivente, *Gaia*, pur non potendo rappresentare un individuo di evoluzione darwiniana,<sup>10</sup> può comunque rappresentare un individuo di evoluzione, come vedremo.

#### 6.4 Problematiche dei livelli gerarchici dell'evoluzione

Come Wilson (David S.) e Sober, Gould sostiene che le "unità di selezione", che alla luce dell'evolubilità costitutiva potremmo definire in generale "unità di evoluzione", non sono dei *replicatori* ma degli *interattori*.<sup>11</sup> Questi interattori possono essere di varia natura, ma analizzare quella che è la natura di un particolare individuo può essere molto problematico laddove si debbano relazionare le modalità evoluzionistiche dei livelli gerarchici evolutivi che sono attivi nella determinazione di quel particolare individuo. L'evoluzione non agisce con le stesse modalità tra geni, linee cellulari, organismo, deme, specie, clade, ed ecosistema, ma varia invece la sua azione a seconda del livello e proporziona in modo specifico quei livelli in ogni particolare individuo, facendo di ogni caso evoluzionistico un caso unico, e laddove non si dia a vedere quell'unicità è a causa degli strumenti dell'osservazione e dell'analisi, perché mai nella storia dell'evoluzione due cose sono state completamente uguali.

Dato che la storia della scienza evoluzionistica si è concentrata perlopiù sugli individui come organismi per dispiegare gli andamenti delle evoluzioni, a livello di specie, ma per certi aspetti anche a livello genico, molte questioni non hanno ancora raggiunto una diffusa chiarezza. L'evoluzione a livello dei geni, nonostante conosca un'abbondante letteratura, non è molto chiara in numerosi aspetti. Ciò è dovuto in parte al filone storico della scienza che come dicevamo si è concentrato sull'evoluzione a

---

<sup>9</sup> *Ivi*, p. 758-61.

<sup>10</sup> *Ivi*, p. 762-3.

<sup>11</sup> *Ivi*, p. 777.



livello di individuo-organismo, d'altra parte è invece tutt'ora poco chiara per opera degli autori stessi che l'hanno avanzata. Come nei libri di Richard Dawkins, e soprattutto nel libro che più di tutti è incentrato su questo argomento, *Il gene egoista*<sup>12</sup>, in cui non è chiaro dove inizi e dove finisca la metafora dei geni come orchestrai degli organismi, al punto che a volte sembra che essa non sia una metafora. Appare come se l'autore volesse intendere davvero che, ad esempio, la riproduzione tra parenti non sia un fenomeno poco diffuso per una questione morale e culturale, ma perché noi riconosceremmo una troppo limitata affinità genica nei riguardi dei nostri parenti che pertanto non potrebbero farci "acquistare" nuovi geni, geni capaci di innovare le successive generazioni. Laddove ciò venga interpretato in modo relativo e scorrevole tra i diversi livelli di cui è costituito un essere vivente, l'ipotesi del rifiuto di riproduzione tra parenti possiede una certa validità. Infatti, la percezione, che però sarebbe una percezione lungo i livelli e non esclusivamente genetica, di un'"eccessiva" similitudine tra il soggetto e il partner, allo stesso modo di una "eccessiva" diversità, usualmente porterebbe l'individuo a scartare quel partner nella selezione sessuale. Ma intendere che ciò avvenga per una determinazione dei geni sul nostro comportamento sarebbe abbastanza inverosimile, equivarrebbe a sostenere che il comportamento dei livelli superiori dell'organismo sia determinato teleologicamente dall'assetto genico di quell'organismo.

Nella prospettiva di questa implicita teleologia genetica di Dawkins, è ancor più paradossale che a un certo punto si passi a una nuova dimensione evolutiva quale quella dei memi. I memi, infatti, sarebbero in grado di contraddire l'influsso genico della determinazione delle caratteristiche comportamentali dell'individuo, cosa che è invece preclusa a tutti gli altri livelli che pur sono presenti tra geni e memi. Ma in questo modo, ovvero senza ammettere che non solo i geni e i memi ma anche gli altri livelli dell'organismo sono attivi nella determinazione del suo complesso, si farebbe un salto da geni a memi che sarebbe a dire poco discutibile. Se nell'argomentazione del fenotipo esteso<sup>13</sup> non vi è contrasto tra una selezione a livello di individuo darwiniano e l'interazione di quell'individuo con l'ambiente, perché questa interazione avviene, nella teoria di Dawkins, sempre su una base darwiniana, nel passaggio da geni a memi la questione è molto più controversa. E comunque, anche se il fenotipo esteso non è

---

<sup>12</sup> C. Richard Dawkins, *Il gene egoista*, cit.

<sup>13</sup> C. Richard Dawkins, *The extended phenotype*, cit.

una contraddizione dell'evoluzione darwiniana, resta comunque molto controverso da collegare con una teoria dell'evoluzione incentrata sui geni, e Dawkins, secondo Gould, non ha fatto molta chiarezza a tal proposito.<sup>14</sup>

Un aspetto problematico, che non riguarda strettamente Dawkins ma il sistema dei livelli gerarchici dell'evoluzione in generale, è che questi livelli assumono di volta in volta, caso evolucionistico per caso evolucionistico, proporzioni diverse. Il che significa che l'influenza di un livello sugli altri è diversificata, e ciò complica ulteriormente questo tipo di studi. E la dinamicità della maggiore o minore attività di un livello sugli altri rende l'insistenza di Dawkins sul livello dei geni ancor più fuorviante. Il livello dei geni non può rappresentare in ogni caso, fino ai memi, il livello più influente dell'evoluzione. Non solo l'evoluzione non è teleologicamente determinata dai geni perché agisce anche in altri livelli, ma inoltre agisce in più versi tra un livello e l'altro, secondo più modalità, e in proporzioni variabili.

## 6.5 Exaptation

Occupiamoci ora di alcune modalità e di alcune cause per cui un carattere evolutivo si diffonde e migliora nel tempo. Come al solito, partiamo da Darwin: nell'evoluzione per selezione naturale lo stadio iniziale di un carattere modificato può avere una funzione diversa da quella che poi acquisisce nel corso del tempo. In altre parole, si ammette la mobilità delle funzioni evolutive. Le funzioni variano a seconda delle parti organiche e le parti organiche variano a seconda delle funzioni, ed entrambe variano nel tempo. Ci sono quindi delle tensioni tra struttura e funzione, tra origine storica e utilità contemporanea, tra corpo e funzione della parte organica. Proprio tra origine storica e utilità contemporanea si colloca la dimensione contingente per eccellenza, la contingenza attraverso la quale ciò che una volta emerso per caso o per causa, trova e continua a trovare la sua funzione.<sup>15</sup> Ma pur ammettendo che l'adattamento di una parte organica può emergere per una funzione diversa da quella che acquisisce successivamente, Darwin afferma che comunque quella variazione deve possedere

---

<sup>14</sup> Stephen Jay Gould, *La struttura della teoria dell'evoluzione*, cit., pp. 795-9.

<sup>15</sup> *Ivi*, p. 1529.

fin dagli stadi iniziali una proprietà adattiva, fosse anche diversa da quella successiva.<sup>16</sup>

Intanto dovremmo congratularci con Darwin per aver svincolato l'origine storica dall'utilità attuale, cosa che fece nell'ambito dell'evoluzione e che poi, secondo Gould, Friedrich Nietzsche riportò nella storia umana in generale.<sup>17</sup> Questo svincolamento è infatti alla base di una visione storica ed evuzionistica indeterminata, non teleologica. Dall'iniziale comparsa di un carattere, infatti, non possiamo prevedere, soprattutto a lungo raggio, quelle che saranno le funzioni che quel carattere potrà in seguito assumere, e le modifiche che andrà a subire. Non possiamo farlo per via di una mobilità o tensione tra l'origine e lo sviluppo di un dato carattere che riguarda molteplici livelli gerarchici evuzionistici, che si dimostrano dinamici, e che va a relazionarsi in modo dinamico con molteplici circostanze ambientali, ognuna delle quali è già di per sé mobile nella sua determinazione in relazione ad altri elementi. Così, alcuni di quegli animali che svilupparono le piume diventeranno poi uccelli dalle medie abilità nel volo, altri potranno volare sopra gli oceani, altri ancora voleranno poco o niente. Non solo perché le piume, da quanto è attualmente teorizzato, furono sviluppate per la termoregolazione e solo in seguito risultarono utili anche all'assetto aerodinamico, ma anche perché ogni specie di uccello andrà a relazionare quelle piume con dinamici e molteplici fattori interni ed esterni.<sup>18</sup>

Comunque, Darwin insiste sulla necessità che esista una qualche tipologia di adattamento fin dai primi stadi di una variazione evolutiva. Tutto ciò è molto discutibile; certo lo è oggi più di ieri in quanto abbiamo riscontrato dei meccanismi di sviluppo evolutivo che non necessitano di esseri adattivi già dagli inizi, ma che possono trovare degli adattamenti utili successivamente, oppure possono non trovarne affatto. Ma la questione è molto discutibile anche all'interno della teoria darwiniana, in quando "adattamento" intende che ci sia una relazione utile tra la forma e la funzione della variazione, ma utile per cosa? Quale concetto di utilità andremo ad utilizzare al fine di definire se un carattere evuzionistico è o meno utile?

Già dall'interno di questa teoria si intravede, in effetti, quell'ambiguità che vige laddove ci si trovi nel mezzo tra una forma che si diffonde perché ha una qualche utilità adattiva,

---

<sup>16</sup> *Ivi*, pp. 116-7.

<sup>17</sup> *Ivi*, p. 1519.

<sup>18</sup> *Ivi*, pp. 1529-30.

e un adattamento che si verifica in presenza di una qualche forma utilizzabile. Ciò che chiamiamo “adattamento” è qualcosa che spesso, ma in alcuni casi più che in altri, include dei ragionamenti ambigui, discutibili, e relativi al sistema epistemologico.

Al di là di ciò che intendiamo per “adattamento”, e delle modalità conoscitive con le quali andiamo ricercando l'utilità adattiva di un qualche elemento, ciò che qui vogliamo chiarire è che alcune variazioni evolutive possono emergere e diffondersi senza essere utili ad alcuna funzione adattiva, laddove intendiamo in maniera classica il concetto di “adattamento”. Ma prima di farlo ci soffermeremo invece su quelle variazioni che effettivamente risultano avere già inizialmente delle proprietà adattive. Queste variazioni corrispondono a ciò che più volte è stato definito “preadattamento”, concetto che altrettante volte è stato respinto. Ovvero, la preadattazione sembra indicare un carattere che compare con quelle caratteristiche perché già direzionato verso qualche specifica funzione, cosa che può sostenersi nell'ambito dell'evolubilità costitutiva, ma che non trova riscontro nell'evoluzione per selezione naturale, e che pertanto risulta essere piuttosto contraddittoria all'interno della teoria darwiniana.

Allo stesso modo in cui una previsione meteorologica non è una previsione deterministica ma probabilistica, la cui attendibilità diminuisce all'aumentare della distanza temporale, la preadattazione vorrebbe indicare la potenzialità adattiva di una variazione nei confronti di uno spettro di possibili applicazioni, che permetta al massimo dei calcoli probabilistici su quali di quelle intraviste possibilità potrà andare verificandosi con maggiore probabilità, e che permetterà di osservare quale di quelle possibilità è andata realizzandosi soltanto quando ormai sarà divenuta una adattamento effettiva. La preadattazione non starebbe dunque ad indicare una variazione dall'applicazione unidirezionale. A motivo di questa ambiguità del preadattamento, Elisabeth S. Vrba e Gould hanno sostituito quel termine con la parola *exaptation*,<sup>19</sup> ovvero una dimensione entro la quale possono potenzialmente verificarsi delle probabili adaptations. Tra le variazioni che rispondono all'exaptation troviamo quelle che già inizialmente rappresentano dei preadattamenti, il cui potenziale sviluppo adattivo può essere previsto soltanto su base probabilistica, definiti *franklins*, da

---

<sup>19</sup> *Ivi*, p. 117.

Franklin D. Roosevelt,<sup>20</sup> ed altri che invece non sono inizialmente comprensibili in alcun adattamento, nominati, da John Milton,<sup>21</sup> *miltons*.<sup>22</sup> Molte di queste milton exaptations sono rintracciate da Gould in quelle evoluzioni che non hanno come origine un adattamento ma che si sviluppano come vincoli strutturali, come congiunzioni tra altri mutamenti.<sup>23</sup> E tuttavia, non solo queste affermazioni di Gould risultano valide soltanto con una definizione tradizionale di adattamento ma, come vedremo nel prossimo capitolo, i miltons potrebbero essere ben altra cosa.

I miltons colpiscono a fondo la visione adattazionista del darwinismo: lo stesso Darwin riconosceva che se una tale tipologia di variazioni fosse stata dimostrata, ciò avrebbe allargato l'evoluzione ben oltre la selezione naturale.<sup>24</sup>

---

<sup>20</sup> *Ivi*, p. 1595.

<sup>21</sup> *Ivi*, p. 1597.

<sup>22</sup> *Ivi*, p. 119.

<sup>23</sup> *Ivi*, p. 1556.

<sup>24</sup> *Ivi*, p. 1516.

## Capitolo VII

### Correlazioni evoluzionistiche: alghe e coralli; spandrels e biotecnologie

#### 7.1 Un esempio di come si intersecano varie modalità ed interpretazioni evoluzionistiche: sbiancamento, pigmentazione dei coralli, e canalizzazione delle alghe simbiotiche

Un recente studio pubblicato su *Science* mostra, a livello teoretico, un'interpretazione antiquata dell'evoluzione in cui si verificherebbe, ad esempio, una "lotta per la sopravvivenza" effettuata dai coralli, cosa che considerando il fenomeno che viene esposto nell'articolo è del tutto fuorviante. E nonostante non vi sia un adeguato collegamento di quel fenomeno con le nuove interpretazioni teoretiche dell'evoluzione, ci dà una importante notizia su un comportamento evolutivo che può qui ben essere riportato come esemplificazione di quanto stiamo affermando. Andremo perciò a riportare il fenomeno all'interno di una riflessione teorica sull'evoluzione.

Lo studio riporta che, a seguito dell'innalzamento della temperatura degli oceani, alcune specie di coralli delle acque poco profonde hanno perso le alghe simbiotiche che contribuiscono al loro sostentamento e che influenzano le relative colorazioni (il colore dei coralli è spesso, in realtà, il colore delle alghe che li ricoprono). La perdita della simbiosi con queste alghe ha portato a un iniziale sbiancamento della colorazione e ad una maggiore esposizione alle lunghezze d'onda della luce, cosa che ha portato i coralli a produrre più pigmenti (pigmenti propri dei coralli), i quali hanno ridotto lo sbiancamento e li hanno colorati in modo vivace nel giro di 2-3 settimane. Questo fenomeno era già stato osservato, ma solo recentemente ne sono state verificate le cause, ovvero che il cambio di lunghezze d'onda della luce che colpisce i coralli non più coperti di alghe comporta, in poco più del 50% degli esemplari, un'accesa attivazione di un'espressione genica coinvolta nella produzione dei pigmenti

fotoprotettivi atti a proteggere gli stessi.<sup>1</sup> Come l'abbronzatura, in altre parole, ma nel caso dei coralli dovuta inoltre a uno squilibrio dei valori dei nutrienti come effetto successivo della perdita delle alghe. Ma la cosa che da un punto di vista teorico combina in modo complicato vari aspetti di questo fenomeno è che il cambio di tonalità della colorazione di alcuni esemplari di corallo induce le rispettive alghe simbiotiche ad andarsi a riposare sopra di essi, ovvero è funzionale ad incanalare nuovamente verso di essi le alghe perdute.<sup>2</sup> Non sappiamo, qualora dovesse capitare che le alghe non facciamo ritorno nonostante il richiamo dei coralli, per quanto tempo i coralli, senza incontrare altre ed ulteriori problematiche, riuscirebbero a vivere senza quelle specie di simbionti. E, se i coralli riuscissero a vivere per un tempo indeterminato anche senza quelle alghe, non sappiamo quali sarebbero le relative reazioni organiche dei coralli, e quali sarebbero le conseguenti reazioni relazionali tra i coralli e i pesci e gli organismi che vivono a stretto contatto con essi, ovvero non sappiamo quali sarebbero gli effetti a lungo raggio di una situazione definitiva di coralli privi di alghe simbiotiche.

Prima di procedere ricordiamo che, come ben riportano gli articoli, dovremmo tenere a mente anche altri fattori, come l'acidità dell'acqua che causa dislivelli nei valori dei nutrienti dei coralli, provocando squilibri nutrizionali che sono coinvolti nella capacità di sopportazione dei coralli all'innalzamento delle temperature. E tenere a mente che quegli squilibri e l'innalzamento della temperatura degli oceani sono dovuti principalmente alle attività umane, pertanto è l'umanità a doversi assumere la responsabilità di mitigare il fenomeno e fare in modo che non superi la soglia di sopportazione che hanno i coralli.<sup>3</sup> E poi, anche stando così come oggi il problema, solo la metà circa di quelle specie di coralli riesce a sopportare quella temperatura, la restante parte, invece, si lascia andare. Dovremmo inoltre tenere a mente che un successivo ed ulteriore innalzamento di temperatura potrebbe portare, come è già avvenuto nei mari delle Filippine nel 2010, a un tasso di mortalità dei coralli del 100%.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Elena Bollati, Cecilia D'Angelo, Rachel Alderdice, Morgan Pratchett, Maren Ziegler, Jörg Wiedenmann, *Optical Feedback Loop Involving Dinoflagellate Symbiont and Scleractinian Host Drives Colorful Coral Bleaching*, «Current Biology», (May 21, 2020).

