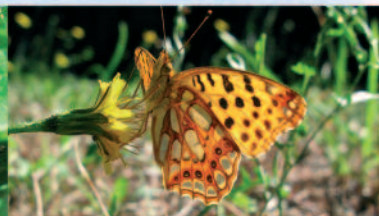


**ENEA**

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



**STORIA DEL PENSIERO  
BIOLOGICO EVOLUTIVO**  
con riflessioni di filosofia ambientale

Piergiacomo Pagano



STORIA DEL PENSIERO BIOLOGICO EVOLUTIVO

con riflessioni di filosofia ambientale

STORIA DEL PENSIERO BIOLOGICO EVOLUTIVO  
con riflessioni di filosofia ambientale

Piergiacomo Pagano

2013 ENEA

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia  
e lo sviluppo economico sostenibile

Lungotevere Thaon di Revel, 76  
00196 ROMA

ISBN 978-88-8286-288-6

*Foto in copertina*

*In alto: fotografie di Fabio Conte*

*Sfondo e riquadro: fotografie di Piergiacomo Pagano (Pellicani a Hervey Bay, Queensland, Australia, novembre 2003;  
Baobab, mousse du Senegal, febbraio 1991)*



STORIA DEL PENSIERO  
BIOLOGICO EVOLUTIVO

con riflessioni di filosofia ambientale

PIERGIACOMO PAGANO



## INDICE

<b>Premessa</b> .....	<b>11</b>
<b>Introduzione</b> .....	<b>13</b>
<b>1 Sui tre inspiegabili fatti che misero in dubbio la Creazione</b> .....	<b>17</b>
1.1 In antichità: cause finali e progetto .....	17
1.2 L'età moderna .....	18
1.3 La grande diversità degli animali e delle piante .....	19
1.4 Le palesi ingiustizie .....	20
1.5 La presenza di fossili inglobati nelle rocce .....	21
<b>2 La Natura, gli organismi e la loro classificazione</b> .....	<b>23</b>
2.1 La classificazione in Platone .....	23
2.2 Classificazioni .....	25
2.3 Dopo Platone .....	25
2.4 Aristotele e lo studio della Natura .....	26
2.5 Gli animali secondo Aristotele .....	27
2.6 Adattamento degli esseri viventi .....	28
2.7 La Natura e i discepoli di Aristotele .....	29
2.8 La "Scala della Natura" e la "Catena degli Esseri" .....	30
2.9 Il metodo di Cartesio .....	31
2.10 Dopo Aristotele ... nessuna classificazione .....	32
<b>3 I primi studiosi della Natura</b> .....	<b>35</b>
3.1 Il periodo romano .....	35
3.2 Alberto Magno e Federico II: due casi unici .....	36
3.3 I medici: primi naturalisti del mondo moderno .....	37
<b>4 John Ray e Francis Willughby: due amici naturalisti</b> .....	<b>39</b>
4.1 Vita di John Ray e di Francis Willughby .....	40
4.2 Viaggi .....	41
4.3 Letteratura .....	41
4.4 Le innovazioni naturalistiche di Ray e Willughby: come classificarono .....	44
4.5 L'eredità che hanno lasciato .....	45
<b>5 Tyson e l'Homo sylvestris</b> .....	<b>49</b>
5.1 Vita di Tyson .....	49
5.2 l'Homo sylvestris .....	50

<b>6 Carlo Linneo</b> .....	<b>53</b>
6.1 Vita .....	55
6.2 Il credo di Linneo .....	58
6.3 Credo scientifico e classificazione .....	58
6.4 Nomenclatura binaria .....	59
6.5 Tassonomia delle piante: su cosa basarsi? .....	61
6.6 Il sesso delle piante .....	63
6.7 Uomini e scimmie .....	64
6.8 Linneo e l'evoluzione .....	65
6.9 Linneo e l'ecologia .....	67
6.10 Linneo e la filosofia ambientale .....	68
<b>7 Geologia, fossili e storia della Terra</b> .....	<b>71</b>
7.1 Fossili .....	71
7.2 Robert Hooke e il microscopio .....	72
7.3 La geologia di Steno .....	74
7.4 La nascita della Terra .....	75
7.5 Linneo e la nascita dei viventi .....	77
<b>8 George-Louis Leclerc, conte di Buffon</b> .....	<b>79</b>
8.1 Vita .....	80
8.2 Opere .....	81
8.3 Il suo pensiero .....	82
8.4 Linneo vs Buffon .....	89
<b>9 Rocce in movimento</b> .....	<b>91</b>
9.1 Jean-Étienne Guettard e Nicolas Desmarest .....	91
9.2 Abraham G. Werner .....	92
9.3 James Hutton .....	93
9.4 William Smith e Alexandre T. Brongniart .....	94
<b>10 George Cuvier, Étienne Geoffroy e l'filosofia anatomica</b> .....	<b>95</b>
10.1 Georges Cuvier .....	96
10.2 Étienne Geoffroy Saint-Hilaire .....	104
10.3 La controversia Cuvier-Geoffroy .....	109
<b>11 L'ereditarietà dei caratteri acquisiti: Erasums Darwin e Jean-Baptiste Lamarck</b> .....	<b>117</b>
11.1 Erasmus Darwin .....	118
11.2 Jean-Baptiste Lamarck .....	118

<b>12</b>	<b>Geologia: catastrofismo e uniformitarismo</b> .....	<b>125</b>
12.1	Charles Lyell: attualismo e uniformitarismo .....	126
<b>13</b>	<b>Creazione speciale o legge naturale?</b> .....	<b>131</b>
<b>14</b>	<b>Charles Robert Darwin</b> .....	<b>135</b>
14.1	Charles Darwin: vita iniziale .....	135
14.2	Il viaggio sul Beagle .....	138
14.3	Darwin: la maturità .....	140
14.4	Darwin: ideazione della teoria .....	141
<b>15</b>	<b>Alfred Russel Wallace e il giallo sulla primogenitura della teoria</b> .....	<b>147</b>
15.1	Le versioni: “convenzionale” e “revisionista” .....	147
15.2	Il giovane Wallace .....	149
15.3	Wallace in Sudamerica .....	150
15.4	Wallace come naturalista .....	151
15.5	Wallace e la nascita di nuove specie .....	152
15.6	Wallace raccoglie nuove evidenze .....	153
15.7	I fatti e le speculazioni .....	157
<b>16</b>	<b>La teoria di Darwin e Wallace</b> .....	<b>157</b>
16.1	L’arrivo della teoria .....	158
16.2	La legge di Wallace sulla distribuzione delle specie .....	159
16.3	La lettera di Darwin ad Asa Gray .....	160
16.4	L’origine delle specie secondo Wallace .....	161
16.5	Le letture del 1 luglio 1858 .....	163
16.6	Sul volume “L’origine delle specie” .....	164
16.7	L’origine delle specie per selezione naturale .....	165
16.8	Teoria e teleologia .....	167
16.9	Gradualità e teoria evolutiva .....	168
<b>17</b>	<b>Pro e contro la teoria evolutiva</b> .....	<b>171</b>
17.1	Forme antiche e forme recenti .....	172
17.2	Sviluppi della paleontologia .....	172
17.3	Le ossa dell’orecchio interno .....	173
17.4	Dai pesci ai tetrapodi: i sarcopterigi .....	173
17.5	Archaeopterix, l’anello mancante .....	174
17.6	Embrioni e Adulti .....	175
17.7	Biogeografia .....	176



17.8	Isolamento geografico .....	178
17.9	Radiazione adattativa .....	180
17.10	Classificazione ed evoluzione .....	180
<b>18</b>	<b>Modalità evolutive .....</b>	<b>183</b>
18.1	Selezione naturale ed evoluzione .....	183
18.2	Mimetismo batesiano .....	184
18.3	Selezione sessuale .....	185
18.4	Mimetismi .....	186
18.5	Mimetismo, melanismo industriale e selezione naturale .....	187
<b>19</b>	<b>Evoluzione e uomo .....</b>	<b>191</b>
19.1	Huxley, il posto dell'uomo nella Natura e il Neanderthal .....	192
19.2	Lyell, De Perthes e le arti umane primitive .....	194
19.3	Razze o specie umane? Antropologia e Wallace .....	195
19.4	Il pensiero di Darwin .....	199
<b>20</b>	<b>Evoluzione e filosofia .....</b>	<b>205</b>
20.1	Positivismo .....	205
20.2	Herbert Spencer e il positivismo evoluzionistico .....	206
20.3	L'evoluzionismo materialistico (monismo) di Ernst Haeckel .....	209
<b>21</b>	<b>Implicazioni sociali dell'evoluzione, l'eugenica .....</b>	<b>213</b>
21.1	Il pericolo della degradazione della società civile .....	213
21.2	L'eugenica .....	214
21.3	Le ripercussioni sociali dell'ereditarietà .....	216
21.4	Le politiche eugeniche nel mondo .....	217
<b>22</b>	<b>Variabilità ed eredità .....</b>	<b>219</b>
22.1	Darwin: variabilità ed eredità .....	220
22.2	Eredità debole ed eredità forte .....	221
22.3	Studi di microscopia .....	221
22.4	August Weismann .....	222
22.5	Lamarckismo, darwinismo, neodarwinismo .....	226
<b>23</b>	<b>La nascita della genetica .....</b>	<b>229</b>
23.1	William Bateson .....	229
23.2	Hugo De Vries .....	231
23.3	Gregor Mendel .....	233
23.4	La genetica .....	235