<sup>2</sup> Carolyn Wilke, *Neon colors may help some corals stage a comeback from bleaching. Coral pigments act as a sunscreen and may make a more hospitable home for returning algae*, «Science», (May 29, 2020).]

<sup>3</sup> *Ibidem*.

<sup>4</sup> Elena Bollati, Cecilia D'Angelo, Rachel Alderdice, Morgan Pratchett, Maren Ziegler, Jörg Wiedenmann, *Optical Feedback Loop Involving Dinoflagellate Symbiont and Scleractinian Host Drives Colorful Coral Bleaching*, cit.

Se le cose dovessero continuare come in questi decenni gli ecosistemi corallini, cui dipendono 500 milioni di persone, si estingueranno entro questo secolo.<sup>5</sup> E ricordiamo che i coralli sono tra gli organismi più importanti per l'ecosistema marino (ecosistema naturalmente collegato a quello terrestre) in quanto svolgono direttamente e indirettamente delle attività utili alla chimica dell'acqua, e sono luoghi di riparo per la riproduzione di numerose specie acquatiche in numerosi luoghi del mondo, specie a loro volta collegate con altre, altre collegate con altre specie ancora, anche molto distanti dalla vita dei coralli. In altre parole, la riduzione delle barriere coralline sarebbe devastante per l'intera ecologia terrestre, dapprima nei mari, e in seguito anche nelle terre, dove ne risentirebbero prima gli animali che si nutrono direttamente di organismi acquatici, come molte specie di uccelli a loro volta collegati con la riproduzione di numerose specie vegetali, e in seguito per altri organismi collegati con quelli, e così via. Ricordiamo che nell'ecologia della Terra alcune specie sono più importanti di altre per gli equilibri ecosistemici, ebbene i coralli sono una di quelle.

Riassumendo quanto riportato nei suddetti articoli: l'innalzamento della temperatura dell'acqua ha portato alla perdita delle alghe simbiotiche di alcune specie di coralli, le stesse alghe che contribuiscono alla loro nutrizione e colorazione. Ciò ha comportato dapprima a uno sbiancamento quindi a una maggiore sensibilità alla luce, cui è seguita una reazione dei coralli, dovuta all'aumento delle lunghezze d'onda della luce che li colpisce, che ha portato all'attivazione, in poco più del 50% di essi, di un'espressione genica coinvolta nell'aumento drastico della pigmentazione fotoprotettiva. Questa pigmentazione vivace, a sua volta, spesso è riuscita ad incanalare le alghe simbiotiche in modo da farle ritornare sui coralli.

Di questo fenomeno analizzeremo tre aspetti cruciali:

- l'evoluzione a livello di specie
- l'interpretazione dell'adattamento
- la contingenza della correlazione evolucionistica

Abbiamo detto che la capacità dei coralli di alcune specie di reagire aumentando la pigmentazione fotoprotettiva è presente in circa il 50% dei relativi esemplari. Quindi,

---

<sup>5</sup> Rinnovabili.it, *In lotta per la sopravvivenza: le barriere coralline morenti diventano "fluo"*, «Rinnovabili», (9 giugno 2020).



trattiamo di una variazione organica a livello di specie, non è infatti una variazione individuale laddove per individuo intendiamo il singolo corallo, ma una variazione collettiva presente nel background genico di circa il 50% degli esemplari di quelle specie. E tuttavia, il restante 50%, o poco meno, non dimostra questa capacità e, in questo caso, non dimostra un altro tipo di variazioni funzionali, e perisce. Ne traiamo un'esemplificazione che ci aiuta a chiarire cosa si intende per evoluzione a livello di specie: un'evoluzione collettiva. Questa proprietà collettiva ci porta a sua volta a interrogarci su quali siano le collettività presenti in una data specie. Ad esempio, nel caso di questa particolare variazione in quelle particolari specie di corallo, si tratta di due collettività all'incirca suddivise egualmente. Dunque, non è necessario che in tutti gli esemplari di una specie si verifichi la stessa variazione per sostenere che un'evoluzione si sta attuando a livello di specie. Se la reazione è comune a una parte notevole del numero degli esemplari totali di una popolazione ciò è abbastanza per poterci permettere di affermare che si tratta di un'evoluzione a livello di specie.

In secondo luogo, quelle che definiamo come le collettività presenti all'interno di una popolazione, di una specie, o di un ecosistema, dipendono in maniera rilevante dai fattori sui quali basiamo la suddivisione: per la variazione che stiamo trattando si tratta di due collettività suddivise all'incirca in modo equo, e suddivise sulla base della capacità di produrre un gran numero di propri pigmenti in seguito alla perdita di alghe. Per altre variazioni, invece, la collettività potrebbe consistere dell'intera specie, qualora avvenisse nel 100% degli esemplari, oppure potrebbero esserci più di due collettività, o potrebbe non essercene nessuna. Inoltre, la questione si complica ulteriormente se pensiamo che non solo possono esserci più collettività all'interno di una specie, ma una specie può comprendere varie popolazioni, ed essere presente in luoghi vari, ed entro ognuno di essi le popolazioni potrebbero mostrare collettività distinte. Per di più, le collettività possono accomunare gruppi di esemplari di specie diverse qualora il fattore di rilevamento consista in una capacità presente in specie diverse, abilità che potrebbe verificarsi per gli stessi motivi o anche per motivi differenti. In questi casi, però, andremmo ad inserire il fenomeno non nel livello di specie, ma nell'evoluzione a livello di ecosistema.

Comunque, in una data specie o ecosistema il numero e la qualità delle collettività varia e si manifesta a seconda di specifici fattori, non è fisso, e la rilevanza di quelle

collettività dipende dalla tipologia del problema, mentre la qualità di quelle collettività è costituita dalle particolari modalità con le quali affrontano il problema.

Passiamo al secondo punto: l'interpretazione dell'adattamento. E poniamoci una domanda: l'aumento della pigmentazione fotoprotettiva di questi coralli è un franklin o un milton? A prima vista il fenomeno sembrerebbe un franklin, un preadattamento diretto già in partenza a una precisa funzione biologica: colorare il corallo per proteggerlo dall'aumento delle lunghezze d'onda della luce che lo colpisce. Se è così, questo fenomeno, per alcuni aspetti, rientra tra quelli che dimostrano un'abilità evolutiva costitutiva degli organismi: la variazione in questione non proteggerebbe casualmente i relativi organismi, ma sarebbe attivata appositamente per quel compito.

Se, invece, l'attivazione di quell'espressione genica che aumenta la pigmentazione fotoprotettiva dei coralli è l'esito di un comportamento organico casuale, che non ha in partenza alcun fine adattivo e solo casualmente si dimostra poi essere adatto a proteggere i coralli dalla luce, tratteremmo allora di una milton exaptation per come la intende Gould, un vincolo casualmente ed occasionalmente adattivo e causato dalla contingenza della relazione tra alghe e coralli.

Molti di noi saranno probabilmente portati a pensare che il fenomeno di cui stiamo trattando dimostra una franklin exaptation, come in effetti appare essere attualmente. Eppure, considerando il fenomeno lungo il tempo, ci chiediamo: com'è possibile che oggi si verifichi questo preadattamento che è addirittura "scritto" nel genoma del 50% degli esemplari di quelle specie di corallo? O, in altre parole, com'è possibile che, in questo caso particolare, si dimostra un'evolubilità costitutiva degli organismi?

Risponderemo alle domande sopra riportate trattando il terzo punto: la contingenza della correlazione evolucionistica. Ciò che accomuna franklins e miltons è la contingenza degli sviluppi che si andranno a verificare. Se questa contingenza è già presente nella molteplicità delle relazioni possibili tra un dato carattere evolutivo e l'insieme dei componenti ambientali, essa è resa indeterminata dal fatto che nell'exaptation un carattere evolutivo possiede in potenza più di un percorso evolutivo entro il quale potrebbe verificarsi. Il fatto che l'aumento della pigmentazione

fotoprotettiva dei coralli induca le alghe simbiotiche a ritornare su di essi è solo una delle possibili correlazioni evuzionistiche che possono essere innescate da quella colorazione. Allora la correlazione tra i pigmenti del corallo e la canalizzazione delle alghe sarebbe l'esito contingente di una storia evolutiva che è proceduta lungo quell'affiancamento, e che ha permesso a quella correlazione di stabilizzarsi e rendersi più probabile rispetto ad altre.

Mentre sulla capacità dei coralli di proteggersi dalla luce possiamo, almeno da un punto di vista del fenomeno nel presente, sostenere che essa si realizzi per evolvibilità costitutiva, per quanto riguarda la capacità di ritorno delle alghe la questione è differente. Perché affermare che le alghe siano portate a posarsi sui coralli con quella pigmentazione per evolvibilità costitutiva sarebbe molto più complicato, quasi impossibile. Soprattutto, pur affermandolo, cioè affermando che le alghe si dirigono in quelle direzioni secondo un comportamento intelligente, o secondo un comportamento causalmente necessario di attrazione fisica, ciò ci porterebbe ad indagare necessariamente su quella storia evolutiva al fine di chiarire se quel comportamento è il risultato di un'evolvibilità costitutiva o di una selezione naturale.

Comunque, quello che per ora possiamo affermare con certezza, è che quella reazione dei coralli e quella correlazione evuzionistica con il ritorno delle alghe, siano fenomeni contingenti. Ed è su questa contingenza che andremo ad approfondire, da un punto di vista teoretico, la storia evolutiva di come essa possa essersi sviluppata fino a mostrare la stabilità che oggi osserviamo.

## 7.2 Tra selezione naturale ed equilibrio punteggiato

La capacità dei coralli di aumentare la pigmentazione fotoprotettiva per proteggersi dalla luce potrebbe indicare un fenomeno sviluppato attraverso la selezione naturale. In tempi passati i coralli potrebbero avere già incontrato questa necessità organica, che però oggi si sta allargando all'intero pianeta e per cause umane, mentre in passato potrebbe essersi verificata in aree circoscritte per cause che non erano globali ma particolari di alcune zone marine. Ad ogni modo, alcuni dei coralli entro cui quella variazione si verificava riuscirono a superare l'innalzamento della temperatura. In

questa ipotesi, che ipotizza il comportamento come il prodotto della selezione naturale, essi non rappresentavano il 50% degli esemplari ma una percentuale di gran lunga inferiore, tale da potersi dire individuale nel senso di individuo come esemplare. Mentre il resto dei coralli di quelle zone però, in un tempo relativamente breve, cioè adeguato all'equilibrio punteggiato, quella piccola percentuale di individui che riuscirono ad attuare quel comportamento continuarono a vivere e a riprodursi, trasmettendo in modo diffuso quell'abilità per selezione naturale. Anche se così fosse, però, non ci sarebbe da stupirsi se oggi solo circa il 50% degli esemplari è capace di attuare quella variazione, perché da un lato è probabile che non tutte le generazioni successive di quei coralli abbiano ereditato questa capacità e perché, d'altro canto, quel fenomeno non si verificò dappertutto e alcune popolazioni di coralli non incontrarono mai quella selezione, in esse rimasero indistinti i portatori e i non portatori di quella capacità. Ma se la storia evolutiva dello sviluppo e della diffusione di questa capacità fosse avvenuta in questo modo, oggi essa resta ugualmente comprensibile come una dimostrazione di evolvibilità costitutiva. In altre parole, anche quelle evoluzioni che si diffondono per selezione naturale possono in seguito stabilizzarsi in proprietà evolutive costitutive degli organismi. Il fatto che oggi questa capacità sia presente nel 50% degli esemplari di alcune specie di corallo dimostra che, al presente, essa è una proprietà costitutiva di quella collettività. Essa è oggi una proprietà che agisce causalmente per specifiche necessità e verso specifiche vie di adattamento.

La questione si mostra così controversa perché l'evoluzione è dinamica, si muove, e ciò che ieri era nella selezione naturale oggi può risiedere nell'evolvibilità costitutiva e, domani, potrebbe di nuovo trovarsi nella selezione naturale. Non solo, non dovremmo pensare che selezione naturale ed evolvibilità costitutiva si alternino sempre in modo netto, a volte possono anche fare questo, ma altre volte, ed è auspicabile che queste rappresentino la maggior parte delle volte, selezione naturale ed evolvibilità costitutiva agiscono insieme. Come probabilmente è avvenuto nel *passaggio da un elemento cartilagineo simile a una barra, che funziona come sostegno della branchia degli agnati, alla mandibola ioide dei pesci mandibolari (usata principalmente per appendere la mascella superiore al cranio), per arrivare al condilo dei tetrapodi (in seguito alla*

*giunzione della mascella superiore al cranio, rispondente a un bisogno funzionale per una diversa modalità di percezione dei suoni nell'aria rispetto che in acqua).*<sup>6</sup>

### 7.3 I visibili e gli invisibili, i franklins e i miltons

Ritorniamo adesso all'origine di quel carattere dei coralli, cioè a prima che quella storia evolutiva di cui abbiamo trattato avesse inizio. Ci eravamo chiesti se quella proprietà fosse stata un franklin o un milton quando è comparsa. E da ciò ci siamo resi conto che la questione rimandava all'interpretazione di ciò che intendiamo per adattamento. Ora poniamo il problema in altri versi. Quando una proprietà evolutiva si verifica lo fa naturalmente per qualche causa, causa che può essere di varia natura. Quindi, ogni proprietà evolutiva, quando compare, è una franklin exaptation che non contraddice quanto Darwin andava dicendo: ogni carattere evolutivo ha già originariamente almeno una capacità adattiva.

Ricordiamo che quell'adattamento può essere anche di tipo organico interno, cioè l'adattamento di un elemento o parte organica alle funzioni di altre parti, ma Gould, come Darwin, adottando una concezione tradizionale di adattamento, concezione fondata più sul funzionalismo di una parte organica che sullo strutturalismo, ovvero intendendo la modifica organica realizzata per congiungere altre parti non tanto come adattamento quanto come vincolo strutturale,<sup>7</sup> sostiene l'esistenza delle milton exaptations. In Gould, infatti, i miltons sono dei vincoli strutturali che non rientrano come adattamenti perché in essi la struttura prevale sulla funzione, e Gould fonda il concetto di adattamento più sulla funzione che sulla struttura.

Senza l'adozione di una concezione tradizionale di adattamento, ovvero senza una concezione di adattamento di stampo darwiniano, non potrebbe esserci alcun milton nella maniera in cui lo intende Gould, ovvero come carattere del tutto privo di adattamenti, perché ogni carattere che si manifesti sarà "adatto" a qualcosa. Notiamo, d'altronde, che questo è un punto controverso rispetto alla teoria darwiniana: c'è in Darwin una concezione tradizionale di adattamento, ma c'è anche l'affermazione che ogni carattere manifesto sia adattivo in qualcosa, il che risulta come una forzatura

---

<sup>6</sup> Stephen Jay Gould, *La struttura della teoria dell'evoluzione*, cit., p. 1531.

<sup>7</sup> *Ivi*, p. 1556.

all'interno della sua teoria. Mentre allargando il concetto di adattamento questa forzatura verrebbe meno, ma escluderebbe ogni sorta di milton per come li intende Gould. Potremmo invece, in parte, convenire con Gould laddove intendessimo, come l'autore fa in altre parti del testo, il milton non come carattere senza alcun adattamento ma come carattere senza alcuna utilità,<sup>8</sup> ma vedremo che questa assenza di utilità trasforma i miltons in qualcosa di diverso da ciò che è presente in Gould.

Ciò che qui vorremo chiarire è una visione dei miltons come caratteri evolutivi che non hanno ancora alcuna utilità, e non hanno ancora nemmeno alcuna causa adattiva, e che proprio per queste assenze essi non possono verificarsi attivamente. Perché, gira e rigira, qualunque cosa che esista può essere detta adattiva in senso largo, se esiste, infatti, sarà adatta ad almeno una cosa, appunto ad esistere. E poi, adattivo non vuol dire necessariamente funzionale, non vuol dire necessariamente che quel carattere sarà utile in senso positivo, anzi, potrebbe essere anche dannoso. Ed inoltre, anche sull'utilità, riusciremmo comunque a trovare una qualche utilità di un carattere se esiste, rigirando il concetto di utilità.

E ricordiamo che affermare che un carattere è adatto e utile a qualcosa non vuol dire affermare che esso sia assolutamente adatto ed utile. Adattamento, in senso largo, non vuol dire infatti vittoria, vuol dire conseguenza rispetto a qualcosa, e quella conseguenza può essere o meno adeguata, ma anche laddove sia inadeguata essa è adatta da altri punti di visti in cui risulta comunque adeguata. Come in quei punti che ad esempio l'hanno prodotta, che realizzandola già l'hanno adattata a qualcosa, fosse anche al solo fatto di potersi manifestare. E, certo, è possibile anche far coincidere il significato di adatto con quello di adeguato, ciò però non toglie che per verificarsi quel carattere dovrebbe essere comunque adatto-adequato ad almeno una cosa. Ma poi, il suo essere o meno adeguato rimanda ad altro ancora, e può essere adeguato in alcune cose e meno in altre, e in base alla rilevanza ai fini del sostentamento di queste o di quelle altre cose quell'adeguazione può, complessivamente, migliorare o danneggiare l'individuo. Numerosi casi del genere li troviamo ad esempio nelle selezioni sessuali, in cui l'adattamento di un certo carattere per via della selezione sessuale può portare a danneggiare l'individuo nella selezione naturale.