23.5	Evoluzione a salti .....	237
<b>24</b>	<b>Genetica ed evoluzione .....</b>	<b>239</b>
24.1	La citologia e un nuovo approccio alla biologia .....	239
24.2	La teoria cromosomica dell'ereditarietà .....	240
24.3	Il mendelismo sembrava negare l'evoluzione per selezione naturale .....	242
24.4	Geni e leggi mendeliane .....	242
24.5	Ricombinazione genetica ed evoluzione .....	246
<b>25</b>	<b>Il punto della situazione all'inizio del '900 (verso la sintesi) .....</b>	<b>249</b>
25.1	Prove genetiche sperimentali della gradualità .....	250
25.2	Studi naturalistici e genetici .....	251
<b>26</b>	<b>La genetica delle popolazioni .....</b>	<b>255</b>
26.1	Godfrey Hardy, Reginald Punnett, Henry Norton .....	255
26.2	Ronald Fisher .....	257
26.3	John B. S. Haldane .....	259
26.4	Sewall Wright .....	260
<b>27</b>	<b>La sintesi evolutiva .....</b>	<b>263</b>
27.1	Theodosius Dobzhansky .....	264
27.2	Altre discipline si uniscono alla sintesi .....	266
<b>28</b>	<b>Dopo la sintesi .....</b>	<b>271</b>
28.1	Gli sviluppi biomolecolari .....	271
28.2	Biologia molecolare e mutazioni neutrali .....	272
28.3	Gli equilibri puntuali .....	273
28.4	Selezione parentale .....	275
28.5	Il gene egoista .....	276
28.6	Successivi sviluppi umanistici .....	277
28.7	I codici organici e la biologia semantica e semiotica .....	278
28.8	Evo-devo .....	278
28.9	Genetica ed epigenetica .....	280
<b>29</b>	<b>Alternative non scientifiche del neodarwinismo .....</b>	<b>283</b>
29.1	Disegno intelligente .....	284
29.2	Come comportarsi? .....	284
29.3	Due diversi campi di competenza .....	286
29.4	Evolutione e religione .....	287

<b>30</b>	<b>Conclusioni</b> .....	<b>289</b>
30.1	Uno schermo bianco pieno di puntini .....	289
30.2	L'evoluzione biologica: un concetto non facile .....	290
30.3	L'evoluzione biologica oltre la scienza .....	291
<b>31</b>	<b>Appendice: Evoluzione e filosofia ambientale</b> .....	<b>293</b>
31.1	La filosofia ambientale .....	294
31.2	Un punto di contatto fra le diverse concezioni: accrescere la conoscenza .....	300
31.3	Come arriviamo alla conoscenza? .....	301
31.4	Il contributo della scienza, della biologia, del pensiero evolutivo .....	303

## **Premessa**

### L'ampliamento della conoscenza

In quelli che chiamo “ambientalismo e politica propositivi”<sup>1</sup> l'*ampliamento della conoscenza* è l'azione centrale su cui dovremmo investire per il futuro. In questa ottica è necessario dare a tutti la possibilità di accrescere la conoscenza attraverso testi equilibrati che riportino i fatti piuttosto che le opinioni personali.

### Un libro, un duplice ruolo

Questo libro affronta la storia del pensiero biologico dai filosofi antichi fino ai giorni nostri senza trascurare la ricerca attuale e le tendenze future. Il rigore scientifico lo rende adatto agli studenti e agli studiosi, tuttavia è stato pensato e scritto per un pubblico quanto mai ampio. Il suo carattere narrativo, infatti, permette a chiunque di seguire il filo logico che ha accompagnato gli studiosi del passato, di acquisire gli elementi necessari alla completa comprensione delle tematiche e, infine, farsi una opinione sia in ottica scientifica che bioetica.

Nel duplice ruolo di studio e divulgazione, il testo è arricchito da molte note e citazioni che se da un lato possono risultare utili allo studioso, dall'altro possono essere sorvolate dal lettore meno esigente.

### Perché questo libro?

Nelle librerie italiane sono presenti diverse opere che trattano il tema della evoluzione biologica. Perché, allora, presentare un nuovo libro? In realtà, dei tanti saggi disponibili pochi sono molto completi e accurati ma anche molto specialistici e voluminosi, mentre gli altri esprimono punti di vista soggettivi che tendono a condurre fuori strada il lettore meno esperto. Data questa lacuna, oggi che l'evoluzione biologica è al centro di troppe speculazioni (e forti interessi) mi sembrava importante che i cittadini avessero fra le mani un libro del quale fidarsi e informarsi. Con questo obiettivo in mente ho cercato di scrivere un saggio lineare, semplice ma completo, non troppo specialistico ma sufficientemente approfondito nell'ottica di riportare con equilibrio la realtà dei fatti e introducendo nuove e inedite considerazioni. Sarete voi lettori a giudicare se questo nobile intento è stato rispettato.

Piergiacomo Pagano, 2013

---

<sup>1</sup> Di “ambientalismo e politica propositivi” accenno nell'appendice di questo volume. Ne ho trattato in diversi scritti, in particolare in: P. Pagano, *Dalla biologia alla «politica propositiva»*, «Inchiesta», edizioni Dedalo, n.168, 2010, pp. 50-55; P. Pagano, *Sviluppo sostenibile, scienza e «ambientalismo propositivo»* in: Fineschi F. (a cura di), *Sviluppo sostenibile – Discipline a confronto in cammino verso il futuro*, ETS, Pisa, 2011. P. Pagano, *La Politica Propositiva*, Limina Mentis, 2012, Pagano P., *Evoluzionismo, filosofie ambientali e politica propositiva*, in: Poli A. (a cura di) *La persona nelle filosofie dell'ambiente*, Limina Mentis 2012, pp. 57-82; Pagano P., *Ambientalismo Propositivo*, in: Andreozzi M., *Etiche dell'ambiente. Voci e prospettive*, Led Edizioni Universitarie, 2012, pp. 83-115



## Introduzione

E' bene che gli scienziati, specialmente i biologi e gli storici, si interessino maggiormente alla Storia della Scienza come sforzo consapevole per capire il pensiero dei grandi maestri del passato, per vedere in quali circostanze o *milieu* intellettuale si formarono le loro idee, dove intrapresero la via sbagliata o si fermarono troppo presto lungo il giusto cammino.<sup>2</sup> (R. A. Fisher)

### L'orologiaio di William Paley

Se inciampassi in un *sasso* e mi chiedessi per quale ragione il sasso si trova lì e non altrove potrei dire che quel sasso è lì da sempre e la risposta non stupirebbe nessuno. Ma se trovassi un *orologio* non penserei di certo che quell'orologio è sempre stato lì. Allora, mi chiedo, perché ho dato due risposte diverse allo stesso quesito? La spiegazione è chiara: l'orologio è composto da parti strutturate in modo tale da muovere le lancette ed indicare l'ora del giorno. L'orologio, a differenza del sasso, presuppone la presenza di un artigiano che l'ha costruito con uno scopo. Orbene: se gli studiosi hanno scoperto nella Natura un mirabile equilibrio, una precisa economia simile ad un meccanismo perfetto di cui l'orologio è solo una banale semplificazione, allora non ci sono dubbi: deve esistere un Dio che ha ideato, progettato e creato la Natura in tutta la sua bellezza.<sup>3</sup>

All'apologeta anglicano William Paley<sup>4</sup> questo discorso parve decisivo. Per molti secoli i teologi avevano cercato una *prova ontologica*, ovvero una prova dell'esistenza di Dio attraverso il puro ragionamento, e ora Paley si sentiva sicuro di aver trovato la dimostrazione definitiva. Paley concluse:

Al di sopra di tutto, dopo le falsità e i contrasti di una filosofia nemica, dobbiamo necessariamente ricorrere ad una Divinità. Le tracce del *disegno* sono troppo forti per essere ignorate. Il progetto deve avere un ideatore. Quell'ideatore deve essere una persona. Quella persona è DIO.<sup>5</sup>

Sulla *metafora dell'orologiaio* Paley scrisse un intero libro che intitolò *Natural Theology*<sup>6</sup> [Teologia naturale] e che rimase il punto di riferimento dei naturalisti nei primi 60 anni del XIX secolo, poi ... poi tutto cambiò.

Il ragionamento di Paley, che sembrava lineare e certo, crollò fatalmente il 1 luglio 1858 quando due naturalisti inglesi, Charles Darwin e Alfred Wallace, mostrarono che gli esseri viventi, lungi dall'essere immutabili, si modificavano nel tempo derivando da antenati ancestrali. Non esisteva, dunque, un Creatore; vi erano, piuttosto, leggi naturali che governavano il modellarsi delle forme viventi. Gli scienziati, dapprima riluttanti, si convinsero via via che le evidenze divenivano più schiaccianti e oggi, dopo oltre 150 anni di confronti, propongono un quadro consistente, quadro che prende il nome di *neo-darwinismo* e che prospetta un mondo vivente governato da leggi meccaniciste che evolve secondo logiche contingenti e senza uno

---

<sup>2</sup> R. A. Fisher, *Natural Selection from the genetical standpoint*, Aust. J. Sc., 1959, vol. 22, pp. 16-17

<sup>3</sup> Modificato da: W. Paley, *Natural Theology: or, Evidences of the Existence and Attributes of the Deity, Collected from the Appearances of Nature*, 1802. Anche in: W. Paley, J. Paxton, J. Ware, *Natural Theology*, Gould and Lincoln, 1860, p. 5

<sup>4</sup> William Paley (1743-1805)

<sup>5</sup> W. Paley, 1860, *op. cit.*, p. 246

<sup>6</sup> W. Paley, 1802, *op. cit.*

scopo. In altri termini le discussioni fra gli scienziati del giorno d'oggi non vertono più se esiste, o meno, una evoluzione dettata da leggi naturali, questo è abbondantemente scontato, ma rilevano unicamente la necessità di approfondire le indagini. Gli scienziati si chiedono, ad esempio, se la macro e la microevoluzione hanno alla base gli stessi processi di selezione e deriva, in che modo l'informazione contenuta nel DNA si dispiega nei singoli organismi, che margine di plasticità hanno i geni, come affrontare adeguatamente la nuova frontiera dell'epigenetica e così via. Mentre dal lato tecnico c'è ancora tanto da scoprire, dal lato filosofico l'impianto rimane sostanzialmente immutato dalla seconda metà del XIX secolo quando Darwin individuò l'evoluzione come un processo non teleologico, ovvero un processo innescato da leggi naturali che si svolgono normalmente senza un fine ultimo a cui giungere.

Stando a quanto detto finora il panorama intellettuale parrebbe solido e coerente. Eppure non tutti sono d'accordo. C'è ancora qualcuno che crede in un *Dio Personale* che interviene sulla realtà terrena creando e distruggendo a suo piacimento e, nel contempo, dotando l'intera umanità di uno *Scopo*. Così, da quel lontano 1802, anno di pubblicazione della *Teologia naturale*, l'argomento di Paley non è stato dimenticato e ora, a distanza di oltre due secoli, veste i panni del *Disegno Intelligente*, un *nuovo creazionismo* che considera gli organismi viventi il risultato dell'azione di un Essere Superiore.

Ma come? Si chiede il cittadino. Non sono sufficienti le prove raccolte dalla scienza a favore della teoria evolutiva per demolire questa credenza dogmatica? A chi devo credere quando assisto ad un dibattito su questi temi?

Capire nel dettaglio l'evoluzione e i suoi meccanismi non è un compito semplice. Spesso occorrono molti anni di attività in campo per assimilare la miriade di indizi che delineano il quadro dei professionisti. Eppure anche i meno esperti non sono affatto esclusi dal dibattito sull'evoluzione. Per costoro può essere sufficiente ripercorrere la storia del pensiero biologico evolutivo purché la affrontino con lo spirito critico proprio di colui il quale vuole arrivare alla verità senza condizionamenti. Il percorso da fare non è complicato e rispecchia il lavoro dei nostri antenati recenti. In un tempo non troppo lontano, infatti, alcuni amanti della Natura iniziarono a cercare una spiegazione oggettiva alle loro osservazioni. Molti di loro, religiosi convinti, pensarono, così, di glorificare Dio mentre altri, più secolari, furono semplicemente attratti dalla conoscenza riscontrabile attraverso l'analisi attenta dei fenomeni. Tutti costoro esaminarono il mondo, fecero le opportune deduzioni ed ipotesi, indagarono, sperimentarono, si confrontarono. Spesso colsero importanti realtà, altrettanto spesso incorsero in errori prontamente o tardivamente rilevati e corretti.

Dopo secoli di indagini non tutto è chiarito, ma una dato emerge inconfutabile: tanta strada è stata fatta. E ripercorrendo questa strada chiunque potrà valutare di persona chi, oggi, impone le proprie credenze e chi, vero amante della verità, mette in comunione le proprie idee aprendosi al confronto e alle critiche altrui. Senza parteggiare per questo o quello, il semplice cittadino potrà rendersi conto di ciò che separa le pure speculazioni dalle teorie scientifiche. Anche lo scienziato esperto potrà trarne giovamento. Potrà allargare il campo conoscitivo verso un orizzonte più aperto di quanto la specializzazione odierna lo costringa e meglio indirizzare la ricerca futura. Costui ravviserà la necessità di approfondire la visione olistica ad integrazione del metodo riduzionistico/meccanicistico a cui troppo spesso induce l'approccio alla

conoscenza tipicamente occidentale. Come ha evidenziato E. O. Wilson,<sup>7</sup> sotto questo aspetto la biologia è forse la disciplina più rappresentativa e può caratterizzarsi come la più innovativa.

Tenendo a mente questi molteplici aspetti ho qui cercato di raccontare la storia del pensiero biologico evolutivo. Nel rispettare questo impegno mi sono attenuto, per quanto possibile, agli avvenimenti accaduti e quando ho espresso delle opinioni personali l'ho fatto per cercare di dare una interpretazione corretta al susseguirsi degli eventi storici citando inoltre, credo in maniera equa, altre autorevoli opinioni.

Solo nell'appendice, relativa alle riflessioni sulla filosofia ambientale, ho avanzato opinioni personali, e l'ho fatto perché credo fermamente che la storia del pensiero biologico evolutivo possa dare un contributo fondamentale al dibattito relativo al Nostro (per noi tutti abitanti del Pianeta) futuro sulla Terra. Penso, infatti che, pur riconoscendo che le norme morali non possano derivare dalle pure osservazioni scientifiche, la teoria evolutiva descriva in maniera obiettiva il posto dell'uomo nella Natura e quindi permetta l'enunciazione di un'etica deontologica esplicativa allor quando si affrontano le urgenti tematiche dello *sviluppo sostenibile*, sia dal punto di vista ambientale che da quello economico e sociale.

Credo che il percorso del pensiero umano nel cercare le risposte ai perché della biologia sia di esempio su come si può pervenire alla conoscenza condivisa. Se, infatti, ciascuno di noi ha percezioni soggettive che mantengono inalterato il valore nell'ambito personale importante nelle nostre scelte è pur vero che solo l'obiettività della scienza e del ragionamento logico può essere condivisa da tutti. Con ciò non affermo che la scienza ha le risposte a tutto e, meno che meno, la biologia le ha riguardo l'esistenza di Dio. Certo è che alcune indicazioni le dà, come vedremo nelle conclusioni. Ma, mi accorgo, sto anticipando ciò che sarà discusso al momento opportuno. Per ora mi appresto a presentarvi la nascita e lo sviluppo dell'unica teoria (quasi) *Superba* delle scienze non-fisiche.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> E. O. Wilson, *L'armonia meravigliosa*, Mondadori, 1999. In Inglese: *Consilience*, 1998

<sup>8</sup> R. Penrose, *La mente nuova dell'imperatore*, Biblioteca Scientifica Sansoni, 2a ed., 1998, p. 202





## 1 Sui tre inspiegabili fatti che misero in dubbio la Creazione

NATURA! Siamo da lei circondati ed abbracciati: incapaci di separarci, impotenti nel penetrarla. Senza chiedere o avvertire, ci rapisce nella sua danza vorticoso finché, sfiniti, cadiamo nelle sue braccia.<sup>9</sup> (J. W. von Goethe)

### 1.1 In antichità: cause finali e progetto

Oceani, montagne ... deserti, ghiacciai ... tsunami, eruzioni ... alberi immensi, erbe odorose, animali volanti o giù, diafani, negli abissi. I sentimenti si abbandonano alla percezione mentre il fascino e il timore lottano, convivono e si fondono nel nostro animo. La mente si affolla di domande semplici e complesse allo stesso tempo. Perché la Natura? Chi siamo? Da dove veniamo?

La ricerca delle nostre origini è sempre stata al centro dei pensieri. I miti, i poemi, le filosofie, le religioni, ci hanno donato il loro contributo con liriche mirabili, alcune fantasiose, altre basate sulla elaborazione della ragione. Tra queste la *prova ontologica*<sup>10</sup> è il perno centrale di ogni discussione e su questa si confrontano i grandi filosofi. Aristotele riteneva che un *Motore Immobile* fosse all'origine del tutto e che gli oggetti naturali avessero uno scopo, una finalità. Un suo eminente predecessore, Democrito, credeva invece che la materia fosse l'unica *sostanza* e l'unica *causa*. Tuttavia, al pari degli altri antichi Greci, entrambi credevano che la Natura trovasse spiegazione all'interno di sé. Poi qualcuno pensò diversamente: la causa del mondo era dovuta ad una intelligenza esterna. Fra questi, il romano Cicerone<sup>11</sup> credette ad un divino progettista e, citando la recente costruzione di un planetario, scrisse:

Se la sfera che mostra le traiettorie del sole, della luna e delle cinque stelle erranti, fatta recentemente dal nostro amico Posidonio,<sup>12</sup> fosse portata in Scythia<sup>13</sup> o in Bretagna, chi dubiterebbe, anche in quei paesi barbari, che la ragione ha diretto la sua costruzione?<sup>14</sup>

Con questo argomento, molto simile alla *metafora dell'orologiaio* che William Paley utilizzò all'inizio del XIX secolo e di cui abbiamo commentato un brano nell'introduzione, Cicerone sosteneva che se le cose

---

<sup>9</sup> T. H. Huxley, *Goethe: Aphorisms on Nature*, First issue of *Nature*, Nov 4, 1869, pp. 9-11

<sup>10</sup> Con *prova ontologica* si identifica un *argomento (ontologico)* che intende dimostrare logicamente l'esistenza dell'*essere*. Con la *scolastica* (la filosofia cristiana medioevale) assunse il significato di dimostrazione *a priori* dell'esistenza di Dio.

<sup>11</sup> Marco Tullio Cicerone (106-43 a.C.)

<sup>12</sup> Posidonio di Rodi (135-51 a.C.) filosofo, astronomo e matematico, conosciuto anche come Posidonio di Apameia, uno dei principali rappresentanti della dottrina stoica (Media Stoà), stimò fra l'altro, la distanza tra il sole e la luna.

<sup>13</sup> Scythia era una vasta regione dell'eurasia.

<sup>14</sup> Cicerone, *De natura deorum*, II, xxxiv, 88. Cfr. anche: *The Penny Cyclopaedia of the Society for the Diffusion of Useful Knowledge of the Society for the Diffusion of Useful Knowledge (Great Britain)*, v. XVII, Organ, Pertinax, Charles Knight & Co, 1840, p. 38

artificiali erano il frutto dell'idea di un progettista, allora la Natura doveva essere il risultato di una *Mente Superiore*.