---

<sup>8</sup> *Ivi*, p. 1597.

Ad ogni modo, come dicevamo, ogni carattere evolutivo che possiamo osservare è evidentemente l'adattamento di un certo elemento a delle altre cose. Ogni carattere è dunque un franklin, ogni carattere conferma ciò che diceva Darwin, ovvero che ogni carattere per originarsi dev'essere già adattivo verso qualcosa, e dev'essere tale già in partenza. Ma adesso faremo girare la questione non solo nel tempo, ma anche nello spazio: dov'era quel carattere prima che si verificasse? Perché quando si verifica lo fa, come abbiamo detto, per conseguenza di qualcosa, e quindi nel momento in cui compare è già per adattamento a qualcosa, e in seguito continua a modificarsi verso qualcuna delle possibili applicazioni che potrebbe manifestare. Ma noi ci chiediamo: da dove esce fuori quel carattere? Perché esso non compare dal nulla, ovvero era già presente prima che si verificasse, ma era presente solo in potenza. È qui che troviamo i miltons, è qui che quella convinzione di Darwin vacilla. Perché se è vero che ogni carattere che si manifesti lo fa per una qualche sorta di adattamento, è anche vero che quel carattere era già presente in potenza da qualche parte, come in alcuni geni o anche solo in alcune possibilità organiche, ma appunto non si verificava perché non era adatto a nulla in quell'organismo, non era adatto a nessuna delle sue correlazioni interne ed esterne.

I miltons potrebbero non verificarsi, e non diventare franklins, per tre principali cause:

- perché per caso o per qualche causa esterna non vengono attivati dall'organismo
- perché se venissero attivati non sarebbero adeguati a nulla
- perché pur potendo essere adeguati a qualcosa non sono compatibili con il resto delle caratteristiche di quell'organismo

Nel momento in cui invece diviene adatto, adeguato a qualcosa, e compatibile con il resto dei caratteri, ecco comparire il milton in forma di franklin, ed eccolo confermare che, per verificarsi, deve pur essere adeguato a qualcosa, deve pur essere un franklin da almeno un punto di vista. Sia chiaro che quelle tre principali cause per cui un milton non diviene un franklin sono interconnesse, soprattutto la seconda, che afferma il non verificarsi del milton perché esso non sarebbe adeguato a nulla, richiede la concomitanza con le altre per potersi validare.

Comunque, il fatto che i miltons siano già presenti anche se non si verificano e non si trasformano in franklins fintanto che non trovano alcuna sorta di adattamento, non vuol dire che non siano in evoluzione. I miltons sono infatti dinamici almeno quanto i geni e le relazioni biologiche, anch'essi infatti sono recettivi all'esperienza, seppure in potenza, ed anch'essi incontrano naturalmente e potenzialmente gli incroci generativi di nuove forme tra una generazione e l'altra.

Quella proprietà dei coralli, che ora è un franklin, prima che si originasse, ovvero prima che la sua funzione potesse conseguire a qualcosa, era naturalmente già presente nei geni inespressi o nelle possibilità organiche di quegli individui di corallo, ma non era visibile, era un milton.

Come in fisica avviene che la nostra conoscenza della natura delle particelle sia una conoscenza per come le particelle ci appaiono, ovvero per come le particelle si mostrano nella nostra osservazione e congetturazione, così nell'evoluzione la nostra conoscenza dei caratteri evolutivi è una conoscenza per come essi si esprimono, ovvero per come quei caratteri siano adatti a qualcosa. Perciò tutti i caratteri evolutivi che osserviamo, e anche quando li osserviamo dall'origine, ci appaiono adatti a qualcosa, perché sono già franklins. Noi non conosciamo la natura dei miltons, mentre i fisici hanno imparato a congetturare le possibili nature delle particelle che attualmente non sono visibili con alcuno strumento, i genetisti, ad esempio, per molti aspetti non sanno ancora congetturare le possibili funzioni di un complesso genico attualmente inosservabile. Per comprendere la natura di una sequenza genica dovrebbero attivare quella sequenza, riportandola ad esempio in altri organismi che hanno diverse correlazioni interne ed esterne tali che potrebbero indurre quei geni ad attivarsi. O lasciando quel complesso nell'organismo stesso ma sperimentando numerosi cambi di condizioni interne ed esterne per vedere se prima o poi si attivano quei geni. Ma anche così facendo, anche se quei miltons si attivano, allora a quel punto saranno diventati dei franklins, la cui natura sarà adesso adatta a qualcosa, ma rappresenterà un adattamento contingente a quelle circostanze, e che peraltro richiede sempre l'attivazione per essere osservato, richiedendo ciò per ogni possibilità in cui potrebbe essere verificato. Se domani, invece, riuscissimo a osservare quello che adesso è inosservabile, ovvero i miltons, ovvero riuscissimo, senza sperimentazioni peraltro a



volte crudeli, a comprendere quali che sono le potenzialità di geni e complessi genici inespressi senza attivarli, allora avremo un quadro conoscitivo del genoma enormemente più accurato di quello attuale. Non solo riusciremo a gestire meglio le applicazioni genomiche, ma potremo osservare teoreticamente quelle possibilità evolutive che mai prima di allora si siano concretizzate, e comprendere meglio se è il caso di provare a concretizzarle. Potendo osservare i miltons intesi in questo modo, riusciremo ad agire in modi prima impossibili sulla contingenza, e riusciremo a fare cose prima impensabili nella medicina e in altre discipline.

#### 7.4 Gli spandrels e le potenzialità delle biotecnologie

Ciò che Gould chiama *spandrels* si origina da alcuni effetti secondari o collaterali della coordinazione evolutiva delle parti di un individuo. Allo stesso modo in cui si formano, in una cupola poggiata su quattro archi, quattro spazi triangolari che restano tra la cupola e i due archi adiacenti, come nell'esempio che riporta Gould a proposito della cupola circolare della Basilica di San Marco a Venezia. Questi effetti non sono tanto congiunzioni come vincoli strutturali alla maniera in cui Gould intende i miltons, quanto piuttosto degli spazi evolutivi che, trovandosi realizzati ma vuoti, come i triangoli tra la cupola e gli archi, possono essere riempiti in modi svincolati, ovvero possono dare luogo a caratteristiche evolutive che possono non avere alcuna funzione adattiva in senso stretto, ma che possono comunque assumere una funzione adattiva tradizionale in seguito. Certo, c'è una similitudine, presente in Gould, tra *spandrels* e *miltons*, perché anche gli *spandrels* spesso sono vincolati strutturalmente,<sup>9</sup> eppure essi non consistono solo di vincoli strutturali, e sono maggiormente slacciati, rispetto ai *miltons* intesi come fa Gould, dall'essere congiunzioni. Sembrerebbe che in Gould gli *spandrels* più che congiunzioni siano incroci, e da qui la distinzione.

Comunque, anche alla luce di quanto abbiamo sostenuto sui *miltons*, qui gli *spandrels* si differenziano dai *miltons* perché per verificarsi devono comunque essere stati adatti a poter essere biologicamente prodotti. E non sono dei *miltons* nemmeno se adottiamo la definizione di *milton* come carattere senza utilità.<sup>10</sup> Mentre Gould si rifà all'adattività come utilità dalla funzione adattiva classica, noi qui intendiamo adattività in senso

---

<sup>9</sup> *Ivi*, p. 1616.

<sup>10</sup> *Ivi*, p. 1597.

allargato, e gli spandrels non possono esser detti senza adattività perché in tale allargamento del concetto essi sono invece adatti a quella dimensione che li ha prodotti, ed anzi adatti in modo indispensabile a sostenere retrospettivamente quelle cause che li hanno prodotti, e per i quali essi sono degli effetti collaterali inevitabili e dunque utili a qualcosa.

Gli spandrels, questi effetti secondari o collaterali di altre parti evolutive, possono fare da terreno fertile per lo sviluppo di meravigliose realizzazioni artistiche, come nella Basilica di San Marco, e di imprevedibili funzionalità evolutive, come in alcune evoluzioni per exaptation.<sup>11</sup> Gould prende il termine spandrel dalla spanna, cioè la distanza, a mano aperta, tra la punta del pollice e quella del mignolo, che gli umani utilizzavano come strumento di misura. Gli spandrels possono ben essere identificati, come fa lo stesso Gould, come “pennacchi”, ovvero inevitabili ornamenti dalle incerte e non necessarie applicazioni, che non si sviluppano inizialmente per qualche funzione primaria e che tuttavia sono inevitabili già in partenza. E, in una visione allargata del concetto di utilità, sono utili precisamente a sostenere retrospettivamente ciò che inevitabilmente li ha prodotti.<sup>12</sup>

Nella tradizione darwiniana vengono considerate questo tipo di costruzioni evolutive, seppure senza approfondirle, ma esse sono ritenute rare (cosa che oggi viene giudicata come un errore empirico data l’abbondante presenza degli spandrels in numerosi casi evoluzionistici) e viene negata una loro significatività per l’evoluzione.<sup>13</sup> Con Gould invece vediamo che questi pennacchi, oltre ad essere frequenti, sono in realtà molto significativi per l’evoluzione.

Un esempio di spandrel che Gould descrive è quello dell’ombelico delle chioccioline. Alcune specie di chioccioline utilizzano quello spazio che si viene a formare come effetto secondario dell’avvolgimento del guscio, ovvero l’ombelico della chiocciolina, come luogo in cui riporre le uova. Questo ombelico è presente in tutte le chioccioline, ovvero è una spandrel inevitabile in tutte le chioccioline, ma solo in alcune specie è utilizzato a quel fine, ovvero solo alcune specie hanno riempito quello spandrel con le uova, e ciò

---

<sup>11</sup> *Ivi*, pp. 1560-2.

<sup>12</sup> *Ivi*, pp. 1562-3.

<sup>13</sup> *Ivi*, pp. 117-8.

è un'ulteriore e secondaria dimostrazione (la prima è di natura anatomica) del fatto che quell'ombelico è ciò che potremmo definire uno "spandrel space".<sup>14</sup>

Comunque, c'è una remota possibilità che il comportamento di riporre le proprie uova nell'ombelico, attuato solo da qualche specie di chiocciola, si sia evoluto per selezione naturale in quelle specie, e solo in quelle specie o in quelle insieme ad altre che però si sono estinte, che hanno incontrato di frequente predatori atti a mangiarne le uova se non erano protette in alcuni modi, tra cui l'ombelico. Dunque, il comportamento si potrebbe essere diffuso per selezione naturale ed essere ora stabile in quelle specie per tale causa. Ciò non toglierebbe, però, e ad ogni modo, che quello spazio sia uno spandrel, esso non si è infatti formato per selezione naturale, ma come effetto secondario dell'anatomia delle chioccioline, soltanto il fatto che alcune specie ripongano lì le uova può essere o meno dovuto alla selezione naturale. Con questo esempio vediamo, quindi, come uno spandrel possa sia restare vuoto che essere funzionale a qualche compito, e come i modi dell'evoluzione correlandosi si intersecano influenzandosi a vicenda.

Gli spandrels sono rappresentativi, anche se lo sono in modo inusuale, indiretto, e secondario, di un'evolubilità costitutiva degli organismi, di un'evolubilità che ha origine dalla capacità dell'individuo di attuare particolari percorsi evolutivi sviluppandoli appositamente per degli obiettivi, che però nel caso degli spandrels si sviluppano in modo automatico ed inevitabile. Mentre generalmente l'evolubilità costitutiva realizza dei caratteri per degli obiettivi primari, essa realizza invece gli spandrels appunto come effetti secondari, dagli obiettivi secondari ma in qualche modo inevitabili. In casi come quello dell'ombelico delle chioccioline l'evolubilità costitutiva ha avuto, almeno nella formazione originaria dell'ombelico, una sola via in cui attuarsi, l'ombelico stesso, che è un esempio di spandrel ineluttabile in un'unica direzione, così come sono ineluttabili gli spandrels della Basilica di San Marco fin quando è realizzata con quella architettura. Altri spandrels, invece, è probabile che siano effetti secondari che possono variare pur con le stesse caratteristiche organiche degli esemplari, e non essere quindi così ineluttabili in un solo senso, o essere ineluttabili in un solo senso ma in base a come

---

<sup>14</sup> *Ivi*, pp. 1572-3.

quelle stesse parti andranno collegandosi, o a come quello stesso individuo andrà relazionandosi con l'ambiente.

A livello epistemologico potremmo definire spandrels anche quelle potenziali applicazioni alternative di una capacità sviluppatasi per altri fini, che non hanno un'utilità altrettanto finalistica (nel qual caso tratteremmo di exaptations) ma che possono trovare impieghi dall'utilità incerta. Ovvero potremmo definire spandrels quegli spazi che si aprono come potenziali dimensioni secondarie di abilità sviluppatasi per altre cause. A riguardo della specie umana un esempio potrebbe essere quello delle biotecnologie, cioè quelle tecnologie biologiche ricercate e sviluppate prevalentemente a scopi medici e non per un utilizzo, per esempio, estetico. Questo utilizzo non avrebbe un fine medico o comunque un'applicazione dal così alto ed evidente valore morale, ma avrebbe invece un uso alternativo il cui valore morale, tuttavia, non sarebbe poi così secondario, ma solo meno evidente, e meno necessario.

Oggi le biotecnologie non utilizzano più la tecnica del 1972, quella del DNA ricombinante, che cercava di trovare la combinazione genica ricercata tra le casuali ricombinazioni indotte, e che dunque non realizzava una medicina di precisione, o lo poteva fare solo in tempi relativamente lunghi e senza molte garanzie. Oggi i biotecnologi utilizzano invece la tecnica del CRISPR-cas (clustered regularly interspaced short palindromic repeats, dove cas sta per l'enzima utilizzato, di solito il cas9), una tecnica presa in prestito dalla capacità di alcuni batteri di incorporare il proprio DNA con quello delle sequenze geniche, di solito consistenti in RNA, dei virus che li attaccano, per apprendere e fissare nella memoria genica il modo di renderli innocui. Analizzando questa tecnica dei batteri, tuttavia, i biotecnologi hanno trovato il modo di fare altre cose con quell'abilità, imparando ad utilizzare particolari enzimi che tagliano e incorporano le sequenze geniche desiderate precisamente là dove devono essere inserite, prospettando così una rivoluzione della medicina genomica.

Con la tecnologia del CRISPR la medicina genomica può essere precisa e fare cose impensabili prima, anche se dobbiamo ancora comprendere meglio i funzionamenti genici per attuare queste operazioni straordinarie, ma questo è normale, siamo ancora agli inizi della rivoluzione. Sì, perché questa è proprio una rivoluzione, al punto che il libro di una delle figure più rilevanti coinvolte nello sviluppo di questa tecnica risalente

al 2014, Jennifer A. Doudna, si intitola *A crack in creation*<sup>15</sup>, ovvero una crepa, una rottura, una frattura nella creazione, anche se “a crack in evolution” sarebbe forse stato più opportuno. Ad ogni modo, la tecnologia di ingegneria genica che ora l’umanità sta imparando ad utilizzare promette cose prima impensabili. Ed è qui il punto che ci interessa a proposito degli spandrels. CRISPR, sviluppato per fini come quelli medici, sta andando a toccare questioni molto delicate,<sup>16</sup> e potrebbe essere utilizzato per altri fini in un sistema che, nei limiti della sicurezza, garantisca la libertà individuale di modificare i propri geni per scopi non necessari, come ad esempio quelli estetici, connessi alle libertà personali. Questa tecnica apre, oltre a delle exaptations mediche, uno spandrel space in cui le persone potrebbero realizzare in modo alquanto svincolato delle produzioni che, almeno inizialmente, sarebbero perlopiù prive di utilità, ma sarebbero artistiche ed espressive della propria individualità, e che, comunque, potrebbero in seguito trovare utilità anche molto pronunciate.

Certamente dovremo tenere a mente i possibili effetti dannosi di queste applicazioni trasversali, perché all’interno dei pennacchi possono avanzare realizzazioni dannose capaci di mettere a rischio gli individui portatori.<sup>17</sup> Dovremo tenere in gran considerazione le modalità con le quali quelle applicazioni andrebbero a collegarsi con il resto delle parti organiche, e dunque avere un quadro dei possibili *effetti a cascata*.<sup>18</sup> Ciò non è però, a mio giudizio, un motivo valido per non dare una simile libertà agli esseri umani, ma è un motivo valido per approfondire l’argomento nelle sue applicazioni biotecnologiche e nei suoi collegamenti sociali, nella scienza e nella politica, nella utilità e nel suo utilizzo.