Con l'avvento del Cristianesimo questa nuova visione fu prontamente colta dai teologi che stavano cercando le loro fondamenta filosofiche. Amalgamando l'idea del progetto divino con i principi biblici ne trassero una filosofia di tipo *essenzialistico*. Dio aveva creato ogni tipo di animale e di pianta, ciascuno dei quali rappresentava una sorta di modello, una *essenza*. Lungi dall'essere un mezzo per contemplare il sublime (secondo i dettami di Aristotele e i suoi discepoli) lo studio della Natura divenne inutile: il mondo naturale cristiano era statico e privo di interesse. Così, e per oltre un millennio, i teologi cristiani si concentrarono sulle facoltà della fede e della ragione, sulle relazioni tra uomo e Dio.

Tutti noi siamo condizionati dall'ambiente culturale del nostro momento storico e spesso ne siamo inconsapevoli. Così anche i pensatori di quel passato rimasero legati all'ambito ristretto delle idee cristiane dell'epoca. Se qualcuno, poi, arrivava a conclusioni atipiche le teneva per sé, pena la probabile eventualità di essere tacciato di eresia. Di conseguenza la necessità di una ricerca libera dai dogmi che incatenavano a convinzioni preconcepite iniziò ad emergere solo lentamente. Ci volle ancora molto tempo prima che si formasse quell'*humus* culturale che avrebbe portato alla nascita della scienza così come la conosciamo oggi.

Nel 1200, con Tommaso D'Aquino,<sup>15</sup> la cristianità si avvicinò all'aristotelismo e la ragione riconquistò il *diritto di cittadinanza*. Nel frattempo la scienza compiva i primi passi col francescano inglese Ruggero Bacone<sup>16</sup> anche se il suo sperimentalismo, posto in contrapposizione al metodo deduttivo tipico della scienza aristotelica, verrà accettato nella sua interezza solo col rinascimento e l'età moderna. Per Ruggero Bacone il criterio della certezza scientifica non stava nell'autorità degli antichi o nel rispetto della tradizione, bensì nella matematica e nell'esperimento al quale spettava la verifica e la conferma. Successivamente con Guglielmo di Occam,<sup>17</sup> un altro francescano inglese, la ricerca scientifica assunse un ruolo indipendente dal dominio della teologia e della morale e il mondo naturale ricominciò a destare interesse. Già nell'Umanesimo e nel Rinascimento, in un periodo che varia dalla seconda metà del 1300 fino alla fine del 1500, un nuovo spirito pervase le indagini sulla Natura: nacque l'era moderna.

## 1.2 L'età moderna

Si iniziò con l'astronomia e la fisica. Francesco Bacone,<sup>18</sup> rifiutò le cause finali paragonandole alle vergini vestali e Cartesio,<sup>19</sup> poco dopo, si espresse in maniera ancor più radicale sostenendo che le cause finali non esistevano e, comunque, era troppo arrogante cercare di scoprire le intenzioni di Dio. D'altronde sembrava evidente che l'universo funzionasse con le leggi di Galileo e Newton.<sup>20</sup> Ma una cosa era immaginarsi un mondo inorganico che funzionasse come una macchina, tutt'altro era credere che la vita

---

<sup>15</sup> Tommaso D'Aquino (1225-1274)

<sup>16</sup> Roger Bacon, Ruggero Bacone, detto Doctor Mirabilis (c.a.1214-c.a.1294)

<sup>17</sup> William of Ockham, Guglielmo di Occam (1290-1348)

<sup>18</sup> Francis Bacon, Francesco Bacone (1561-1626)

<sup>19</sup> René Descartes, Cartesio (1596-1650)

<sup>20</sup> Galileo Galilei (1564-1642); Isaac Newton (1642-1727)

potesse sottostare alle stesse leggi fisiche. I naturalisti, quindi, al contrario dei fisici e degli astronomi, furono poco propensi a sbarazzarsi dell'idea di quel finalismo già prefigurato in antichità e che con il cristianesimo aveva assunto una intenzione divina. Inoltre, dopo il viaggio di Cristoforo Colombo, stava venendo alla luce una Natura straordinariamente ricca e sconosciuta impossibile da spiegare se non attraverso il progetto di una *Mente Superiore*.

Dopo il 1492, infatti, le potenze marittime e commerciali della Vecchia Europa avevano iniziato a riversare sugli oceani una quantità sempre maggiore di velieri alla ricerca di ricchezze e territori da conquistare. E quando i bastimenti tornavano al porto di origine e svuotavano le stive ricolme di tesori incredibili, i pionieri raccontavano di mondi fantastici: popolazioni primitive, animali straordinari, vegetazioni lussureggianti. I giovani, rapiti dalle storie incredibili, decisero di imbarcarsi e mentre qualcuno riuscì a salpare gli altri, cavalcando il desiderio di avventura, decisero, comunque, di esplorare le terre natie. Fu così che, nonostante le credenze, anche il Vecchio Mondo si mostrò pieno di ricchezze. Gli ecclesiastici, mossi ora dalla certezza di trovarvi la chiara evidenza della Mano Creatrice, iniziarono a studiare quel mondo naturale che fino ad allora avevano solo contemplato. John Ray, sacerdote della Chiesa Anglicana, vide nella Natura il manifestarsi della divinità e anticipò di un secolo la *metafora dell'orologio* sostenendo che l'occhio umano, mirabilmente realizzato, era la prova inconfutabile dell'esistenza di Dio.

Ma la spinta entusiasta della ricerca del Dio cristiano nella Natura iniziò a vacillare quando alcuni fatti si dimostrarono incompatibili con i dettami delle Sacre Scritture. In particolare tre questioni risultarono inspiegabili: 1) la grande diversità degli animali e delle piante; 2) le palesi ingiustizie; 3) la presenza di fossili inglobati nelle rocce.

### **1.3 La grande diversità degli animali e delle piante**

Quando i primi navigatori iniziarono ad esplorare le terre lontane si imbattono in una incredibile varietà naturale. Ovunque posassero piede, dalle americhe, alle isole tropicali, alla lontana Australia, si imbattevano in faune e flore straordinarie, molto diverse da quelle del Vecchio Mondo. La diversità degli animali e delle piante era enorme, ben maggiore di quanto si potesse attendere. Com'era possibile che il Creatore avesse prodotto una tale varietà? E, ancora più strano, se il Creatore era stato l'artefice del Diluvio Universale, come aveva fatto Noè a raccogliere in una sola Arca tutta quella straordinaria varietà? E poi: come si erano nutriti gli animali e le piante sull'Arca? Si mangiarono l'un l'altro o rimasero a dieta per tutto il periodo del diluvio? Forse Dio non aveva creato il mondo in una sola volta così come scritto nell'Antico Testamento. Forse aveva dovuto ricorrere a creazioni successive. Ma, se così era, il Vecchio Testamento tralasciava una parte della Verità o, peggio, diceva il falso!

Studiando le relazioni tra le specie si scoprì che ovunque, nel mondo, gli animali e le piante erano adattati al loro ambiente. In una mirabile rete di relazioni ci si rese conto che gli esseri viventi nascevano, vivevano e morivano grazie alle opportunità che altri esseri viventi davano loro. Cibo e riparo venivano scambiati con specie simili e dissimili, grandi e microscopiche, in un intreccio fitto di interdipendenze. La morte di un individuo era fonte di vita e sostentamento per altri che, a loro volta, diventavano il cibo per altri organismi. Com'era possibile che il Creatore avesse così mirabilmente orchestrato tutta questa straordinaria varietà? L'aveva creata all'inizio e poi se ne era disinteressato o interveniva continuamente a modulare e a correggere le tante imperfezioni che qui e là comparivano? Se la visione del mondo fisico

iniziava a intravedere un mondo in continuo movimento controllato da *Leggi Eterne* si poneva la domanda: Dio si era limitato alla creazione e alla promulgazione delle Leggi che la governavano o controllava tutto l'Universo, attimo per attimo, luogo per luogo?

#### 1.4 Le palesi ingiustizie

La tradizione insegnava che Dio era buono e giusto, ma la realtà sembrava mostrare il contrario. Aristotele aveva scritto che la Natura non faceva nulla invano e i cristiani avevano fatto propria questa affermazione dandole una connotazione ultraterrena. La Natura era un progetto divino dove nulla era lasciato al caso, dove tutto era perfetto e dove tutto aveva uno scopo, una ragione. Questa concezione *finalistica (teleologica)* derivava dal fatto che Dio aveva creato il mondo per un atto di libera volontà. Secondo Tommaso d'Aquino dal concetto di creazione così inteso, scaturivano importanti conseguenze nel modo di intendere il mondo creato. Poiché Dio lo aveva prodotto con un atto intelligente e libero, tutte le cose erano vere e buone. Vere, perché corrispondevano all'idea che Dio aveva seguito nel crearle, buone perché come tali erano state volute da Dio. Per questo le leggi dell'essere, che la ragione scopriva nelle cose, non potevano entrare in contrasto con la verità divina; per questo ogni cosa, quando seguiva la sua inclinazione naturale, tendeva al bene; per questo non poteva esserci antagonismo fra natura delle cose e volontà divina.<sup>21</sup> Ma la Natura, lungi dall'essere giusta si presentava spesso ostile e cattiva: cataclismi naturali (uragani, terremoti, eruzioni, ecc.) si abbattevano sulle popolazioni inermi senza che vi fossero motivi di punizione per gli atti commessi. Inoltre più si osservavano le relazioni tra gli esseri viventi e più si scoprivano tremende ingiustizie. Cosa c'era di giusto in un parassita che tormentava le sue vittime? Dove poteva essere la bontà nell'uccidere un fratello come faceva il pulcino più forte dell'aquila coronata?<sup>22</sup>

Il filosofo scozzese David Hume<sup>23</sup> fu molto chiaro riguardo questo aspetto della Natura, questa sua pretesa armonia. Nel suo *Dialoghi riguardo la religione naturale* scrisse:

[...] Fra tutte le creature viventi infiamma una guerra perpetua. Necessità, fame e bisogno stimolano il forte e il coraggioso. Paura, ansietà e terrore agitano il debole e l'infermo. Già la nascita procura tormento al nuovo nato e al suo miserabile genitore. Debolezza, impotenza e miseria accompagnano tutti gli stadi della vita che, alla fine, termina in agonia e atrocità. [...] Osserva [...] le curiose astuzie della Natura per affliggere la vita di ogni essere. I più forti predano i più deboli lasciandoli in perpetuo terrore e ansietà. Anche i più deboli, a loro volta, predano spesso i più forti: li irritano e li molestano senza tregua. Considera le tante razze di insetti che si cibano sul corpo degli animali o gli volano attorno e gli infilzano i loro pungiglioni. [...] E così da ogni lato, davanti e dietro, sopra e sotto, ogni animale è circondato da nemici i quali vogliono incessantemente la sua miseria e distruzione. [...] Guarda tutto questo universo. Che immensa profusione di esseri, animati e organizzati, sensibili e attivi! Ammira questa prodigiosa varietà e fecondità. Ma esamina un po' più da vicino queste esistenze, le sole degne di nota. Quanto sono ostili e distruttive l'una con l'altra! Quanto sono incapaci di procurarsi la felicità! Quanto sono spregevoli e odiose

<sup>21</sup> U. Perone, A. Perone Pastore, G. Ferretti, C. Ciancio, *Storia del pensiero filosofico*, Società Editrice Internazionale, 1980, vol. I, p. 12-3

<sup>22</sup> L'aquila coronata depone due uova ma solo un pulcino sopravvive. Il più forte getta fuori dal nido il fratello per avere tutte le cure dei genitori.

<sup>23</sup> David Hume (1711-1776)

per colui che le guarda! Tutto questo non mostra nulla se non l'idea di una Natura cieca, impregnata da un grande principio vivificante, che produce una grande quantità di sudiciume, senza distinzioni o cure parentali per i suoi figli malformati e mutilati!<sup>24</sup>

Dio, prima di allora ritenuto *Essere dalla Bontà Infinita*, non solo aveva creato specie che lottavano una con l'altra, ma non interveniva neppure per fermare o, quantomeno, limitare questa ingiustizia. Si scoprì che gli organismi vivevano uno alle spalle dell'altro, non solo per cibarsi in maniera *onestà* come il leone quando cacciava la gazzella, ma in maniera spesso opportunistica e subdola, come facevano i parassiti che, senza faticare per meritarsi il loro pasto, sfruttavano le fatiche altrui e conducevano alla morte coloro i quali avevano spolpato.

### **1.5 La presenza di fossili inglobati nelle rocce**

Che dire, poi, dei fossili? Cos'erano quelle strane formazioni, perfette copie di crani e ossa di esseri spesso enormi e mostruosi, che affioravano da certe rocce? Erano forse scherzi della Natura disseminati qui e là da Dio per confondere il raziocinio umano o erano le vestigia di antichi cataclismi che si erano verificati in tempi remoti? Grandi catastrofi e nuove creazioni si erano succedute nel tempo? Forse, si pensò, in antichità alcuni cataclismi si erano alternati ad un susseguirsi di nuove creazioni più progredite. Ma questo significava che il Creatore aveva operato più di una volta e di ciò non c'era traccia nell'Antico Testamento! Da un lato i reperti paleontologici sembravano avvalorare l'ipotesi di una precisa volontà del Creatore di procedere verso un fine, dall'altro questa eventualità necessitava di una successione di creazioni, in palese contrasto con la credenza. I casi erano due: o l'uomo era stato ingannato da Dio o esisteva una spiegazione diversa in grado di conciliare le scoperte con la Verità Rivelata.

---

<sup>24</sup> D. Hume, *Dialogues Concerning Natural Religion*, 1779, in: <http://gutenberg.unipmn.it/mirror/etext03/dlgnr10.txt>



## 2 La Natura, gli organismi e la loro classificazione

Gli antichi ritenevano che tutti i corpi fossero stati creati o come alimento o come medicamento, per cui si interrogavano sempre intorno all'utilità dei corpi naturali, e si chiedevano se curassero qualche malattia, ovvero quali virtù mediche avesse questa o quella sostanza. E se una pianta o un animale non avevano tali attributi, lo accantonavano in quanto inutile.<sup>25</sup> (Linneo)

Prima dell'era moderna gli oggetti naturali non destavano interesse. Agli uomini del tempo era sufficiente conoscere gli animali da allevare e le piante da coltivare, soprattutto le erbe medicinali per alleviare le sofferenze e curare le malattie. Dopo la scoperta dell'America tutto cambiò. Le navi pioniere, inviate ovunque nel mondo dalle potenze europee, tornarono con le stive ricolme di oggetti impensabili e straordinari: rocce, fossili, piante, animali mai visti prima. Una miriade di oggetti naturali stiparono magazzini e musei, mentre una schiera sempre più nutrita di appassionati iniziò a studiarli e a classificarli. Il compito, già problematico per i nuovi arrivi, divenne ancora più arduo quando si scoprì che anche il Vecchio Mondo era straordinariamente ricco di diversità biologica. Nacque, così, a fini pratici, la necessità pressante di dare un nome convenzionale a ciascun oggetto e di utilizzare un metodo di classificazione che permettesse di riporlo con ordine e di ritrovarlo con facilità.

### 2.1 La classificazione in Platone

La classificazione delle cose che percepiamo, dalle idee astratte agli oggetti concreti, è fondamentale se vogliamo comprendere il mondo. Siccome la mente umana ragiona in modo lineare mentre la realtà esterna è complessa, abbiamo bisogno di un metodo che semplifichi. Questa necessità era nota fin dai tempi antichi. Platone,<sup>26</sup> che a riguardo aveva l'esigenza di analizzare l'*idea*, mise a punto il procedimento di *divisione*. Tale procedimento consisteva nel discernere gli oggetti, le idee o qualsiasi altra cosa, in base ad una data caratteristica. Se la possedevano venivano messi in un gruppo, se non la possedevano venivano messi nel gruppo alternativo. Platone specificò questo concetto nel *procedimento dialettico*. Nel *Fedro* scrisse che esistevano due fasi del ragionamento: la prima a carattere ascensivo, la seconda discensivo. Quest'ultima consisteva nella capacità di smembrare l'oggetto seguendo le nervature naturali e guardandosi dal lacerarne alcuna parte come potrebbe fare un cattivo macellaio.<sup>27</sup> Era chiaro che gli oggetti potevano essere definiti solo se comparati con altri; potevano essere spiegati solo attraverso l'individuazione di quelle caratteristiche proprie che li riunivano o li separavano dagli altri oggetti.

---

<sup>25</sup> C. Linneo, *Cui bono?*, in: C. Linneo, *L'equilibrio della Natura*, Feltrinelli, 1982, p. 160

<sup>26</sup> Platone (ca. 424/3 a.C.-ca. 348/7 a.C.)

<sup>27</sup> U. Perone, *et al.*, 1980, *op. cit.*, vol. 1, p. 92



Facciamo un esempio. Siccome era necessario individuare un primo criterio discriminante, nel catalogare gli animali si poteva scegliere la caratteristica *avere le ali*. In questo caso il fagiano e la gallina entravano nell'insieme *con le ali*, mentre il branzino e il cane appartenevano all'insieme *senza ali*. A questo punto si *discendeva* utilizzando una seconda caratteristica, come: *avere la pelliccia*. Ovviamente il fagiano e la gallina andavano nell'insieme *con ali e senza pelliccia*, il branzino nell'insieme *senza ali, senza pelliccia* mentre il cane era inserito nell'insieme *senza ali, con pelliccia*. Finito questo compito si procedeva con un terzo criterio, come, per esempio, *avere i polmoni*. Si discendeva, poi, ulteriormente con una quarta divisione, una quinta, una sesta e così via fino a catalogare tutti gli animali di questo mondo.

Il processo discensivo fu una idea che Platone mise in pratica nei suoi dialoghi, in particolare nel *Sofista* e nel *Politico*, ma anche nel *Menone* e nel *Parmenide*. E proprio nel *Sofista* il grande filosofo ateniese si accorse che il suo metodo aveva dei grossi limiti. I Sofisti, come molti sanno, erano quei filosofi che facevano dell'arte della convinzione la loro arma per ottenere il successo; erano convinti che la parola fosse solo illusione e che fosse lecito usarla per ingannare. I sofisti pensavano che non esistesse alcuna verità assoluta, ma solo scontro fra opinioni diverse e da questo ne traevano la conclusione, poco edificante in verità, che il bravo filosofo fosse colui il quale riusciva a convincere gli altri delle proprie opinioni, qualsiasi esse fossero. Si pensi che Gorgia,<sup>28</sup> tra i sofisti più famosi, si vantava di essere in grado di sostenere in egual misura sia la difesa che l'accusa di Elena di Troia, incolpata di avere provocato la sanguinosa guerra. Ovviamente Platone non vedeva di buon occhio i sofisti perché, secondo la sua opinione, i filosofi dovevano guardare molto più in alto dei biechi beni terreni. Per lui i filosofi erano i veri saggi, uomini equilibrati ai quali doveva essere affidato il governo dei popoli.

Orbene, quando Platone cercò di classificare i sofisti col metodo della divisione si trovò in grande difficoltà: non era giusto collocarli nell'insieme *uomini sapienti*, ma neanche nell'insieme *uomini ignoranti*. Non poteva considerarli *sapienti* perché avevano dei grossi limiti, e non solo morali, ma non poteva definirli neppure *ignoranti* perché alcuni di loro erano assai colti. Platone si rese conto che non sempre era possibile fare suddivisioni nette del tipo *o bianco, o nero* e che la scelta del criterio discriminante era fondamentale per una buona classificazione. Inoltre, se si voleva porre ordine, la divisione doveva dare origine a insiemi omogenei.