Certo, dobbiamo imparare dalla storia: quando si è sviluppata la Rivoluzione industriale, circa due secoli fa, non c’era molta consapevolezza su quelli che sarebbero stati gli effetti, a lungo andare, delle attività umane protratte secondo quei metodi. Non c’era l’idea che circa due secoli dopo lo sviluppo di quella rivoluzione avrebbe portato al rischio di una crisi climatica capace di esacerbare, insieme ad altri fattori preoccupanti, i conflitti tra gli stati e produrre il rischio della peggiore delle guerre della storia. Ciò non vuol dire però che la Rivoluzione industriale sia stata un evento

---

<sup>15</sup> Jennifer A. Doudna, *Samuel H. Sternberg, A crack in creation. Gene editing and the unthinkable power to control evolution*, Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2017.

<sup>16</sup> Paul Knoepfler, *GMO Sapiens. The life-changing science of designer babies*, Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2016.

<sup>17</sup> Stephen Jay Gould, *La struttura della teoria dell’evoluzione*, cit., p. 1610.

<sup>18</sup> *Ivi*, p. 1614.

negativo, ma che il modo in cui è stata gestita, ed il modo in cui sono tutt'oggi gestite le sue conseguenze, non è dei migliori, e potrebbe regolarsi in modi molto più efficienti ed ecologici. Così, la Rivoluzione biotecnologica non è un evento negativo, anzi è tutt'altro, ma bisognerà che le regolamentazioni siano responsabili.

Non dovremmo incatenare le nostre abilità biotecnologiche, e non dovremmo vietare ad alcuni individui di utilizzare sul proprio corpo queste tecniche soltanto perché altri non le ritengono permissibili, perché nessuno costringerà quegli altri ad utilizzare anche loro queste tecniche. Dunque, ad ognuno la sua libertà, nel rispetto degli altri. Non dovremmo fermare la nostra inventiva di esseri umani capaci di realizzare tecniche straordinarie che però possono avere utilizzi secondari, alcuni pericolosi e da evitare, altri invece medici e da perseguire, altri ancora artistici e da permettere. Dovremo solo stare attenti, e tenere a mente che i tempi cambiano e, con essi, noi.

## Capitolo VIII

### Tempi e spazi dell'evoluzione

#### 8.1 Casualità organica e causalità ambientale

Richard Dawkins è un divulgatore scientifico particolarmente interessato all'evoluzione da un punto di vista etologico e biologico. Nel libro *L'orologiaio cieco*<sup>1</sup> cerca di spiegare alcune motivazioni che rendono di difficile accettazione l'evoluzionismo darwiniano. Dawkins trova che la principale tra queste difficoltà sia la mancata teleologia o finalità della selezione naturale. Essa infatti lascia che il caso e non un qualsiasi progetto sia il motore attivo dell'evoluzione. Nella selezione naturale l'accumulazione graduale delle variazioni evolutive viene selezionata dall'ambiente, e si asserisce che in questo modo l'individuo evolva in modo passivo. L'organismo non sarebbe dunque attivo nel produrre le evoluzioni di cui necessita, e le trasmutazioni, quando avanzano ad opera esclusiva della selezione naturale darwiniana, avrebbero come unico motore di propagazione la casuale adeguatezza di esse alle richieste ambientali, che agirebbero dall'esterno, come cause esterne.

La motivazione principale dell'avversione al darwinismo è indagata da Dawkins da un punto di vista che potremmo definire epistemologico. Questo punto di vista spesso è intrecciato con l'avversione propria del contrasto tra evoluzionisti e creazionisti, tuttavia ha tra le cause che lo portano a quella avversione non solo le contrapposizioni a priori motivate da ragioni religiose, ma anche le avversioni a posteriori motivate dall'esile ruolo che le affermazioni darwiniane concedono alla percezione. Dawkins prende in prestito la concezione dell'orologiaio, che però nella sua filosofia evoluzionistica è cieco, dal libro del 1802 di William Paley: *Teologia naturale o sia prove della esistenza e degli attributi della divinità ricavate dalle apparenze della natura*. Paley afferma che un essere umano che cammini in una brughiera e trovi un organismo che mostra una funzionalità progettuale, come può essere quella di un orologio, non sarebbe portato ad ammettere che quell'organismo, come quell'orologio, si sia formato e si trovi lì per

---

<sup>1</sup> Richard Dawkins, *L'orologiaio cieco*. cit.

caso. L'osservatore sarebbe invece portato a pensare che esso debba aver seguito un progetto che lo aiutasse a realizzarsi, che lo direzionasse. Questo progetto, per molti intellettuali come Paley, rende evidente l'intervento di un "disegno divino", che a sua volta rimanda all'esistenza divina.<sup>2</sup> Vediamo come le varie dimensioni della mente, in particolare quelle tra credenze e conoscenze, si intersechino in questo tipo di conclusioni. Infatti, anche qualora ci fosse, come in effetti a detta di molte ricerche c'è, una capacità evolutiva costitutiva degli organismi, ovvero una capacità organica progettuale che segue direzioni evolutive perseguite per far fronte a particolari fattori ecologici, ciò non rimanderebbe necessariamente alla prova di un'esistenza divina, come invece affermano molti sostenitori del disegno divino.

Uno studio recente, che mostra una particolare tipologia di evolvibilità costitutiva, ha dimostrato una importante correlazione tra l'apprendimento esperienziale e la modificazione funzionale e biofisica delle sinapsi. A proposito della lumaca di mare *Aplysia*, è stato dimostrato che l'apprendimento della differenza tra alcune tipologie di cibo commestibile e non commestibile, ha modificato il numero e l'ampiezza delle sinapsi tra neuroni sensoriali e motori, rafforzandone alcune e indebolendone altre. Inoltre, ha modificato alcune sinapsi da inibitorie a eccitatorie e viceversa. Anche se questo tipo di studio non indaga sulla trasmissibilità generazionale di quel tipo di modificazione, è plausibile che la ripetizione dello stesso apprendimento e della stessa modificazione, protratta nelle generazioni, fosse anche inizialmente per esperienza e non per trasmissione organica, vada poi ad acquisire una stabilità organica tale da caratterizzare quegli organismi, che andrebbero così a perpetuarla nel tempo trasmettendola ereditariamente. Ma ciò è ancora da dimostrare.<sup>3</sup>

Certamente, però, l'evolvibilità costitutiva nega l'universalità della casualità darwiniana che opera invece esclusivamente in modo cieco in quanto *non vede dinanzi a sé, non pianifica conseguenze, non ha in vista alcun fine*<sup>4</sup>. Eppure, come afferma Dawkins, la casualità darwiniana non è poi così casuale se viene inserita all'interno di una prospettiva ecologica. Infatti, l'accumulazione di piccole variazioni può essere casuale nell'organismo, che le produrrebbe appunto casualmente, ma non è affatto casuale da

---

<sup>2</sup> *Ivi*, p. 21.

<sup>3</sup> Shlomit Tam, Itay Hurwitz, Hillel J. Chiel, Abraham J. Susswein, *Multiple local synaptic modifications at specific sensorimotor connections after learning are associated with behavioral adaptations that are components of a global response change*, «Journal of Neuroscience», (May 4, 2020).

<sup>4</sup> Richard Dawkins, *L'orologio cieco*, cit., p. 41.



un punto di vista esterno all'organismo. Una volta costituitasi nell'ambiente una rete di relazioni che favoriscono uno spettro più o meno vasto di possibili variazioni evolutive adattive, il fatto che quelle stesse variazioni vengano ripetutamente selezionate dall'ambiente non è qualcosa di casuale. Esternamente all'organismo, che in questo tipo di selezione rimane passivo perché non produce mutamenti come risposte organiche ma li realizza per caso, dal punto di vista dell'ambiente la selezione naturale risponde a direzioni evolutive formatesi a causa di quello stesso ambiente, accumulatesi a causa di esso, e dall'ambiente selezionate tra le casuali variazioni degli organismi. Da un punto di vista esterno all'organismo, quindi, la selezione cumulativa di certe caratteristiche, anche quando avviene per selezione naturale, è tutt'altro che casuale.<sup>5</sup> Questa argomentazione è utilizzata da Dawkins al fine di controbattere la casualità attribuita alla selezione darwiniana, relativizzando la casualità all'organismo. L'evoluzione in generale, invece, come evoluzione ecologica, anche quando protratta per selezione naturale, sarebbe in grado di incanalare gli organismi all'interno di direzioni evolutive che pertanto riuscirebbero a fare ciò che il solo caso non potrebbe: giungere alla realizzazione di organismi altamente complessi, che stabiliscono relazioni organiche altrettanto complesse.

## 8.2 Da cosa dipende la velocità evolutiva

*Le molecole a evoluzione più lenta, come gli istoni, risultano essere quelle che sono state più soggette alla selezione naturale. I fibrinopeptidi sono le molecole che si evolvono più rapidamente perché la selezione naturale le ignora quasi del tutto. Esse sono libere di evolversi con la frequenza delle mutazioni. La ragione per cui questo fatto sembra paradossale è che noi poniamo molto l'accento sulla selezione naturale come forza motrice dell'evoluzione. Senza selezione naturale possiamo attenderci perciò che non ci sarebbe evoluzione. Inversamente, potremmo essere perdonati se pensiamo che una forte "pressione selettiva" conduca a una rapida evoluzione.<sup>6</sup>*

Dawkins, come vedremo, continuerà quelle frasi riaffermando che la selezione naturale rallenta anziché accelerare l'evoluzione. Dovremmo però riflettere sul fatto che effettivamente la selezione naturale può, a volte, seppure in rari casi, essere

---

<sup>5</sup> *Ivi*, p. 80.

<sup>6</sup> *Ivi*, p. 178.

tutt'altro che lenta e graduale. Quando si tratta di variazioni fenotipiche che interessano un numero limitato di geni, geni che dunque possono essere rapidamente selezionati in conseguenza di rapidi cambiamenti ambientali, è plausibile ritenere che la selezione naturale possa avvenire in modo rapido. Come Gould, cercando di mostrare come l'equilibrio punteggiato allargando la teoria generale dell'evoluzione non nega ma anzi in un certo senso completa la teoria darwiniana, ammettiamo che la selezione naturale non sia meno efficace nelle evoluzioni rapide, ma anzi forse ancor più valida in queste che in altre.<sup>7</sup> Perché laddove invece le evoluzioni sono più lente divengono spesso rintracciabili altre modalità evolutive che affiancano la selezione naturale, portandoci a ritenere che l'evoluzione di quegli organismi proceda secondo modalità ibride.

Ad ogni modo, la maggior parte delle caratteristiche evolutive investe un gran numero di coordinate fenotipiche, e spesso dunque dei loci genici dalle relazioni numerose e complesse. Ciò ci porta a un'importante constatazione: se i loci genici correlati a delle variazioni sono numerosi e ben coordinati, ciò vuol dire che, per essere adatti a particolari esigenze ambientali, quelle coordinazioni sono state canalizzate da tendenze evolutive, siano esse causate internamente come nell'evolubilità costitutiva, o esternamente come nella selezione naturale. Motivo per cui è stato necessario un lasso di tempo più o meno esteso affinché quelle tendenze abbiano potuto maturare.

In questo senso *la selezione naturale esercita un effetto di freno sull'evoluzione. La rapidità di base dell'evoluzione, in assenza della selezione naturale, è la massima rapidità possibile. Questa rapidità coincide con la frequenza di mutazione.*<sup>8</sup>

Quando si tratta di evoluzioni che rispondo a precisi adattamenti ambientali, e a maggior ragione quando queste evoluzioni sono sorrette da complesse reti geniche e organiche, il tempo richiesto per la loro maturazione è notevolmente più lungo di quello che richiederebbe un'evoluzione senza freni, ovvero un'evoluzione che non si sviluppa entro lunghi e complicati canali evolutivi, ma emerge rapidamente in quanto non deve sottostare ad alcuna pressione, né interna né esterna.

Come abbiamo visto nel primo capitolo, spesso accade che le specie che popolano alcune nicchie ecologiche, come alcune isole, non sono particolarmente adattate a

---

<sup>7</sup> Myrna Perez Sheldon, *Claiming Darwin*, cit., p. 141.

<sup>8</sup> Richard Dawkins, *L'orologio cieco*, cit., p. 178.

quell'ambiente, eppure assumono caratteristiche fenotipiche e genetiche uniche. Casi simili a questo, in cui una specie diviene endemica di un dato luogo, sono davvero numerosi. Nelle isole Canarie, ad esempio, troviamo quattro gechi endemici<sup>9</sup> e altri casi come il *Columba bollii*, un colombo che ha assunto un caratteristico colore del piumaggio che tende in modo più rilevante, rispetto al colombo comune, verso il blu, e il *Fringilla teydea*, simbolo di Tenerife, che ha assunto una colorazione blu e delle dimensioni, del becco e del corpo, che lo differenziano dal fringuello comune.<sup>10</sup> Queste caratterizzazioni senza precisi adattamenti accadono il più delle volte quando non ci sono strette competizioni con altre specie, e dunque le popolazioni sono lasciate libere di evolversi senza particolari canali evolutivi. Nonostante ciò, come abbiamo detto, mostrano segni evolutivi distintivi di quei luoghi ecologici, ma dato che in essi non si verificano strette esigenze ambientali, quelle caratteristiche distintive spesso non sono i risultati di lunghe evoluzioni adattive, ma di evoluzioni che non hanno avuto freni, a parte quelli che possono esserci ad esempio in un pool genico. Queste evoluzioni non avendo restrizioni di tipo adattivo, restrizioni che limiterebbero la velocità di evoluzione nell'attesa di selezionare le piccole variazioni che rispondono all'adattamento, hanno la strada libera per manifestarsi in tempi brevi.

Questa velocità accelerata delle evoluzioni non soggette alla selezione naturale né ad alcun adattamento, mostra che sono possibili dei processi evolutivi relativamente brevi in termini evolucionistici, molto lunghi per i tempi umani ma comunque molto più brevi dei tempi usuali delle evoluzioni. Ma in alcuni casi quella brevità è tale anche in termini di tempi umani, come per le ripopolazioni delle isole studiate da Wilson. Wilson constatò, infatti, che quando una specie ripopolava e si stabilizzava su un'isola, un decennio di storia ecologica era sufficiente per concedere all'osservatore di rintracciare i primi segnali di alcune caratterizzazioni distintive di quelle specie rispetto agli esemplari di quelle stesse specie rimasti nei luoghi di origine. Inoltre, quando rimangono costanti ambiente e relazioni ecologiche, i segni distintivi di una specie isolata possono accumularsi, pur senza adattamenti stretti, cosicché in breve tempo interessano limitati loci genici e limitate variazioni fenotipiche, ma a lungo andare,

---

<sup>9</sup> John Bowler, *Wildlife of Madeira and the Canary Islands: A Photographic Field Guide to Birds, Mammals, Reptiles, Amphibians, Butterflies and Dragonflies*, Princeton: Princeton University Press, 2018, pp. 176-7.

<sup>10</sup> Oiseaux-birds, *Canary Islands Endemic Bird Species*: <http://www.oiseaux-birds.com/article-island-birds-endemic-canary-islands.html> (consultato il 26 maggio 2020).

accumulandosi, possono formare nette distinzioni rispetto agli esemplari originali, ammesso che non si trovino in una marcata stasi evolutiva.

Ne deriva che la velocità dell'evoluzione spesso dipende da molti fattori, anche se a volte alcuni di essi hanno un ruolo predominante nel determinarla. Nella maggior parte dei casi, comunque, essa si verifica perlopiù secondo un numero congiunto e variamente proporzionato di cause.

Nell'evoluzione i percorsi, le velocità, ed i livelli entro i quali una tendenza può svilupparsi vedono incrociate molteplici cause, e questa è certamente una difficoltà di non poco spessore per lo sviluppo di una precisa scienza ecologica. Le nicchie ecologiche, le caratteristiche genetiche delle specie in questione, le relazioni ecologiche, i cambiamenti ambientali, gli spostamenti delle popolazioni, sono alcuni dei fattori che combinandosi e ricombinandosi in diverse proporzioni agiscono sia sul contenuto che sulle velocità delle trasmutazioni.

### 8.3 Evoluzioni senza stretti adattamenti

Se l'unico metodo dell'evoluzione fosse quello della selezione naturale, la biodiversità terrestre sarebbe di gran lunga meno prorompente di quella che osserviamo. Oggi è una teoria confermata quella della speciazione rapida di cui sono capaci virus e batteri, esseri organici che si riproducono a grande velocità e le cui speciazioni, non sempre provocate da selezioni darwiniane ma spesso rispondenti ad evolvibilità costitutive, possono essere facilmente osservabili in laboratorio. Ma è una congettura abbastanza diffusa tra gli evoluzionisti quella che ipotizza il verificarsi usuale di speciazioni in molte altre specie, in particolare quelle specie che hanno alti tassi riproduttivi, come ad esempio gli insetti.