Per quanto riguarda gli animali potremmo suddividerli attraverso una infinità di caratteri discriminanti. Si potrebbero considerare i loro tratti anatomici (essere quadrupedi, avere il becco, la colonna vertebrale, ecc.), il loro carattere (feroci, mansueti, furbi ecc.), una certa utilità per l'uomo (adatti a tirare il carretto, a fare la guardia, a trovare tartufi) e via di questo passo. Alcuni di questi criteri danno origine a sottogruppi omogenei, altri no. Nell'esempio di poche righe fa, la discriminante *avere le ali* non ha senso perché porta ad ottenere degli insiemi incoerenti. L'insieme *senza ali*, infatti, comprende di tutto, dal cane, alla rana, alla medusa, alle cozze, ma anche l'insieme all'apparenza più omogeneo *con le ali* comprende un *potpourri* incoerente: uccelli, insetti, pipistrelli e addirittura alcuni pesci (quelli appartenenti alla famiglia Exocoetidae).

---

<sup>28</sup> Gorgia (ca. 483/5 a.C.-ca. 375 a.C.)

## 2.2 Classificazioni

Se ci addentriamo nel mondo delle classificazioni possiamo tentare di classificare le stesse classificazioni. Potremmo dividerle in: *naturali*, *convenzionali* e *stravaganti*. Le *naturali* sono quelle che rispecchiano le caratteristiche proprie delle cose da classificare (ad esempio oggi sappiamo che, nel mondo animale, avere la colonna vertebrale è una discriminante naturale), le *convenzionali* quelle adatte ad un certo scopo (ad esempio funghi mangerecci, tossici, velenosi) e infine le *stravaganti* sono quelle senza significato alcuno.

Riguardo le *stravaganti*, se ne trovano in numero notevole in antichità quando le conoscenze erano scarse. Il bolognese Ulisse Aldrovandi<sup>29</sup> nella sua *Ornithologia*<sup>30</sup> raggruppò gli uccelli in categorie alquanto discutibili quali: uccelli dal becco duro, uccelli che fanno il bagno nella polvere o in polvere e acqua, quelli che cantano bene e così via,<sup>31</sup> una vera e propria caricatura della classificazione odierna giustificata dall'ignoranza di allora. Linneo che, come vedremo nel capitolo a lui dedicato, aveva l'ossessione di porre ordine in tutto ciò che lo circondava, classificò persino gli studiosi del mondo vegetale. Li divise in: botanici, collectores, patres, commentatores, monographi, curiosi, adonides, floristae, peregrinatoryes, methodici, philosophi, oratores, eristici e così via per pagine e pagine.<sup>32</sup>

Infine un esempio davvero esilarante: il letterato argentino Jorge Luis Borges<sup>33</sup> si inventò una certa enciclopedia cinese chiamata *Emporio Celestiale della Conoscenza Benevola* dove gli animali erano divisi in:

- 1) appartenenti all'imperatore; 2) imbalsamati; 3) addomesticati; 4) maialini da latte; 5) sirene; 6) favolosi;
- 7) cani randagi; 8) inclusi in questa classificazione; 9) che si agitano come matti; 10) innumerevoli; 11) disegnati con un pennellino finissimo di peli di cammello; 12) altri; 13) non più vergini; 14) che da lontano sembrano mosche.

Ideò questa strana provocazione per deridere il linguista John Wilkins<sup>34</sup> le cui classificazioni erano piene di ambiguità, ridondanze e deficienze.

## 2.3 Dopo Platone

Ma torniamo agli antichi. Platone era troppo attratto dalla perfezione per studiare le cose terrene. Per lui la Natura era poco interessante perché priva di proporzioni matematiche e di forme geometriche ideali. A comprenderne l'importanza furono i suoi discepoli: primi fra tutti Speusippo<sup>35</sup> e Aristotele,<sup>36</sup> quest'ultimo considerato *la mente* dell'Accademia<sup>37</sup> per la sua straordinaria intelligenza. Alla morte di Platone Aristotele

<sup>29</sup> Ulisse Aldrovandi (1522-1605)

<sup>30</sup> U. Aldrovandi, *Ornithologiae, hoc est de avibus historiae libri XII*, Apud Franciscum de Franciscis Senensem, Bononiae 1599

<sup>31</sup> E. Mayr, *Storia del pensiero biologico*, Bollati Boringhieri, Torino 1992, p. 118

<sup>32</sup> Linnaei Caroli, *Philosophia botanica*, Editio Quarta, Studio Curtii Sprengel, Halae ad Salam, 1809, da p. 17 in avanti

<sup>33</sup> Jorge Francisco Isidoro Luis Borges Acevedo (1899-1986)

<sup>34</sup> John Wilkins (1614-1672)

<sup>35</sup> Speusippo (410-ca. 338 a.C.)

<sup>36</sup> Aristotele (384-322 a.C.)

<sup>37</sup> La "Accademia" era la scuola che Platone aveva fondato nel 387 a.C. ad Atene e che prese il nome dal parco dove era ubicato, parco dedicato all'eroe greco Accademo.

era pronto a succedergli, ma inaspettatamente come scolarca della Accademia venne nominato Speusippo. Questo strano avvicendamento potrebbe spiegarsi col fatto che i due grandi filosofi dell'antichità (Platone e Aristotele) erano entrati spesso in contrasto. Le ragioni, però, furono altre. Speusippo era più vecchio di Aristotele e soprattutto era il nipote di Platone (era figlio della sorella Potone), così prese il posto dello zio per successione. Pare che Aristotele si infuriò per questa nomina ma, a onor del vero, bisogna dire che anche Speusippo era un filosofo di intelligenza e sensibilità non comuni. Infatti, col suo atteggiamento che potremmo definire già di tipo scientifico finì con lo stimolare gli studi di tutti gli allievi dell'Accademia. Non per nulla fu il primo a tentare una classificazione delle specie animali e vegetali.<sup>38</sup>

#### 2.4 Aristotele e lo studio della Natura

Aristotele, smaltita la rabbia per la mancata nomina, decise di andarsene da Atene e, dopo qualche anno, accolse la proposta di Filippo II, re di Macedonia, diventando tutore del giovane figlio Alessandro; quell'Alessandro che, per le sue gesta eroiche venne denominato *Magno*. Tornato in Atene, Aristotele decise di aprire una sua scuola, che fosse alternativa alla Accademia. Era il 336 a.C. e fondò il Liceo, in onore di Apollo Licio il dio *sterminatore di lupi*.<sup>39</sup> In quella sede poté dare spazio a tutta la sua vena creativa studiando e insegnando le discipline più diverse, ne è testimone la straordinaria produzione letteraria: opere di logica, fisica, metafisica, etica, politica ed estetica. Coadiuvato dai suoi allievi, Aristotele svolse ampie ricerche nel campo delle scienze naturali (opere di fisica) e fece allestire un museo dove raccolse una grande quantità di materiale proveniente da tutto il mondo (Alessandro gli inviò dei campioni durante le sue campagne di conquista in Asia).

Al contrario di Platone, Aristotele era convinto che lo studio della Natura non fosse spregevole, anzi, l'osservazione e la descrizione erano mezzi per contemplare il sublime. Se la conoscenza delle cose celesti e divine era fonte di gioia per la sublimità del loro oggetto, la conoscenza delle sostanze naturali, proprie del mondo corruttibile, come piante e animali, era fonte di quasi altrettanta gioia.<sup>40</sup> Inoltre, pensando che il mondo e tutti gli oggetti sensibili avessero uno scopo, Aristotele scrisse:

[...] nelle opere della natura, e anzi massimalmente in esse, vige infatti non il caso, ma la finalità: e questa finalità, per cui si viene all'esistenza, ha la natura e la funzione della bellezza.<sup>41</sup>

L'interesse di Aristotele per il mondo naturale è riassunto nei libri zoologici. In particolare nella *Storia degli animali* ne descrisse più di 500 che ordinò in tipi singoli (specie) e in gruppi (generi) attraverso la somiglianza di alcune parti o di tutto corpo. Nel suddividere gli insiemi capì che la divisione logica non era un metodo di classificazione adatto ad ordinare gli organismi, perché il mondo vivente non cadeva in una sequenza di classi nette costituenti doppie alternative. Suddivise in maniera corretta le specie (che ancora oggi consideriamo insiemi naturali) mentre nei *generi* incluse specie spesso disomogenee fra loro. Ma non si trattò di un errore, bensì di una scelta. Usò il termine *specie* per caratterizzare in modo rigido un *tipo* di animale ben preciso, usò il termine *genere* in modo consapevolmente più elastico. Fu sempre molto preciso

<sup>38</sup> N. Abbagnano, *Storia della filosofia*, Gruppo Editoriale l'Espresso, 2006, vol. 1, p. 223

<sup>39</sup> Cfr. Sofocle, *Elettra*

<sup>40</sup> U. Perone *et al.*, 1980, *op. cit.*, vol. 1, p. 143

<sup>41</sup> Aristotele, *Parti degli animali*, 645a, cit. in Perone *et al.*, 1980, *op. cit.*, vol. 1, p.143

e solo in alcuni casi commise errori grossolani: ad esempio pensò che le spugne fossero piante, mentre gli anemoni di mare e le ascidie gli sembrarono una via di mezzo tra piante e animali.

E' sorprendente notare il dettaglio delle osservazioni di Aristotele, rivelatrici del suo spirito di indagine accurato e profondo. Ad esempio nel libro I scrisse che alcuni animali erano vivipari, altri ovipari, altri vermipari o *gestatori di larve*. Scrisse che tutti gli animali coperti di pelliccia erano vivipari così come i cetacei. Di questi ultimi notò che non avevano le branchie ma respiravano con polmoni attraverso un passaggio di aria che nei delfini correva lungo la schiena mentre nelle balene era anteriore. Veramente straordinario per l'epoca!