In ambienti dall'immensa biodiversità e dalle numerose nicchie ecologiche, come le foreste pluviali, è probabile che le speciazioni riguardanti specie ad alto tasso riproduttivo avvengano frequentemente. Risulta difficile, però, provare scientificamente queste plausibili ipotesi. Noi non osserviamo in ogni dettaglio ciò che avviene in luoghi ardui da raggiungere, in cui ci sono peraltro zone inesplorate e specie non ancora conosciute. Anzi, proprio alcune delle specie che vengono di tanto in tanto annoverate come primi ritrovamenti potrebbero rappresentare esse stesse delle

speciazioni recenti, ma come facciamo a saperlo? Non sempre le analisi geniche sono attendibili nel ricostruire i tempi e gli spazi dell'evoluzione di una specie, soprattutto quando quelle analisi non sono affiancate da altre di altro tipo. Con l'ausilio di dati paleobiologici intersecati con gli eventi geologici, ad esempio, l'interpretazione dei dati del genoma ottiene un fondamentale contributo per la ricerca dei luoghi e dei tempi delle speciazioni di un certo tipo di organismi. Senza questi ulteriori dati e senza venire affiancata da altre interpretazioni, per molti aspetti l'analisi del genoma non è così rivelatrice come spesso la si descrive.

Gli insetti sono molto piccoli e si biodegradano speditamente, non lasciando alcuna traccia se i loro corpi non vengono conservati da qualche forma di minerale o di resina. La testimonianza dettagliata, la possibilità di ripetere l'esperimento e di osservarlo ripetutamente, caratteristiche imposte al metodo scientifico fin dai suoi albori, raramente possono essere applicati a simili eventi evolutivisti. Ne deriva che le speciazioni frequenti sono fenomeni che potrebbero avvenire di sovente all'interno di alcuni ambienti come le foreste tropicali e a proposito di alcune specie che si riproducono ad alte frequenze, o che hanno un'alta variabilità genica come le orchidee.

Queste speciazioni pongono non pochi problemi ad essere provate scientificamente. Resta ad ogni modo plausibile che, come nelle isole studiate da Wilson, le evoluzioni senza stretti adattamenti si verificano a velocità elevata, soprattutto entro alcuni ambienti e a riguardo di particolari specie di organismi. Ma è anche plausibile che, fin quando queste trasmutazioni restano circoscritte a pochi esemplari di pochi luoghi, gli organismi mutati possano estinguersi altrettanto rapidamente e spesso senza lasciare traccia.

Le prove scientifiche di queste evoluzioni libere sono attualmente poche e indirette, ma le manifestazioni di esse, manifestazioni che richiederebbero studi approfonditi, specifici, e innovativi, sono numerose. Prendiamo ad esempio le farfalle, ci sono alcune specie i cui colori rispondono a un mimetismo ambientale relativo ai fiori sui quali si posano o agli ambienti in cui vivono. Questi colori possono dunque essere i risultati di selezioni naturali darwiniane. Altre farfalle, però, mostrano colori che non rispondono ad alcun mimetismo stretto, e negli stessi ambienti diverse specie possono mostrare diversi colori che non sono strettamente relativi ad alcun fiore o pianta. Certo,

potremmo non essere ancora a conoscenza di un mimetismo che invece avviene rispetto a qualche elemento ecologico, ma è improbabile che tutte le numerose evoluzioni dei colori senza adattamento siano tali perché non è stata ancora riscontrata un'effettiva adattazione.

C'è da dire che all'evoluzione di un numero stupefacente di colori che non rispondono ad alcun mimetismo potrebbe aver contribuito anche la selezione sessuale; ciò non toglierebbe però creatività e libertà al processo. Ad eccezione dei casi strettamente relativi alle selezioni sessuali, come la coda del pavone, evoluzioni come ad esempio quelle dei colori non adattivi potrebbero essere avvenute per la mancanza di una selezione naturale o di una qualche tendenza adattiva che le frenasse, che in seguito può anche essere risultata vantaggiosa per qualche tipo di relazione. È possibile che queste evoluzioni vadano verificandosi per distanziamento di popolazioni o per interazioni particolari, come ad esempio quelle alimentari, che non hanno conferito alle specie alcun vantaggio che possa essere rimandato, nella sua origine, ad un adattamento di stretta necessità.

#### 8.4 Le tendenze evolutive

Sulla velocità aumentata delle evoluzioni dovremmo aggiungere che il suo rilevante contributo all'ampiamiento della biodiversità terrestre è stato un fattore fondamentale di allargamento delle specie già nelle prime fasi dell'evoluzione sulla Terra. Infatti, i meccanismi genetici che sono atti a rilevare e correggere gli errori nelle replicazioni dei geni, come scrive Dawkins, sono meccanismi che si sono venuti a formare nel corso di molte generazioni di selezione cumulativa.<sup>11</sup> Questo freno della correzione da un lato evita che si formino organismi poco o per nulla in grado di perseguire la vita, dall'altro evita che gran parte degli errori, anche quelli che potrebbero risultare utili o comunque non dannosi, possa diffondersi. Così, agli albori dell'evoluzione terrestre la grande estensione delle nicchie ecologiche insieme all'assenza del freno della correzione ha permesso alla vita terrestre di diversificarsi a velocità molto elevate.

L'attuale alta capacità degli organismi di correggere gli errori che si verificano nelle loro riproduzioni è un'ulteriore prova dell'importanza delle tendenze evolutive,

---

<sup>11</sup> Richard Dawkins, *L'orologiaio cieco*, cit., p. 184.

tendenze di cui le specie necessitano per accumulare e diffondere evoluzioni rivolte a particolari sviluppi. Questi canali che fanno tendere l'evoluzione delle specie secondo particolari corsie evolutive, come abbiamo detto, possono essere sorrette da evolvibilità costitutive proprie dell'organismo (capacità evolutive per molti aspetti ancora da analizzare e dimostrare), o da selezioni esterne all'organismo. Senza queste tendenze è molto probabile che la vita non avrebbe potuto raggiungere livelli di complessità organica così alti come quelli che osserviamo. Ed inoltre senza le tendenze evolutive gli attuali organismi terrestri avrebbero poche probabilità di riuscire a diffondere delle variazioni in grado di dare luogo a delle speciazioni di tipo adattivo.

Dalla capacità degli organismi di correggere i propri errori deriva un'altra conseguenza: più il grado di adattamento di una specie a delle particolari condizioni ambientali è elevato, minori sono le possibilità che questa specie possa evolvere ulteriormente, almeno fin quando l'ambiente rimane costante e fin quando restano invariate le relazioni ecologiche. Questo non significa che la specie non possa più migliorare, che non possa divenire ancor più adatta alle funzioni ambientali che svolge, o che sia destinata necessariamente ad estinguersi se l'ambiente o le relazioni ecologiche mutano, ma sta a significare che con un adattamento molto stretto della specie all'ambiente è poco probabile che si verifichino ulteriori canalizzazioni evolutive in quanto avrebbero, per così dire, uno spazio troppo limitato per agire.<sup>12</sup>

Un esempio di tendenze evolutive lo troviamo nelle differenti vie evoluzionistiche che gli ecotermi, organismi la cui temperatura dipende dall'ambiente esterno, hanno seguito rispetto agli endotermi, organismi la cui temperatura dipende dal calore metabolico interno. Alcune specie di ecotermi, come alcuni rettili, e di endotermi, come alcuni mammiferi, dopo una storia evoluzionistica che ha visto le specie svilupparsi nelle acque per poi riuscire a conquistare le terre, sono tornati ad avere uno stretto legame con l'acqua, cercando di aumentare i tempi di immersione. Tuttavia, nonostante sia gli uni che gli altri possiedono lo stesso processo metabolico dell'ossigeno, mostrano differenti capacità di stoccaggio dell'ossigeno e diverse abilità di restare in immersione. Ciò è dovuto alla presenza di differenti relazioni tra quegli stessi metabolismi e il resto delle parti organiche. A causa di questi diversi sistemi di

---

<sup>12</sup> *Ivi*, p. 246.

relazioni organiche gli ectotermi hanno una maggiore predisposizione organica per riuscire a restare immersi più a lungo degli endotermi. E tuttavia, la durata dell'immersione, che dipende dal sistema delle relazioni organiche, dipende anche in modo particolare dalla capacità di stoccaggio dell'ossigeno, e questa capacità aumenta all'aumentare delle dimensioni corporee, e questo aumento è molto più rapido negli endotermi. Il sistema di relazioni organiche degli endotermi ha permesso a molte specie di aumentare enormemente le dimensioni corporee, come nelle balene, cosa che è stata invece generalmente preclusa agli ectotermi. Grazie a queste correlazioni evoluzionistiche alcune specie di endotermi, mostrando un diverso percorso evoluzionistico di allometria subacquea, sono riuscite ad ottenere una capacità di immersione migliore di quelle ectoterme.<sup>13</sup>

Così, vediamo che una predisposizione organica può o meno superarne un'altra non solo per causa propria, ma anche in relazione al resto dei fattori evoluzionistici, che in questo caso sono interni, ma che possono anche riguardare le relazioni con l'esterno. Quindi a seconda delle proprietà organiche di un individuo e delle relazioni interne ed esterne che esso manifesta, le tendenze evolutive si diversificano portando le varie tipologie di individui a viaggiare lungo traiettorie differenti. Nelle tendenze evolutive notiamo, inoltre, che gli stessi modi dell'evoluzione, combinandosi tra loro e con gli elementi, operano in modo più o meno particolareggiato in ciascuno specifico caso.

Dovremmo chiarire che le tendenze evolutive non sono, come stiamo cercando di notare, delle canalizzazioni di tipo teleologico, ma sono soltanto dei sostegni che permettono ad alcune variazioni, siano esse favorite da selezioni di tipo naturale o sessuale, o da evolvibilità costitutive di tipo organico e genetico, di perpetuarsi nel tempo e manifestarsi così come diversificazione delle sottospecie di una specie, o come nuove specie. La tendenza evolutiva non è qualcosa di necessariamente determinato dalle condizioni, ed il motivo principale per cui non è tale è che, in un dato ambiente e con certe relazioni ecologiche, le evoluzioni possibili sono molteplici. La tendenza evolutiva è qualcosa che nelle condizioni trova il modo di realizzarsi, per questo pur restando contingente non è assolutamente teleologica. Non nel senso che

---

<sup>13</sup> Wilco C. E. P. Verberk, Piero Calosi, François Brischouw, John I. Spicer, Theodore Garland, David T. Bilton, *Universal metabolic constraints shape the evolutionary ecology of diving in animals*, «Royal Society», (May 27, 2020).



non esista alcuna teleologia nell'evoluzione come nelle tendenze evolutive, ma nel senso che la teleologia non è una caratteristica propria dell'evoluzione, allo stesso modo in cui una previsione metereologica non è una caratteristica propria del clima. Essa non può tutte le volte prevedere correttamente quello che sarà il comportamento climatico, non solo per i nostri difetti di previsione, ma anche per l'esistenza di molteplici interazioni metereologiche possibili che generano l'incertezza di ciò che andrà ad accadere, soprattutto a lungo termine.

Le condizioni mutano, gli ambienti cambiano, sia per motivi geologici che per spostamenti di popolazioni, e così le tendenze si muovono, sono dinamiche, ed è quindi per motivi ecologici che non è possibile prevedere, soprattutto a lungo raggio, a cosa una tendenza andrà incontro e come andrà modificandosi.

Un altro aspetto che è importante chiarire sulle proprietà delle tendenze evolutive è che non sono indice di progresso. Nell'evoluzione non troviamo un processo che necessariamente progredisce, anzi, a volte le caratteristiche di una specie possono restare pressoché ferme, mentre altre volte ancora possono evolvere indietreggiando.<sup>14</sup> Per adattamento, per caso, o per motivi interni all'organismo, l'evoluzione non è affatto un processo che ha aprioristicamente la necessità del progresso. Ed è anzi plausibile, come è spiegato nella teoria degli equilibri punteggiati, che nei periodi e nelle condizioni ecologiche stabili di solito non avvenga complessivamente alcun progresso né regresso, e le specie non tendano in alcuna direzione evolutiva notevole.

## 8.5 Le bizzarrie del saltazionismo

Dawkins è un evoluzionista strettamente darwiniano, poco atto e forse anche poco interessato ad indagare metodologie evolutive che possano contraddire o affiancare la teoria della selezione naturale. Pertanto, le tendenze evolutive di cui abbiamo trattato, e che riprenderemo in seguito, sono qualcosa di molto distante dal suo approccio alla teoria dell'evoluzione.

---

<sup>14</sup> Richard Dawkins, *L'orologiaio cieco*, cit., p. 250.

Nella sua critica delle teorie saltazioniste, cioè quelle teorie che ipotizzano la possibilità di grandi salti evolutivi, cioè di effetti trasmutativi macroscopici verificabili in una o poche generazioni, Dawkins afferma che un motivo per rifiutarle si troverebbe nella difficoltà che gli esemplari dalle grandi mutazioni avrebbero nel cercare un partner.<sup>15</sup> In realtà, come affermano altri, questo non è un punto debole delle teorie saltazioniste, ma uno dei più forti. Intanto ricordiamo che le macromutazioni avvengono comunque entro certi limiti di realizzazione. Per intenderci, non è che da un suricato può mai evolvere direttamente un elefante. E se ammettiamo che le macromutazioni possano essere indotte da un qualche tipo di causa, come può essere quella della vicinanza a dei materiali radioattivi, o come può essere quella dell'alta variabilità genica di una specie, riconosciamo che la frequenza di esse può essere maggiore in alcuni casi ed entro quei casi è possibile che avvengano negli stessi periodi delle macromutazioni simili, che possono dunque incrociarsi per selezione sessuale e dar luogo a una speciazione. Inoltre, non è detto che la selezione sessuale avvenga tra esemplari simili, anzi, proprio la forte distinzione di un organismo rispetto agli altri può essere, quando non è percepita come mostruosa, e quando è organicamente compatibile per la riproduzione fertile con il partner, un ottimo vantaggio che può indurlo a riprodursi facilmente con più di una femmina trasmettendo così del tutto o in parte quella macromutazione.

Per lo stesso procedere che vede alcuni organismi distanziarsi in numero esiguo dal resto della popolazione ed ottenere, condizioni ambientali e relazioni ecologiche permettendo, il via libera per distinguersi dagli esemplari di partenza, il fatto che gli esemplari macromutati siano di numero esiguo non è necessariamente una debolezza, ma può essere una grande opportunità di evoluzione. Come nelle isole e nelle nicchie ecologiche, gli esemplari macromutati possono distanziarsi evolutivamente da quelli invariati secondo lo stesso procedere evolutivo che, trovando limitato il numero degli esemplari con quelle caratteristiche, e riportando quegli esemplari in nicchie d'incontro, può permettere che essi persistano nelle generazioni e dare loro la possibilità di diffondersi. Certo, fin quando quella popolazione distinta resta con pochi esemplari è facile che un cambiamento ecologico possa portarla all'estinzione. Ma se come per

---

<sup>15</sup> *Ivi*, p. 314.

molti evoluzionisti i salti evolutivi, o in parte anche i periodi di rapida evoluzione, sono fenomeni importanti e relativamente frequenti della biodiversificazione, allora nel complesso solo una parte di quei piccoli gruppi mutati avrà vita breve perché non riuscirà a riprodursi o si riprodurrà ma scomparirà rapidamente. Mentre un'altra parte, una volta fatta la sua comparsa, riuscirà a perpetuarsi attraverso tendenze evolutive come quelle costitutive e sessuali, che possono avanzare anche per selezione naturale, e possono riuscire a perpetuarsi nel tempo e nello spazio, e divenire specie a parte.

Se questa prima critica di Dawkins al saltazionismo può essere velata dalla sua adesione incondizionata alla selezione naturale, l'altra che sostiene riprendendo Ronald Fisher è invece molto grave. Fisher, uno dei più accaniti critici del saltazionismo, aveva affermato che avendo regolato un microscopio con molta precisione su un obiettivo, le possibilità che muovendo per caso e di scatto le parti del microscopio si ottenessero dei miglioramenti sarebbero irrisorie.<sup>16</sup> Ma con affermazioni come questa sia Fisher che Dawkins sembrano dimenticare che l'evoluzione non è necessariamente progresso. Tra l'altro, se fosse così l'evoluzione sarebbe più teleologica di quanto essi stessi siano disposti ad ammettere.

Non c'è alcun bisogno che la macromutazione sia migliorativa affinché possa diffondersi, basta che possa sostenere la vita e trovare dei partner sessuali e, se le condizioni ambientali e le relazioni ecologiche lo permettono, quella trasmutazione potrà propagarsi. Potrà farlo dunque anche se la variazione in questione, rispetto agli esemplari di partenza, non è un miglioramento adattivo. Ricordiamo inoltre che, come abbiamo detto, quella macrovariazione può emergere inizialmente come salto evolutivo ma in seguito può caratterizzarsi anche per selezione darwiniana o evolvibilità costitutiva, o per entrambe, e dunque divenire anche funzionale nella tendenza verso qualche direzione evolutiva. Ma ancora, se è vero che le possibilità di un miglioramento per salto sono molto basse, è anche vero che nell'immenso tempo dell'evoluzione terrestre quelle piccole probabilità si siano di tanto in tanto verificate, che cioè si siano verificate per salto evolutivo non solo delle mutazioni poco o affatto funzionali, ma anche degli adattamenti migliorativi.