Osservando e studiando il mondo circostante, Aristotele si convinse dell'esistenza di un ordine, una *Scala della Natura* che partiva dai minerali, passava dagli organismi meno perfetti (le piante) a quelli più progrediti (animali invertebrati e vertebrati) per finire all'uomo. La *Scala della Natura*, secondo Aristotele, era un continuo di forme senza soluzione di continuità dove gli esseri inferiori erano fatti per soddisfare quelli superiori. Siccome, poi, all'apice della scala stava l'uomo, ne derivava che tutta la Natura era fatta per l'uomo che ne poteva disporre a piacimento. Questo breve passo è molto esplicito:

[...] le piante sono fatte per gli animali e gli animali per l'uomo, quelli domestici perché ne usi e se ne nutra, quelli selvatici, se non tutti quanti, almeno la maggior parte, perché se ne nutra e se ne serva per gli altri bisogni, ne tragga vesti e arnesi.<sup>42</sup>

E ancora:

Se dunque la natura niente fa né imperfetto né invano, di necessità è per l'uomo che la natura li ha fatti, tutti quanti.<sup>43</sup>

Come vedremo più avanti, questa concezione di ordine, venne ripresa dal cristianesimo che estese la *catena degli esseri* oltre il terreno includendo anche quelli soprannaturali e arrivando a Dio. Questa concezione, nonostante sia errata, è ancora viva ai nostri giorni e porta a credere che l'uomo sia giustificato in ogni sua azione nei confronti della Natura.

## **2.5 Gli animali secondo Aristotele**

Aristotele non si lasciò ingannare dalla linearità del procedimento della suddivisione logica, né si fece ammaliare dalla sua facilità d'uso. Come detto in precedenza, infatti, aveva capito che non sempre un genere ha soltanto due specie figlie. Se un solo criterio discriminante non era sufficiente, pensò, forse prendendo in considerazione diversi caratteri contemporaneamente si formavano raggruppamenti più omogenei e più vicini alla realtà: un metodo valido ancora oggi. Su questo scrisse:

Il procedimento appropriato è quello di cercare di considerare gli animali secondo i loro gruppi, seguendo l'esempio di gran parte dell'umanità, che ha distinto questi gruppi attraverso le loro numerose differenze, non attraverso la dicotomia. [...] È attraverso la somiglianza della forma delle loro parti, o del loro intero corpo, che i gruppi sono distinti l'uno dall'altro.<sup>44</sup>

---

<sup>42</sup> Aristotele, *Politica*, Laterza, 1993, p.17

<sup>43</sup> *Ibidem*

<sup>44</sup> Aristotele, *De partibus animalium*, (643b9-14) e (644b7-9)

Corroborato dalla coerenza del ragionamento, il grande filosofo iniziò col compiere una prima grande suddivisione separando gli animali in due tipi generali: quelli col sangue e quelli senza sangue, intendendo per sangue unicamente un liquido dal colore rosso. Anche se oggi sappiamo che non sempre il sangue è rosso, l'intuizione fu eccezionale perché rispecchiava a grandi linee la suddivisione naturale tra vertebrati e invertebrati. Poi, all'interno dei due raggruppamenti distinse 10 insieme ancora una volta straordinariamente corrispondenti (con poche eccezioni) alla suddivisione attuale.

## **2.6 Adattamento degli esseri viventi**

Aristotele osservò con cura il mirabile adattamento delle specie all'ambiente e il loro conseguente comportamento. Ecco cosa scrisse: “Gli animali differiscono l'uno dall'altro nel loro modo di vivere, nelle loro azioni, nelle loro abitudini e nelle loro parti.”<sup>45</sup>

Per meglio comprendere questi adattamenti il filosofo greco comparò le attività animali con quelle umane, cercando le similitudini fra le dotazioni naturali e gli strumenti che gli uomini costruivano per uno scopo. Come un coltello era adatto a tagliare, una macina a macinare e una veste a coprire il corpo, così gli artigli, i molari e la pelliccia avevano una forma e una funzione adatta a svolgere un compito specifico. Secondo Aristotele, però, la differenza tra gli oggetti artificiali e quelli naturali era sostanziale. Mentre la funzione dello strumento costruito dall'uomo determinava la sua forma, le varie parti degli animali erano il frutto di cause naturali, interne. La funzione di un organo era, secondo la terminologia di Aristotele, la *causa finale* della sua esistenza. In altre parole, mentre gli oggetti artificiali erano costruiti in base ad un progetto pensato da un creatore per la funzione che lo stesso oggetto aveva, quelli naturali non implicavano l'azione di alcun creatore intelligente, ma sorgevano naturalmente da forze agenti internamente agli stessi animali.

Nello studio della Natura, Aristotele applicò una metodologia che ritenne essenziale per cogliere il mondo sensibile nella sua interezza e nel suo divenire. Nell'identificare gli oggetti evidenziò quattro cause fondamentali: (1) la causa materiale (la materia di cui erano fatti); (2) la causa formale (l'essenza strutturale); (3) la causa efficiente (il divenire); (4) la causa finale (il motivo o lo scopo). Per gli artefatti le cause potevano essere così esplicitate: se si pensava ad una statua, la causa materiale era la sostanza di cui era composta (ad esempio il marmo), la causa formale o strutturale era il cosa rappresentava (ad esempio una statua di Apollo), la causa efficiente (o causa motrice) riguardava il processo del divenire delle cose (come l'artista che la scolpiva), la causa finale era il motivo per cui era stata fatta (ad esempio per accattivarsi le simpatie del dio). Anche per gli animali e/o le loro parti si poteva fare un discorso simile: la causa materiale era sempre la sostanza di cui erano fatti (ossa, carne ecc.), la causa formale rappresentava il tipo di animale e/o di una sua parte (ad esempio un cane e non un gatto, un dente e non un muscolo), la causa efficiente era il divenire dell'animale e/o delle sue parti (il suo/loro formarsi), la causa finale era lo scopo di quell'animale e/o parte (ad esempio il fare la guardia, il masticare il cibo ecc.).

Se per gli artefatti era semplice individuare con precisione le quattro cause, per gli animali si aprivano profonde questioni. Due cause sembravano evidenti: quella materiale derivava banalmente dalle soste

---

<sup>45</sup> Aristotele, *Storia degli animali*, libro 1, parte 1

con cui erano fatti, quella finale era riconosciuta osservando il loro comportamento (un cane che faceva la guardia). Ma che dire delle altre due cause? La causa formale: chi o che cosa, quale disegno, quale idea c'era alla base? E la causa efficiente: in che modo essi divenivano o venivano prodotti? Ancora una volta Aristotele si affidò alla osservazione e studiò il formarsi dell'individuo a partire dall'embrione. Prese delle uova di pollo fecondate a giorni diversi di maturazione, le aprì e ricostruì, per quanto possibile all'epoca, il formarsi del pulcino. Divenne subito chiaro che sia la causa formale (oggi diremmo il genoma) che la causa efficiente (oggi diremmo le fasi dello sviluppo embriologico) erano insiti nella natura di quell'organismo. Nessun Creatore, dunque, ma lo svolgersi di una sequenza di eventi interni all'uovo fecondato, un susseguirsi di episodi guidati dall'informazione in esso contenuta.

Aristotele non distinse fra oggetti viventi e mondo inanimato, così che anche il movimento di un sasso veniva da lui spiegato in maniera simile allo sviluppo dell'embrione. Di tutt'altro avviso erano alcuni meccanicisti come Democrito. Costui non pensava fosse necessaria alcuna causa finale poiché gli atomi che teorizzò erano dotati di movimenti propri e con questi poteva essere spiegato l'intero universo. Sull'onda atomista molti filosofi discordarono con le cause finali. Solo con l'avvento del cristianesimo la concezione di Aristotele riprese vigore proprio perché sembrava avvalorare con forza l'esistenza di un Creatore e di un Progetto divino.

## **2.7 La Natura e i discepoli di Aristotele**

Il metodo della divisione logica, nonostante fosse inadatto a suddividere gli animali, riprese vigore con i seguaci di Aristotele, forse perché più comodo e facile da attuare. Essi utilizzarono il termine *genere* (dal verbo generare) per l'insieme padre e il termine *specie* per i due insiemi figli che ne derivavano attraverso una dicotomia. Entrambe le specie diventavano a loro volta generi, in quanto generavano due specie figlie in un procedimento continuo di biforcazioni successive fino ad abbracciare tutti gli elementi da classificare. In questo modo produssero ad esempio l'albero di Porfirio (*arbor porphyriana*), chiamato anche albero Rameano.<sup>46</sup> Il procedimento della divisione logica, ancora oggi definito erroneamente come *aristotelico*, fu poi sviluppato dalla scolastica e così utilizzato dai principali studiosi della Natura dal Rinascimento (con Cesalpino) fino a Linneo.

I discepoli di Aristotele, inoltre, pur rimanendo fortemente legati alla osservazione empirica, iniziarono ad allontanarsi da quella idea di finalità che aveva caratterizzato l'opinione del Maestro. Teofrasto<sup>47</sup> riaffermò con forza l'importanza della classificazione in quanto ritenne che un fenomeno poteva essere realmente conosciuto solo quando venivano osservati, attentamente ed empiricamente, tutti i suoi aspetti. Stratone di Lampsaco,<sup>48</sup> da parte sua, affermò addirittura che in Natura tutto si spiegava meccanicamente.

Le basi della filosofia occidentale erano gettate, ma dovettero rimanere latenti per quasi due millenni. Parallelamente alla civiltà greca, la filosofia conobbe un rapido declino per poi riprendersi con l'avvento del cristianesimo, ma solo per concentrarsi sull'esistenza di Dio, sulla sua possibile spiegazione razionale e sui suoi rapporti con l'umanità. Gli studi naturalistici rimasero fermi alle conoscenze degli antichi greci fino al

---

<sup>46</sup> Jevons, 1877, p. 702, cit. in E. Mayr, 1992, *op. cit.*, p. 109

<sup>47</sup> Teofrasto (371-287 a.C., direttore del Liceo dal 322 a.C. al 287 a.C.)