---

<sup>16</sup> *Ibidem.*

Un'altra critica molto discutibile che Dawkins rivolge al saltazionismo è quella che porta avanti riferendosi all'evoluzione delle vertebre nei serpenti. I serpenti a seconda delle specie possono avere da uno a qualche centinaio di vertebre, e dato che ogni vertebra necessita dell'immediata coordinazione di vasi sanguigni, muscoli, e nervi, ogni vertebra dev'essersi evoluta per intero, e non secondo piccole variazioni. Ma, afferma Dawkins, quella che appare come una vertebra intera nell'organismo formato è il risultato di una graduale variazione e composizione della vertebra nelle fasi di sviluppo embrionale.<sup>17</sup> Questa più che un'obiezione suona come una carenza nell'informazione, perché è chiaro che ogni salto evolutivo è un salto solo relativamente a certi parametri, ma emerge gradualmente secondo altri. Se così non fosse il saltazionismo potrebbe essere confuso con il creazionismo, seppure senza l'intervento di un agente divino. Negare che i salti evolutivi emergano da sviluppi organici che con certi parametri sono invece gradualmente vorrebbe dire che essi emergono dal nulla, e ciò sarebbe forse ancora più discutibile dell'ipotesi creazionista.

## 8.6 La speciazione per distanziamento geografico

La speciazione per distanziamento geografico è stata accettata e incorporata nel neodarwinismo come uno dei fattori principali a sostegno della selezione naturale. Con il contributo di Ernst Mayr ciò è avvenuto per una ragione fondamentale, ovvero perché in questo modo la speciazione, trovando ridotto il numero degli esemplari di una data specie per via della separazione geografica, incontra un minor rischio che gli incroci tra esemplari mutati e invariati annullino gli sviluppi evolutivi. Così il distanziamento geografico, allentando le inibizioni della ricombinazione del materiale genico per mezzo della diminuzione del rischio di incroci annullativi, favorisce la diffusione di un maggior numero di mutazioni.<sup>18</sup>

Dawkins mostra bene come le carenze della documentazione fossile rechino con sé problemi ancor più complicati del limitato ritrovamento dei reperti fossili. Consideriamo una parte di popolazione che si distanzia dal luogo d'origine e si evolve altrove

---

<sup>17</sup> *Ivi*, p. 320.

<sup>18</sup> *Ivi*, pp. 321, 324.

secondo una tendenza evolutiva diversa da quella degli esemplari originali. Questi esemplari originali con gran probabilità non seguiranno la stessa tendenza evolutiva di quelli che sono migrati. Anzi, dato che nella teoria degli equilibri punteggiati i periodi di stasi hanno durate molto più pronunciate rispetto ai periodi di rapido cambiamento, e sono quindi le fasi più comuni, è probabile che essi non seguano alcuna tendenza e restino in una fase di stasi evolutiva. Gli esemplari rimasti nel luogo d'origine, quindi, probabilmente avranno una velocità evolutiva molto diversa, molto bassa se non quasi nulla, rispetto alla piccola parte di popolazione disgiuntasi, nello stesso modo in cui può essere diversa la velocità di crescita tra il tronco di un albero e i suoi rami.<sup>19</sup> Oltre alla stasi, che non è comunque una stasi assoluta, gli esemplari originali probabilmente avranno una popolazione più grande e quindi dei freni evolutivi più attivi. Ad ogni modo, che si siano o meno evoluti anche gli esemplari originali, le due popolazioni saranno andate distinguendosi, perché è invece molto probabile che gli esemplari migrati siano andati incontro a tendenze evolutive favorite dal numero esiguo e dal cambiamento dell'ambiente e delle relazioni ecologiche.

C'è però la possibilità che i mutati ritornino al luogo di provenienza. Quando ciò avviene è possibile ritrovare, negli stessi luoghi di scavo, fossili evolutivamente molto vicini di due o più sottospecie, o di due o più specie, senza nessuna traccia, neppure sporadica, di esemplari intermedi, semplicemente perché la speciazione è avvenuta altrove. Quindi, ai limiti della ricerca fossile si aggiunge un fenomeno evolutivo migratorio, che in questo caso si allontana per poi ritornare nel luogo di partenza, che complica ulteriormente la ricerca. Soprattutto laddove non siano ancora stati rinvenuti fossili di quelle stesse specie o sottospecie in altri luoghi geografici, e in particolare dei luoghi entro cui sono mutati, ricostruire la storia evolutiva di questo tipo di casi evolucionistici risulta un percorso con numerosi ostacoli.<sup>20</sup>

Detto ciò, rivolgendoci alle modalità evolutive con le quali è possibile che quelle specie distanziate siano andate evolvendosi, riscontriamo molti punti problematici. La speciazione è avvenuta per selezione naturale, per evolvibilità costitutiva, per entrambe? E secondo il gradualismo, il saltazionismo o il puntuazionismo? Rispondere a queste domande nei limiti delle nostre attuali conoscenze paleobiologiche

---

<sup>19</sup> *Ivi*, p. 330.

<sup>20</sup> *Ivi*, pp. 321-6.

richiederebbe certamente di ampliare le ricerche in merito a questo tipo di questioni evoluzionistiche.

Dawkins, nel seguito di quelle pagine, da darwiniano poco incline a concedere spazio a interpretazioni evoluzionistiche non darwiniane, manifesta le sue perplessità in merito all'allontanamento immotivato, sostenuto da Eldredge e Gould, tra equilibrio punteggiato e selezione naturale. Dawkins accusa questi autori di aver frainteso la velocità evolutiva nella teoria esposta da Darwin, confondendo l'evoluzione graduale con l'evoluzione a velocità costante (evoluzione invece sostenuta dai genetisti molecolari)<sup>21</sup>. Li accusa con ciò di aver immotivatamente allontanato le due teorie mentre il neodarwinismo aveva già chiarito che la gradualità darwiniana non corrispondeva alla gradualità di un'evoluzione a velocità costante, ma a quella di un'evoluzione con velocità variabile, ovvero a un'evoluzione che procede secondo un "gradualismo filetico". È così che, ricordando che Darwin non sosteneva che l'evoluzione procedesse per un ritmo costante, ma soltanto che procedesse gradualmente, e che quella gradualità è compatibile con la velocità evolutiva esposta nella teoria degli equilibri punteggiati, Dawkins critica Eldredge e Gould per aver immotivatamente allontanato gli equilibri punteggiati dalla selezione naturale darwiniana. In effetti, gli autori della teoria dell'equilibrio punteggiato furono inizialmente inclini a presentare la loro teoria come un'importante appendice della teoria darwiniana, ma negli sviluppi successivi ritrattarono a favore di una distinzione più evidente tra le due.<sup>22</sup>

Intanto dovremmo ricordare che gli autori, di solito e soprattutto quando non sono ancora stabilmente insediati nella comunità intellettuale da cui provengono, tendono a presentare le loro teorie con una prudenza che è tipica degli intellettuali non ancora maturi. Ricordiamo che Darwin attese più di vent'anni per esporre pubblicamente la sua teoria, e sebbene la prudenza non fu l'unica motivazione che lo spinse a tanto, perché nel frattempo accrebbe enormemente le conoscenze con le quali avrebbe potuto rafforzare le sue affermazioni, essa fu una delle motivazioni di base di quel temporeggiamento.

---

<sup>21</sup> *Ivi*, p. 332.

<sup>22</sup> *Ivi*, pp. 327-9.

L'equilibrio punteggiato ha una velocità evolutiva che può coprire migliaia e anche decine di migliaia di anni, non è dunque in una o poche generazioni che afferma che si verificano le speciazioni, non tratta dunque di macroevoluzioni nel senso con il quale le intendono i saltazionisti.<sup>23</sup> Tuttavia, la sua velocità si trova nel mezzo tra il saltazionismo e quel gradualismo filetico neodarwiniano entro cui ci vorrebbe comunque molto più tempo affinché possa verificarsi una speciazione. Per questo è bene chiarire che pur non essendo una teoria saltazionista, l'equilibrio punteggiato non sostiene una gradualità lenta come quella che ci si aspetta nella maggior parte dei casi evolutivistici che sono andati evolvendo per selezione naturale. Inoltre, anche tra i sostenitori di una velocità variabile dell'evoluzione, si distinguono coloro che affermano una "evoluzione a velocità variabile discreta", cioè un'evoluzione che passa repentinamente dalla stasi al periodo di mutazione, ed altri che sostengono una "evoluzione a velocità variabile in modo continuo", che ammettono un cambio di velocità non troppo drastico sebbene evidente.<sup>24</sup>

Auspiciabilmente, il motivo principale per cui Gould ed Eldredge hanno preso le distanze dal neodarwinismo si trova nella ricerca di una distinzione tra le due teorie che non rimane affatto circoscritta alla velocità evolutiva. I nuovi approcci evolutivistici emersi nel corso della seconda metà del XX secolo, rielaborati con gli schemi evolutivi degli equilibri punteggiati, hanno spesso dato risultati molto distanti da quelli che ci si potrebbe aspettare da un processo evolutivo solo per selezione naturale. Il distanziamento geografico, ad esempio, in alcuni casi ha dato luogo a tendenze evolutive per selezione naturale, in altri però ha mostrato i segni di processi evolutivi costitutivi che dunque vanno distinti in maniera più netta. Uno di questi segni distintivi, di cui paradossalmente tratta lo stesso Dawkins, proviene dal peso maggiore che nel puntuazionismo, rispetto al darwinismo ed anche, seppure in modo più lieve, al neodarwinismo, è dato agli spostamenti geografici insieme con l'attivazione di un periodo di rapido cambiamento evolutivo. Alla base di ciò si trova anche la maggiore propensione, dell'equilibrio punteggiato rispetto alla selezione naturale, ad associare

---

<sup>23</sup> *Ivi*, p. 331.

<sup>24</sup> *Ivi*, p. 333.

il mutamento evolutivo con la speciazione, associazione sostenuta con meno frequenza nella teoria darwiniana.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> *Ivi*, p. 330.



## Capitolo IX

### L'evoluzione nel terzo millennio

#### 9.1 *Gaia*

Il chimico ed intellettuale indipendente James E. Lovelock negli anni '60 iniziò a collaborare con l'astronomo Carl E. Sagan e con la filosofa Diane Hitchcock per il Jet Propulsion Laboratory (JPL) della NASA, un progetto che ricercava dei metodi di osservazione che potessero rivelare la vita su altri pianeti, con particolare riferimento a Marte. Compresero che la composizione dell'atmosfera di un pianeta era un indice valido per la ricerca della vita, in quanto l'atmosfera di un pianeta "vivo" possiede sostanze e proporzioni di sostanze che non si verificano in un pianeta privo di vita. Ciò avviene, ad esempio, analizzando l'equilibrio dell'anidride carbonica, una sostanza che, se mostra determinati valori, indica una regolazione da parte di esseri viventi, che attraverso queste regolazioni agiscono anche sulla temperatura, perciò determinati valori atmosferici di elementi come il diossido di carbonio indicano un pianeta in cui c'è la vita.<sup>1</sup> Quelle tipologie di composizione dell'atmosfera, iniziò a pensare Lovelock, sono i produttori ma anche i prodotti della vita, nel senso che la vita del pianeta, favorita da certe condizioni generali e modificata da quelle condizioni, inizia ad agire su quell'atmosfera che a sua volta influenza l'ulteriore sviluppo della vita. Fu William G. Golding a proporre il nome di *Gaia*, il nome greco della Terra che rimanda ad antiche teorizzazioni di essa come organismo vivente. Mentre l'ipotesi di Lovelock è stata più volte convalidata dalla comunità scientifica, il nome *Gaia* non è stato ampiamente divulgato. Negli anni '80 Eric J. Barron fonda l'Earth System Science (ESS), un campo scientifico entro il quale risulta esplicita la necessità di aprire gli ambiti di studio delle singole discipline ad un approccio misto. Tuttavia, come afferma Lovelock, "sistema" è un termine che rimanda ad un collegamento inerte tra gli elementi, anziché ad una collaborazione stretta e vitale.<sup>2</sup> Così come percepiamo una differenza che rimanda anche al contenuto tra, ad esempio, "sistema della Terra" e *Gaia*. Dopo le critiche che

---

<sup>1</sup> Hans Ulrich Obrist, *Addio Terra: ora c'è Gaia*, «la Repubblica», (11 marzo 2018).

<sup>2</sup> James E. Lovelock, *Gaia*, cit., pp. VII-IX.

gli furono rivolte per la scelta di questo termine, che a detta di quelle critiche non rispecchiava la serietà della scienza, in un libro successivo Lovelock decise di scrivere un trattato estremamente tecnico ed esoterico, comprensibile solo da scienziati al lavoro su quegli argomenti. Lo intitolò, ad ogni modo, *The Ages of Gaia*, ma alternò spesso quel termine con la parola “biosfera”, che si riferisce più o meno allo stesso ambito di *Gaia*, la vita del pianeta, quella che è presente sulla superficie, tra l’atmosfera e i primi strati della crosta. Per molti scienziati il termine *Gaia* non faceva parte di una buona scienza perché rimandava a storie mitologiche. Ma per Lovelock il termine *Gaia* era valido nel riferimento ad una dimensione interdisciplinare che potesse congiungere più prospettive all’interno della comprensione della vita in generale, cosa che era andata sfuggendo con la separazione delle discipline, e che continuava a sfuggire in alcuni approcci di studio che miravano ad intersecare le varie discipline.<sup>3</sup>

Con l’ausilio di modelli numerici e computerizzati fu dimostrato che un sistema ecologico con un gran numero di specie diviene molto instabile se queste si riducono di numero, cosa che recentemente è stata ribadita più volte.<sup>4</sup> L’evoluzione e lo sviluppo di *Gaia*, attraverso l’aumento della biodiversità, ha portato ad un organismo terrestre sempre più stabile ed efficiente. L’aumento della biodiversità ha infatti permesso l’aumento delle relazioni reciproche. Ne è risultato un sistema più complicato in cui i problemi ecologici, che di tanto in tanto si verificano, possono essere affrontati all’interno di maggiori capacità di risoluzione.

Le estinzioni che la specie umana sta favorendo attraverso la riduzione della biodiversità in conseguenza dell’inquinamento, delle deforestazioni, delle monoculture, degli allevamenti e della pesca intensivi, sono qualcosa che non solo sta riducendo la capacità terrestre di assorbire e riconvertire le sostanze nocive, ma a lungo andare questo attacco alla biodiversità sta riducendo la capacità complessiva di *Gaia* di fronteggiare i cambiamenti climatici ed ecologici in generale. Queste due cose messe insieme non vogliono dire altro che la riduzione della biodiversità sta minacciando, complessivamente, tutte le specie della Terra, non solo quelle che vengono definite “a rischio”. Come il collegamento tra le specie favorisce attraverso la biodiversità il sostentamento reciproco delle stesse, la distruzione di quei collegamenti

---

<sup>3</sup> *Ivi*, pp. XVII, 3-4.

<sup>4</sup> Jonathan Lambert, *How much space does nature need? 30 percent of the planet may not be enough*, «Science», (April 22, 2020).

fa l'opposto, e può innescare dei cambiamenti a catena che vanno a danneggiare un gran numero di specie, comprese quelle che attualmente sono considerate lontane dal rischio di estinzione, ma che in futuro potrebbero correre velocemente quel rischio.

Come abbiamo visto, l'evoluzione non procede sempre gradualmente, ed è spesso di difficile previsione. Ciò significa, rispetto a *Gaia*, che un cambiamento drastico del clima e un'estinzione di massa rapida possono manifestare dei segnali premonitori ma il loro effettivo verificarsi, e la portata di un tal fenomeno, non possono essere previsti con precisione. Tutto ciò ci segnala che è il momento storico propizio per cambiare le nostre abitudini di vita e le nostre società al fine di evitare una catastrofe di imprevedibile portata. Dovremmo considerare che una crisi climatica forte porterebbe alla crisi di molti altri settori, come l'economia e le politiche internazionali, crisi che renderebbero ancor più rischioso continuare a comportarci come abbiamo fatto nell'ultimo secolo, e che dovrebbero averci già spinti ad imparare molto di più dalla storia e a cambiare questa nostra tendenza.

Per fare questo salto verso una civiltà umana che sia connessa profondamente con la natura, i dati scientifici non sono abbastanza per convincere la popolazione mondiale della necessità di un simile cambiamento, insieme individuale e sociale, nazionale ed internazionale. Sarebbe opportuna una comprensione che vada al di là delle contingenze ristrette delle singole comunità sociali per abbracciare un'ecologia politica globale. Insieme ai dati scientifici, e insieme all'informazione pubblica e agli impegni politici che dovremmo sviluppare e che sono ad oggi inefficaci di fronte a un rischio di simile portata, una dimensione fondamentale che si dovrebbe coltivare è quella del contatto con la natura che ci circonda, sia quella vicina che quella lontana. Ecco, è proprio qui che vediamo quanto sia adeguato e valido sostenere una teoria scientifica come quella di Lovelock andando oltre l'ambito strettamente scientifico. Naturalmente, *Gaia* non vuole essere una nuova religione, in realtà *Gaia* non ha alcun intento teologico. Terreno com'è, *Gaia* è un termine che vuole ricongiungere la scienza con la filosofia della vita, e semplificare quella ricongiunzione appunto adottando una parola non tecnica, non fredda e non usuale. Perché per il cambiamento che siamo chiamati ad effettuare non basteranno soltanto dei calcoli tecnici, e non basteranno delle motivazioni gelide, ma risulteranno indispensabili delle emozioni e dei ragionamenti che possiedano un calore capace di oltrepassare i calcoli tecnici. Sarà fondamentale ciò che rende viva la vita: il cuore.

Quello che dovremo fare sarà qualcosa di inusuale nella storia. Se da un lato ricongiungere la società con la natura è qualcosa che riprende un'antica epoca in cui quella connessione era più diffusa e vicina, farlo oggi, nella società di oggi, sarà ben diverso, e richiederà capacità di organizzazione e politiche mai viste prima, già solo per il fatto di dover essere necessariamente delle politiche globali coordinate.

## 9.2 Scienza, politica ed evoluzione. Climate Crisis ed Industrial Change

Negli anni '60 nella geochimica convenzionale l'atmosfera era considerata un prodotto finale delle attività inorganiche del pianeta, e non era collegata direttamente alle attività e all'evoluzione della vita. Ciò, nelle mente di Lovelock, che già pensava alle conseguenze dell'inquinamento in un'epoca in cui la consapevolezza dell'ecologia globale non era popolare, voleva dire evitare un confronto diretto tra l'attività della vita, in questo caso della vita umana e del suo inquinamento industriale, e le caratteristiche del pianeta che rendevano possibile quella vita. La mancata congiunzione diretta ed attiva tra materia inorganica e materia biologica rendeva inoltre difficoltosa la comprensione e le ricerche ecologiche. Mancava, appunto, una comprensione della relazione reciproca tra le attività delle specie e le caratteristiche dell'ambiente. Eppure, nelle scienze ecologiche era ormai chiaro che il comportamento di una specie di organismi, fossero questi balene, alghe, o virus, poteva avere ripercussioni ecologiche molto distanti da quegli stessi organismi. L'atmosfera non solo era un prodotto biologico, ma una costruzione biologica atta a collaborare alla prosecuzione della vita attraverso una regolazione omeostatica tra aria, oceani, e terre.<sup>5</sup> Nella storia del clima troviamo una delle dimostrazioni più evidenti dell'esistenza di *Gaia*, un pianeta la cui temperatura, ad esempio, non dipende esclusivamente dalle attività solari, ma dipende anche dalle attività terrestri, compresi i periodi di rivoluzione intorno al Sole, che per esempio furono le cause dell'ultima Era Glaciale, come ha dimostrato Milutin Milankovitch.<sup>6</sup> Ma, e lo vediamo oggi più che mai, dipende anche da movimenti di tipo biologico.

In generale, l'evoluzione della vita sul nostro pianeta è stata soggetta a un sistema che potremmo considerare cibernetico, quale *Gaia*, in cui l'ambiente regola le specie e le

---

<sup>5</sup> James E. Lovelock, *Gaia*, cit., pp. 7-10.

<sup>6</sup> *Ivi*, pp. 21-2.

specie agiscono sull'ambiente mostrando complessivamente un comportamento circolare di autoregolazione. Quando qualcosa intacca questo funzionamento la regolazione cerca di riorganizzarsi e ciò produce degli *intention tremor*, delle perturbazioni che possono causare drastici cambiamenti, come nelle glaciazioni.<sup>7</sup>

Nelle attività di *Gaia*, dunque, sia la materia organica che quella inorganica reagiscono reciprocamente secondo un'evoluzione ecologica circolare.<sup>8</sup> Fenomeni come ad esempio quelli legati all'inquinamento, come l'aumento dell'anidride carbonica e dei solfati, stanno sbilanciando i processi regolativi terrestri verso una maggiore acidità complessiva, e l'acidità è qualcosa che sfavorisce la vita.<sup>9</sup> Peraltro, già nei primi decenni dello scorso secolo, il premio Nobel del 1931 per la Medicina, Otto Heinrich Warburg, dimostrò che l'acidità provocata da alimentazioni e respirazioni poco riossigenanti era la causa principale del cancro. Anche se ciò ha incontrato in seguito numerose controversie, a volte anche poco corrette, resta tutt'oggi valido.<sup>10</sup>

Il ricongiungimento reciproco dell'inorganico all'organico è qualcosa che è stato compreso mentre andavano riavvicinandosi natura e cultura, tra scienza e politica. Come sostiene Bruno Latour, questa ricollocazione dei problemi all'interno di una prospettiva ecologica globale, che investe ogni campo delle attività umane, dai comportamenti individuali agli approcci politici e sociali, è qualcosa che dovremmo migliorare al più presto, considerata la portata dei problemi ecologici che si stanno verificando. La crisi ecologica, chiedendoci di mutare le nostre attività al fine di congiungerci in modo più armonioso con gli equilibri planetari, richiede una profonda mutazione delle nostre relazioni con il mondo,<sup>11</sup> non solo con il mondo esteriore ma anche, e forse soprattutto e dapprima, con quello interiore.

In un'epoca come questa, per via della consapevolezza dei problemi ecologici, e della consapevolezza che pur non potendoli ignorare non li stiamo nemmeno affrontando, si è venuto a formare un senso di impotenza che ha portato a deprimere una possibile reazione efficace e risolutiva di quei problemi. Vediamo manifestarsi una sorta di depressione sociale che è all'origine del nostro temporeggiare di fronte al preoccupante avanzamento dei danni ambientali. Questa depressione sociale

---

<sup>7</sup> *Ivi*, pp. 44-6.

<sup>8</sup> *Ivi*, p. 58.

<sup>9</sup> *Ivi*, p. 26.

<sup>10</sup> Alessandro Mattedi, *Cancro, acidosi e dieta alcalina*, «Italia Unita per la Scienza», (18 dicembre 2013).

<sup>11</sup> Bruno Latour, *Face À Gaïa*, cit. p. 16.

comporta in fondo l'accettazione di un procedere storico che inevitabilmente, cioè teleologicamente, ci porterebbe verso la peggiore delle guerre. Noi siamo quindi chiamati, secondo Latour, a risollevarci gli animi, portando speranza ed energia per organizzarci nel tentativo di evitare che quel destino si verifichi. Siamo chiamati ad essere degli "antidepressivi" capaci di svegliare la cittadinanza e iniziare la necessaria svolta ecologica, industriale, politica, economica e sociale.<sup>12</sup>

Per fare questo dovremo rispettare o combattere la natura umana?<sup>13</sup> Dipende da ciò che intendiamo per natura umana, ma ciò che dovremo fare consisterà piuttosto nel superare le impostazioni paralizzanti concentrandoci sulle azioni che sono richieste. Queste azioni saranno la nuova natura umana, o meglio, le nature umane, ovvero le azioni che si mostreranno presenti e agenti nel perseguire quelle particolari tipologie di soluzione.

Per ora possiamo dire che per attuare la svolta dovremo, in ogni caso, portare l'umanità ad una nuova evoluzione. Se non lo faremo in tempo *Gaia* evolverà lo stesso, ed evolverà per fronteggiare le nostre attività ma senza il nostro ausilio, cioè senza di noi,<sup>14</sup> e se in seguito di noi resterà qualcosa allora vorrà dire che saremo stati determinati da una selezione evolutiva alla quale non abbiamo contribuito attivamente. Oggi, tuttavia, secondo Latour siamo ancora in tempo per costituire una rete globale di azione climatica che rivoluzioni le nostre politiche e le nostre società, al fine di evolverci non per *Gaia* o da *Gaia*, ma con *Gaia*, al suo fianco, come umanità reincorporata nella natura, in cui la società è realmente attenta agli equilibri ecologici, alla salvaguardia della biodiversità e così anche alla salute umana. Tenere alla salute umana non vuol dire infrangere i diritti sociali con il potere conferito da una situazione di emergenza come quella del coronavirus. Tenere alla salute umana significa invece agire in modo da preservare e migliorare il benessere fisico e mentale, partendo così dall'inquinamento industriale, causa di degradazione ambientale e di malattia, di cui abbiamo consapevolezza da decenni ormai.

La deforestazione, ad esempio, è una delle cause degli squilibri ecologici che possono permettere la diffusione incontrollata di alcune specie, come di alcuni virus.<sup>15</sup> Vediamo

---

<sup>12</sup> *Ivi*, p. 21.

<sup>13</sup> *Ivi*, p. 31.

<sup>14</sup> *Ivi*, p. 61.

<sup>15</sup> Catrin Einhorn, *Animal viruses are jumping to humans. Forest loss makes it easier*, «The New York Times», (April 9, 2020).

come l'ecologia sia qualcosa di circolare: la deforestazione destabilizza gli ecosistemi entro i quali alcune specie possono poi proliferare in modo incontrollato, causando danni ad altre specie che poi agiscono su altre specie ancora. E la deforestazione riduce le capacità ecologiche di fronteggiare l'inquinamento che a sua volta innalza le temperature e provoca incendi che di nuovo riducono la biodiversità. Tutto ciò, però, non avviene solo come un movimento ecologico di causa-effetto, ma anche come un comportamento ecologico,<sup>16</sup> ed è qui che vediamo l'organismo di *Gaia*. La proliferazione di nuove specie, o di vecchie specie in nuovi territori e nei confronti di specie prima distanti, dà luogo a un comportamento biologico molto più difficile da prevedere di un movimento esclusivamente fisico. I comportamenti ecologici sono altamente imprevedibili in quanto movimenti biologici, ovvero comportamenti organici che, anche se non è piacevole da dire e da ascoltare, sono incontrollabili, o scarsamente controllabili. Certo, anche i movimenti fisici come quelli di rotazione terrestre non sono controllabili, ma il punto è che noi siamo direttamente implicati in quelli che sono i movimenti biologici. Non dovremmo pertanto deprimere le nostre capacità di intervento ma anzi, potenziarle, e potenziarle non dopo che ci saremo danneggiati e dovremo riparare, bensì prima, quando possiamo fare in modo che quegli eventi incontrollabili non si verifichino. Come una guerra che si può prevenire prima che esploda, ma che risulta difficile per non dire impossibile da fermare una volta che si è verificata, quando si può solo semmai resistere.

Tenere alla salute umana significa allora riconvertire l'industria, rendere ad esempio obbligatorie le auto elettriche e fare in modo che davvero, e non solo in apparenza, la salute venga prima dell'economia, riconvertendo e così arricchendo quell'economia anziché bloccandola e impoverendola.

Il comportamento di *Gaia*, in particolare a riguardo della crisi climatica provocata dalle deforestazioni e dall'inquinamento, non è da intendere come il comportamento di un soggetto ma come quello di un insieme di esseri dalle cui relazioni e comportamenti reciproci emerge il comportamento complessivo. In questo senso, come afferma Latour, *Gaia* è un fuorilegge, un antisistema.<sup>17</sup> *Gaia* non è infatti un sistema provvidenziale di azione univoca sull'ecologia terrestre, ma il risultato di un comportamento ecologico globale che ha una variabilità di azione proporzionata alla

---

<sup>16</sup> Bruno Latour, *Face À Gaïa*, cit. p. 16.

<sup>17</sup> *Ivi*, pp. 116-7.

biodiversità di cui è composto.<sup>18</sup> Certo, anche il comportamento di una cellula è il risultato delle reazioni degli elementi che la compongono, eppure ci riferiamo al comportamento di un preciso essere, la cellula, e non al comportamento di un insieme indefinito di elementi. In *Gaia*, tuttavia, la questione è più circoscritta all'interno del punto di vista di quanto non lo sia per una cellula o un organismo che osserviamo, perché noi stessi ci siamo dentro, e noi stessi siamo elementi di quell'insieme che vediamo dall'interno. Fermo restando che le osservazioni dallo spazio e gli studi sull'ecologia di ampie parti della Terra favoriscono una visione terrestre unificata.

Naturalmente, il paragone tra Gaia ed una cellula non è privo di significati interessanti. Come una cellula, Gaia regola le parti e gli ambienti di cui è composta con un procedere che favorisca la vita,<sup>19</sup> cosa che a volte può stare a significare la ripartizione di alcune specie di elementi e di ambienti. In altre parole, quando viene minacciato il procedere conservativo e allo stesso tempo evolutivo della vita, l'insieme ecologico, Gaia, fa in modo di ripristinare quel comportamento favorevole alla continuazione della vita complessiva riassetando gli equilibri. Ciò può significare la riduzione o l'estinzione di intere specie, che non vuol dire che ogni estinzione sia causata da motivi ecologici così ampi, a volte è infatti causata, come sappiamo, da motivi più circoscritti e riconducibili a selezioni e relazioni di piccole nicchie ecologiche. Comunque, resta il fatto che andare contro un simile meccanismo vitale del pianeta vuol dire in fondo andare contro noi stessi, che siamo elementi e ci reggiamo in piedi insieme con la vita di quel pianeta, e ne respiriamo l'equilibrio.

### 9.3 Oltre le conclusioni

Riflettendo sull'evoluzione abbiamo esplorato molti luoghi della scienza e della società, alcuni abbastanza chiari, altri alquanto tenebrosi. Abbiamo viaggiato lungo alcuni sentieri evuzionistici le cui precedenti ricerche avevano già preparato il terreno sul quale passare, ma questi sentieri sono risultati numerosi, intrecciati, e tutt'altro che lineari. Così la nostra resistenza a continuare a passare e ripassare per quei sentieri è stata fondamentale, come la nostra pazienza nel perseverare nel tentativo di comprendere quale figura questi sentieri avrebbero mostrato una volta mappati. E

---

<sup>18</sup> *Ivi*, p. 133.

<sup>19</sup> *Ivi*, p. 127.



inoltre, tra una modalità evolucionistica e l'altra, di tanto in tanto, siamo andati volontariamente fuori strada, cercando di farci largo lungo zone perlopiù inesplorate dell'evoluzione, intravedendo, tra gli ostacoli e le difficoltà, evolubilità costitutive ancora poco indagate e senza sentieri epistemologici di pronto passaggio, che ci auguriamo verranno mappate anch'esse dai futuri ricercatori.

Abbiamo visto come gli studi degli scorsi decenni hanno prospettato nuove modalità e nuovi intrecci dell'evoluzione, e come queste ricerche abbiamo richiesto, a volte esplicitamente, altre volte implicitamente, un ampio e profondo aggiornamento della teoretica evolucionistica. Un aggiornamento che non è fine solo ad esprimere e rivelare i modi con i quali procede l'evoluzione, ma che è esso stesso atto a sviluppare e realizzare sistemi epistemologici che possano fornire la comprensione e i significati di quelle modalità evolutive.

Abbiamo anche visto come la scienza, nella sua dimensione globale, non avanzi solo attraverso procedimenti scientifici, e sia finanziata, sostenuta, pubblicizzata ed interpretata da enti che non sono propriamente scientifici, come quelli economici, ideologici, politici, e sociali. E da ciò abbiamo cercato di fare luce sui motivi per i quali il coinvolgimento reciproco di studiosi di più aree disciplinari sia una necessità ineludibile per una maggiore trasparenza di ciò che possono significare le ricerche scientifiche. E non solo, di come l'approccio interdisciplinare sia favorevole a un "tribunale epistemologico" capace di bilanciare democraticamente le possibili applicazioni che si trovano implicate in un campo d'indagine scientifico. E a tal proposito, di come il coinvolgimento di tutta la cittadinanza, quindi il miglioramento dell'istruzione e il collegamento sociale, sia favorevole a una maggiore consapevolezza di ciò che chiamiamo conoscenza. Perché la conoscenza, come la scienza, non è qualcosa che viene trovata così com'è, ma è qualcosa che è tale perché è stata trovata in quel modo, osservata così per via di particolari sistemi strumentali, e ricercata in alcuni luoghi piuttosto che in altri per direttive di vario tipo.

La conoscenza della scienza, essendo questa connessa alle altre dimensioni della società, e non potendo quindi essere esclusivamente scientifica nel senso tradizionale, non è del tutto razionale, non è sola logica, non è solo intelletto. Non è solo conoscenza propriamente detta, ma è anche e forse soprattutto esperienza, percezione. Attraverso l'esperienza percepiamo ciò che diciamo conoscenza, ed è qui, nel nostro percepire,

che si trovano le diversità della conoscenza, ovvero nelle nostre differenti comprensioni di ciò che diciamo di conoscere, anche laddove siano orientate principalmente dalla scienza. La conoscenza che ognuno di noi ha del mondo è in quelle comprensioni che sono correlate alle propensioni con le quali ci rivolgiamo alla realtà che conosciamo, e che non sono la conoscenza stessa, anche perché la conoscenza, sola, non ha molto senso. Cosa mai sarebbe una conoscenza senza il conoscitore? Nulla, per noi non sarebbe nulla. La conoscenza trova invece esistenza nel conoscitore, nel riavvolgimento con la quale viene rielaborata e che fornisce quell'immagine che non è però la conoscenza stessa, intesa astrattamente, ma è il riflesso della conoscenza attraverso l'individuo. Non è che sia solo il riflesso "dell'individuo", perché la conoscenza possiede più collettivi, è interindividuale, ma resta che essa è riflessa "attraverso l'individuo". E nel caso del conoscitore per come lo stavamo trattando, quell'individuo è la persona. Il conoscitore, come lo scienziato, come il politico e il finanziatore, come il professore e lo studente, è una persona, e come tale non è fatta solo di ragione. D'altronde, cosa mai sarebbe la conoscenza se fosse costituita di soli ragionamenti? Forse potrebbe dirsi lo stesso conoscenza, ma quanto sarebbe arida quella conoscenza? Si può dire che un computer, per com'è oggi, conosce? Un computer semmai ha un sistema operativo ma non ha una conoscenza, o se intendiamo con conoscenza anche ciò che è nel computer, trattiamo di una conoscenza fredda, arida, priva di qualcosa. Priva di consapevolezza intesa umanamente, ovvero di quella consapevolezza che non è solo "so che le cose stanno così", ma "so che le cose stanno così e ciò significa ...", ecco la consapevolezza, il significato dunque la comprensione, dunque, la conoscenza, che è nei modi in cui vengono percepite le cose attraverso la nostra propensione a dotarle di significato.

La nostra persona è il motore della conoscenza, agisce in qualche modo sulla conoscenza immettendo nella realtà ciò che produce, e recepisce in qualche modo la conoscenza di ciò che altri hanno prodotto. Non avviene perciò che a una cosa ne segua un'altra in maniera così necessaria come avviene in alcuni fenomeni della fisica, ma nella biologia, e ancor più nella vita di tutti i giorni, il più delle volte ci sono molteplici possibilità che potrebbero verificarsi come seguito di un evento a sua volta verificatosi per caso o per causa. Quale di quelle possibilità andrà realizzandosi non è del tutto prevedibile, e non lo è per via di molteplici modalità d'interazione degli elementi nell'organismo, nell'ambiente, e tra l'organismo e l'ambiente. Se alcuni eventi

circoscritti possono causare necessariamente altri prevedibili eventi, alcuni altri non possono avere previsioni certe, possono al massimo mostrare dei margini di probabilità che però, in alcuni casi, possono essere talmente larghi da escludere ogni tipo di previsione. Soprattutto a lungo andare, e nel complesso dell'insieme delle cose, dovremmo accettare l'incertezza del futuro. Questa incertezza, se da un lato può far spavento, dall'altro è la suprema garanzia della nostra libertà: noi possiamo essere imprevedibili. Non è detto che lo saremo, spesso non lo siamo per necessità, e spesso quando siamo liberi potremmo non esserlo. Non siamo costretti ad essere liberi, possiamo esserlo o meno, sta a noi.

Noi possiamo essere imprevedibili. Non solo noi umani, ma anche noi animali, noi esseri organici, noi individui dell'evoluzione, che con questa nostra libertà ci muoviamo nella realtà e modifichiamo l'ambiente e noi stessi, evolvendoci in modi imprevedibili, che possono essere sbagliati o giusti, dannosi o positivi, ma che restano qualcosa di contingente al nostro operato, qualcosa che poteva essere altrimenti.

Ciò non toglie che nell'evoluzione si verifichino alcuni passaggi necessari che, a corto raggio, producono cambiamenti prevedibili. La deforestazione e l'inquinamento sono segni di una politica collettiva ed internazionale che non ha ancora compreso in modo degno l'urgenza del cambiamento industriale, basti pensare al settore automobilistico o all'ancora prorompente produzione di plastica non biodegradabile. Insieme con le abitudini nefaste di molti cittadini, si pensi all'alimentazione, che non si degnano di iniziare da loro stessi una svolta che anche in quel modo sarebbe invece molto efficace e funzionale ad innescare una serie favorevole di eventi. Sappiamo, e lo sappiamo per certo ormai, che a corto raggio questa tendenza umana porterà, come sta già facendo, a sconvolgimenti ambientali di enorme portata che, insieme ad altre pericolose cause più o meno collegate all'ambiente, porterà all'inasprimento delle relazioni internazionali, e a pericolose conseguenze a livello mondiale.

Sono oramai decenni che il movimento ecologista sta divulgando ciò che sta accadendo alla natura del nostro pianeta, che ci sta informando sulle attività evolutive che *Gaia* sta sviluppando per ribilanciare gli ecosistemi, alla ricerca di nuovi equilibri. Eppure, le attività umane continuano a danneggiare il pianeta, persino in questi ultimi anni che la questione si è aggravata precipitosamente. Potremmo chiederci perché mai le politiche non stanno ancora affrontando degnamente il problema, e questa

sarebbe certamente una domanda molto importante, la cui risposta sarebbe molto complicata. Ma dovremmo chiederci, e visto che siamo cittadini comuni queste dovrebbero essere forse le prime domande che ci dovremmo porre: perché acconsentiamo che tutto ciò continui ad accadere? Dov'è la democrazia? E dove sono i patti chiari, rapidi, ed efficaci? E siamo davvero disposti a farci rovinare da ciò che, in fin dei conti, molti di noi non approvano? Dovremmo fare in modo che il centro della democrazia, cioè le persone, siano degne di quel nome. Ma per fare questo non basteranno le parole, i concetti, i ragionamenti. Dovremo arrivare alle emozioni sulla biodiversità, che peraltro ci sostiene ed è indispensabile alla nostra salute, e sentire quelle emozioni non solo verso gli esseri umani ma verso tutti gli organismi in generale, che meritano almeno quanto noi di continuare a vivere. Allora salvaguardare la biodiversità e il clima non sarà solo una questione di calcolo, che come tale, e lo stiamo già vedendo, non riesce a coinvolgere tanti cittadini quanti ne servirebbero. E non lo riesce a fare non soltanto perché è solo un calcolo, ma anche perché chi dovrebbe calcolare le possibili soluzioni non sta ancora facendo bene quello che dovrebbe essere il suo mestiere. Ma comunque, il solo ragionamento scientifico del cambiamento climatico e della necessità della salvaguardia della biodiversità non è evidentemente abbastanza per smuovere la cittadinanza, bisogna che essa provi le emozioni corrette a proposito, a riguardo dell'ambiente e delle altre specie, e sulla natura in generale. Perché le persone possono fare o permettere che accadano le cose più orribili quando pensano solo con il cervello. Poniamo il cuore come garanzia di un procedere che sia responsabile, un procedere che utilizzando sia il cervello che il cuore possa anche essere naturalmente più intelligente, avendo a cuore le cose. Bisogna che percepiamo quello che siamo, una specie su un pianeta. Bisognerà percepire emotivamente il nostro collegamento con il mondo, con tutto il mondo. Riuscire a percepire in quel modo ci consentirebbe di comprendere meglio ciò che conosciamo, compresi noi stessi, e da qui potremo cercare nuove evoluzioni e migliori umanità.

... per capire “questa visione della vita”, il processo evolutivo che ci ha fatto e ci ha imbevuto di tutti i pennacchi dell’anima e del corpo che ci spingono a fare queste difficili domande sul significato della nostra esistenza e dei modi di operare della natura. Questi pennacchi di ascendenza storica e di inevitabilità strutturale possono ostacolare la nostra ricerca di soluzioni, imponendo modalità tanto bizzarre sui funzionamenti mentali, ma ci garantiscono anche un potere più che sufficiente per sopraffarle e prevalere. Dolci, e adattivi, sono gli usi dell’avversità. Shakespeare, dopo tutto, nelle parole che seguono questa famosa affermazione, parodiata poco sopra, ci prometteva salvezza, o almeno soccorso, nella storia naturale, dove troveremmo “lingue sugli alberi ...”.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Stephen Jay Gould, *La struttura della teoria dell’evoluzione*, cit., p. 1618.

## Bibliografia

Adams M. B., *Lysenko, Trofim Denisovich*, «Complete Dictionary of Scientific Biography», Charles Scribner's Sons, vol. 18 (2008), pp. 574-8.

Allmon W. D., *The Structure of Gould Happenstance, Humanism, History, and the Unity of His View of Life*, in *Stephen Jay Gould, Reflections on His View of Life*, edited by Allmon W. D., Kelley P. H., Ross R. M., Oxford: Oxford University Press, 2009, pp. 19-116.

ANSA, Redazione, *Creato in Usa embrione ibrido pecora-uomo per trapianto d'organi. È secondo dopo maiale-uomo, passo verso organi umani in animali*, «ANSA», (19 febbraio 2018).

Belluz J., *DNA scientist James Watson has a remarkably long history of sexist, racist public comments. "People say it would be terrible if we made all girls pretty," he said in 2003. "I think it would be great"*, «Vox», (January 15, 2019).

Bollati E., D'Angelo C., Alderdice R., Pratchett M., Ziegler M., Wiedenmann J., *Optical Feedback Loop Involving Dinoflagellate Symbiont and Scleractinian Host Drives Colorful Coral Bleaching*, «Current Biology», (May 21, 2020).

Bowler J., *Wildlife of Madeira and the Canary Islands: A Photographic Field Guide to Birds, Mammals, Reptiles, Amphibians, Butterflies and Dragonflies*, Princeton: Princeton University Press, 2018.

Briggs D. E. G., *Stephen Jay Gould (1941–2002)*, «Nature», vol. 417 (June 13, 2002).

*Canary Islands Endemic Bird Species*: <http://www.oiseaux-birds.com/article-island-birds-endemic-canary-islands.html> (consultato il 26 maggio 2020).

Carroll. J.B., *Reflections on Stephen Jay Gould's The Mismeasure of Man (1981): A Retrospective Review*, *Intelligence*, vol. 21 (1995), pp. 124-34.

Darwin C. R., *L'origine delle specie* (1859), trad. e cura di Pancaldi G., Milano: Rizzoli, 2016.

Dawkins C. R., *Il gene egoista* (1976), trad. it. di Corte G. e Serra A., Milano: Mondadori, 2017.

Dawkins C. R., *L'orologiaio cieco. Creazione o Evoluzione?* (1986), trad. it. di Sosio L., Milano: Mondadori, 2017.

Dawkins C. R., *The extended phenotype. The Long Reach of the Gene* (1982), Oxford: Oxford University Press, 1999.

Dewey J., *L'arte come esperienza* (1934), pres. e trad. it. di Maltese C., Firenze: La Nuova Italia Editrice, 1966.

Doudna J. A., Sternberg S. H., *A crack in creation. Gene editing and the unthinkable power to control evolution*, Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2017.

Eco U., *Il pendolo di Foucault*, Milano: Bompiani, 1988.

Einhorn C., *Animal viruses are jumping to humans. Forest loss makes it easier*, «The New York Times», (April 9, 2020).

Encyclopaedia Britannica, “Trofim Lysenko”, <https://www.britannica.com/biography/Trofim-Lysenko> (consultato il 29 maggio 2020).

Gould S. J., *La struttura della teoria dell'evoluzione* (2002), cura di Pievani T., Torino: Codice Edizioni, 2003.

Knoepfler P., *GMO Sapiens. The life-changing science of designer babies*, Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2016.

Kofman A., *Bruno Latour, the Post-Truth Philosopher, Mounts a Defense of Science. He spent decades deconstructing the ways that scientists claim their authority. Can his ideas help them regain that authority today?*, «The New York Times Magazine», (October 25, 2018).

Koonin E. V., Wolf Y. I., *Just how Lamarckian has CRISPR-Cas immunity: the continuum of evolvability mechanisms*, «Biology Direct», vol. 11 (February 24, 2016) no. 9.

Kuhn T. S., *La struttura delle rivoluzioni scientifiche. Come mutano le idee della scienza* (1962), trad. it. di Carugo A., Torino: Einaudi, 1969.

Lambert J., *How much space does nature need? 30 percent of the planet may not be enough*, «Science», (April 22, 2020).

Latour B., *Disinventare la modernità. Conversazioni con François Ewald* (2005), trad. it. di Milani C., Milano: Elèuthera, 2008.

Latour B., *Face À Gaïa. Huit conférences sur le nouveau régime climatique*, Paris: La Découverte, 2015.

Latour B., *La scienza in azione* (1987), trad. it. di Ferraresi S., Torino: Edizioni di Comunità, 1998.

Latour B., *Non siamo mai stati moderni* (1991), trad. it. di Lagomarsino G., trad. it. postfaz. di Milani C., pref. di Giorello G, Milano: Elèuthera, 1995.

Latour B., *Politiche della natura. Per una democrazia delle scienze* (1999), trad. it. di Gregorio M., Milano: Raffaello Cortina, 2000.

Latour B., *Tracciare la rotta. Come orientarsi in politica* (2017), trad. it. di Prezzo R., Milano: Raffaello Cortina, 2018.

Leggio M., *Donatori diversi da noi. Lo xenotrapianto*, «Il Bo Live», (13 gennaio 2013).

Levi-Setti R., *Paleontologia dell'occhio*, di Levi-Setti R., Clarkson E. N. K., Horváth G., in «Frontiere della Vita», Treccani, 1998.

- Lloyd E. A., *Memorium for Stephen Jay Gould*, «Biology and Philosophy», vol. 17 (2002), pp. 303-4.
- Lovelock J. E., *Gaia. A New Look at Life on Earth*, Oxford: Oxford University Press, 1979.
- Mattedi A., *Cancro, acidosi e dieta alcalina*, «Italia Unita per la Scienza», (18 dicembre 2013).
- McRae M. W., *Stephen Jay Gould and the Contingent Nature of History*, «Clio», vol. 22 (1993), pp. 139-50.
- Noble D., *La musica della vita. La biologia oltre la genetica* (2006), trad. it. di Ravaiolo S., Torino: Bollati Boringhieri, 2009.
- Obrist H. U., *Addio Terra: ora c'è Gaia*, «la Repubblica», (11 marzo 2018).
- Oiseaux-birds, *Canary Islands Endemic Bird Species*: <http://www.oiseaux-birds.com/article-island-birds-endemic-canary-islands.html> (consultato il 26 maggio 2020).
- Pancaldi G., *Darwin's Technology of Life*, «Isis», vol. 110 (December, 2019) no. 4, pp. 680-700.
- Petrarca F., *De ignorantia. Sulla mia ignoranza e su quella di molti altri* (1367-71), cura di Fenzi E., Milano: Mursia, 1999.
- Rhodes F. H. T., *Stephen Jay Gould, 1941-2002*, «Isis», vol. 94 (June 2003) no. 2, pp. 315-6.
- Rinnovabili.it, *In lotta per la sopravvivenza: le barriere coralline morenti diventano "fluo"*, «Rinnovabili», (9 giugno 2020).
- Roseman C. C., Capellini T. D., Jagoda E., Williams S. A., Grabowski M., O'Connor C., Polk J. D., Cheverud J. M., *Variation in mouse pelvic morphology maps to locations enriched in Sox9 Class II and Pitx1 regulatory features* (Molecular and Developmental Evolution), «Journal of Experimental Zoology», vol. 334 (February 3, 2020), no. 2, pp. 110-2.
- Schrödinger E. R. J. A., *What Is Life?* (1944), pref. by Penrose R., Cambridge: Cambridge University Press, 1992.
- Sepkoski D., *Stephen Jay Gould, Darwinian Iconoclast?*, in *Rebels, Mavericks, and Heretics in Biology*, edited by Harman O., New Haven: Yale University Press, 2008, pp. 321-337.
- Sepkoski D., *Stephen Jay Gould, Jack Sepkoski, and the 'Quantitative Revolution' in American Paleobiology*, «Journal of the History of Biology», vol. 38 (2005), pp. 209-37.
- Shapin S., Schaffer S. J., *Il Leviatano e la pompa ad aria. Hobbes, Boyle e la cultura dell'esperimento* (1985), trad. it. di Brigati R., Firenze: La Nuova Italia, 1994.
- Sheldon M. P., *Claiming Darwin: Stephen Jay Gould in contests over evolutionary orthodoxy and public perception, 1977-2002*, «Elsevier: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences», vol. 45 (2014), pp. 139-47.



Sheldon M. P., *Evolutionary activism: Stephen Jay Gould, the New Left and sociobiology*, «Elsevier: Endeavour», vol. 37 (February 8, 2013) no. 2, pp. 104-11.

Singh R. S., Gupta B. P., Genes and genomes and unnecessary complexity in precision medicine, «npj Genomic Medicine», vol. 5 (May 4, 2020) no. 21.

Tam S., Hurwitz I., Chiel H. J., Susswein A. J., Multiple local *synaptic modifications at specific sensorimotor connections after learning are associated with behavioral adaptations that are components of a global response change*, «Journal of Neuroscience», (May 4, 2020).

Turchetti S., *Greening the Alliance: The Diplomacy of NATO's Science and Environmental Initiatives*, Chicago: University of Chicago Press, 2018.

Verberk W. C. E. P., Calosi P., Brischouw F., Spicer J. I., Garland T., Bilton D. T., *Universal metabolic constraints shape the evolutionary ecology of diving in animals*, «Royal Society», (May 27, 2020).

Wilke C., *Neon colors may help some corals stage a comeback from bleaching. Coral pigments act as a sunscreen and may make a more hospitable home for returning algae*, «Science», (May 29, 2020).

Wilkins J. S., *Remembering Gould*, «Metascience», vol. 16 (2007), pp. 169-73.

Wilson E. O., *Naturalist*, Washington: Island Press, 1994.

Wilson D. S., Sober E., *Reviving the superorganism*, «Journal of Theoretical Biology», vol. 136 (February 8, 1989) no. 3, pp. 337-56.

Yong E., *A Brainless Slime That Shares Memories by Fusing. The oozing yellow organism has no neurons, but it can solve mazes, make decisions, and learn by merging together*, «The Atlantic», (December 21, 2016).

Zhuang X., Yang C., Katherine M. R., C. H. Christina C. C. H., *Molecular mechanism and history of non-sense to sense evolution of antifreeze glycoprotein gene in northern gadids*, «PNAS», vol. 116 (March 5, 2019) no. 10, pp. 4400-5.