<sup>48</sup> Stratone di Lampsaco (335-ca. 269 a.C., alla direzione del Liceo dal 287 al 268 a.C.)

XVIII secolo quando gli studiosi iniziarono a capire che gli animali e le piante non solo potevano adattarsi all'ambiente esterno, come lo stesso Aristotele aveva compreso, ma che non erano affatto fissi ed immutabili come la tradizione insegnava.

## 2.8 La “Scala della Natura” e la “Catena degli Esseri”

Come abbiamo precedentemente accennato, ancora oggi molte persone sono convinte che la *Scala della Natura* rappresenti la realtà. Vale la pena, quindi, soffermarsi sulla trasformazione che questo concetto ha avuto nel corso dei secoli per capire la ragione per la quale è così radicato e difficile da scalzare.

Prima dell'avvento del cristianesimo la *Scala della Natura* rimase limitata ai soli oggetti terreni. Alcuni pensatori ne videro una realtà di tipo meccanicistico, altri ne percepirono una struttura finalistica dove gli esseri erano gerarchicamente ordinati in base al tipo di presenza in essi dello spirito formatore o come coesione (minerali) o come natura formatrice (vegetali) o come anima appetitiva (animali) o come anima razionale (uomo). Col cristianesimo questa finalità sembrò un'ottima base filosofica per arrivare al Creatore. Così, parve lecito ampliare la *Scala della Natura* in una *Catena* che si estendeva oltre l'uomo, andava ad inglobare una serie di esseri soprannaturali fino ad arrivare a Dio: era una interpretazione del mondo alla luce del principio di perfezione e pienezza costituita da un numero infinito e continuo di enti genericamente disposti secondo una scala necessaria di realtà ontologiche finalizzate al bene.<sup>49</sup>

Nel IX secolo il monaco irlandese Giovanni Scoto Eriugena<sup>50</sup> si allontanò da questa concezione lineare e pensò che l'universo intero, manifestazione di Dio (*teofania*), fosse un processo circolare e, allo stesso tempo, altamente gerarchico. Dio era all'apice e a Lui tutto tendeva.<sup>51</sup> Più tardi Raimondo Lullo,<sup>52</sup> missionario cristiano, filosofo e logico catalano, riprese la gerarchia lineare della scala ed identificò i gradini secondo questo ordine:

Lapis, Flamma, Planta, Brutum (Leo), Homo, Caelum, Angelus, Deus.<sup>53</sup>

E ancora, la “Catena di Omero”,<sup>54</sup> rappresentazione tradizionale della scala metafisica degli esseri presentava questa successione:

quinta essentia universi; spiritus mundi concentratus; mineralia; vegetalia; materia prima omnium concretorum; spiritus mundi fixus alcalicus corporeus; spiritus mundi acidus corporeus; spiritus mundi volatilis incorporeus; chaos confusum.<sup>55</sup>

La *Scala degli Esseri* venne ripresa più volte da diversi studiosi tra cui Leibniz<sup>56</sup> e il naturalista svizzero Charles Bonnet<sup>57</sup> che ne propose una altamente elaborata:

---

<sup>49</sup> N. Abbaganano, 2006, *op. cit.*, vol. 11 (*Dizionario di filosofia*), p. 54.

<sup>50</sup> Giovanni Scoto Eriugena, Ioannes Scotus Erigena (ovvero Giovanni irlandese nato in Irlanda -allora Scotia Maior) (ca. 810-ca. 880)

<sup>51</sup> U. Perone *et al.*, 1980, *op. cit.*, vol. 1, p. 271

<sup>52</sup> Raimondo Lullo, Ramón Llull, Raimundus Lullus (1232-1315)

<sup>53</sup> Ramón Llull, *Liber de ascensu et descensu intellectus*, 1312

<sup>54</sup> A. J. Kirchweger, *Golden Chain of Homer*, BiblioBazaar, 2007

<sup>55</sup> cit. in: U. Nicola, *Atlante illustrato di filosofia*, Demetra, 1999, p. 355

Materie più sottili; FUOCO; ARIA; ACQUA; Terra pura; TERRE; Bitumi; ZOLFI; SEMIMETALLI; METALLI; Vetrioli; SALI; Cristalli; Pietre figurate; PIETRE; Ardesie; Talchi, gessi, seleniti; Amianto; Litofiti; Coralli e coralloidi; Tartufi; Funghi, agarici; Muffe; Licheni; PIANTE; Sensitiva; Ortiche di mare; Polipi; Tenia o verme solitario; Insetti delle galle; INSETTI; Tignole; Vermi a tubo; Conchiglie; Chioccioline; Lumache; SERPENTI; Serpenti d'acqua; Anguille; Pesci striscianti; PESCI; Pesci volanti; Uccelli anfibii; Uccelli acquatici; UCCELLI; Struzzo; Pipistrello; Scoiattolo volante; QUADRUPEDI; Scimmia; Orangutan; L'UOMO.<sup>58</sup>

Ed, ancora, il poeta Alexander Pope<sup>59</sup> la descrisse con mirabili versi nel suo *Saggio sull'Uomo*.<sup>60</sup>

Vasta Catena dell'Essere! che da Dio iniziò,  
Nature eteree, umane, angelo, uomo,  
Bestia, uccello, pesce, insetto, ciò che nessun occhio può vedere,  
Nessuna lente può raggiungere; dall'Infinito a te,  
Da te al nulla. - sui poteri superiori,  
Se premessimo, gli inferiori premerebbero sui nostri:  
O l'intera creazione lascerebbe un vuoto,  
Ove, un gradino rotto, la grande scala distruggerebbe:  
Della catena della Natura qualsiasi legame colpisci,  
Il decimo o il decimillesimo, spezzerebbe ugualmente la catena.<sup>61</sup>

Mi perdonino coloro i quali si sono annoiati da questa serie di esempi. A mia discolpa vorrei precisare che avevo premura di mostrare come gli studiosi, pur sbizzarrendosi nel proporre nuove visioni, rimanevano pur sempre legati all'ortodossia. I nostri antenati non riuscivano a vedere la realtà se non attraverso le lenti deformate dalle credenze del tempo. Certamente alcuni dissentivano e per questo vennero emarginati, scomunicati o addirittura uccisi, ma la grande maggioranza evitava l'analisi e si uniformava all'opinione degli altri. Nello *svegliarsi* dal torpore del dogma il filosofo francese Cartesio fu tra i primi ad accorgersi che l'abitudine era più convincente della certezza.

## 2.9 Il metodo di Cartesio

Cartesio, uomo pragmatico che detestava le approssimazioni, si era reso conto che molte dichiarate verità erano il frutto dei pregiudizi. Capì che per giungere alla vera Verità era necessario ideare un metodo di studio strettamente rigoroso. Così, dopo una lunga ed elaborata riflessione, giunse ad enunciare 4 regole fondamentali: 1) non prendere nulla per vero; 2) dividere ogni problema in parti minori; 3) comprendere per

---

<sup>56</sup> Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716). Cfr. Leibniz, *Nuovi saggi sull'intelletto umano*, 1765, Lampi di Stampa editore, 1999

<sup>57</sup> Charles Bonnet (1720-1793)

<sup>58</sup> "Idea di una scala degli esseri naturali?" C. Bonnet, *Traité d'Insectologie, ou Observations sur les pucerons*, 1745. In: *Oeuvres d'histoire naturelle et de philosophie!*, 1779. Anche in: A. La Vergata, *L'evoluzione biologica da Linneo a Darwin*, Loescher Editore, 1979, p. 69

<sup>59</sup> Alexander Pope (1688-1744)

<sup>60</sup> P. J. Bowler, *The Norton History of Environmental Sciences*, Norton, 1993, p. 157

<sup>61</sup> A. Pope, *An Essay on Man*, 1734, Maynard Mack ed. (London: Methuen, 1950), Epistole I, pp. 237-46



prima gli oggetti più semplici e più facili da conoscere, per poi passare a quelli sempre più complessi; 4) far dovunque enumerazioni così complete e revisioni così generali da esser sicuri di non aver omesso nulla.<sup>62</sup>

Lungi dall'essere un semplice riduzionista come molti tendono a credere, Cartesio anticipò la metodologia scientifica necessaria per raggiungere la comprensione del mondo; una metodologia comprensiva dell'analisi (per conoscere i processi nel loro svolgersi meccanico) e della sintesi (per conoscere le relazioni che portano a quelle proprietà emergenti che, ad esempio, rendono una moltitudine di sostanze chimiche un organismo vivente). E' in base a questo concetto che si sta rivalutando la figura del *generalista*, studioso che oggi potremmo ridefinire (sono parole mie) "lo specialista della multidisciplinarietà". La specializzazione degli ultimi decenni del XX secolo lo aveva, infatti, relegato a *tuttologo*, una sorta di dilettante che disperdeva le proprie forze in troppe discipline. Oggi, invece, si è dell'avviso che solo figure di questo tipo possano fornire le risposte alle domande complesse a cui la filosofia e l'etica attuale sono chiamate a confrontarsi. D'altronde, come diceva giustamente Cartesio, è molto più facile imparare le scienze tutte insieme, che separare una sola di esse dalle altre.<sup>63</sup>

### **2.10 Dopo Aristotele ... nessuna classificazione**

Dopo Aristotele, per quasi due millenni, nessuno si preoccupò di produrre delle classificazioni approfondite del mondo vivente, sia perché gli studiosi si concentrarono sull'uomo e il suo rapporto con Dio, sia perché le classificazioni non erano ritenute necessarie. Inoltre la credenza che le specie fossero fisse, create così come erano sotto gli occhi di tutti, non stimolava lo studio delle somiglianze, delle differenze e delle relazioni. Se le particolarità erano legate al ruolo che Dio aveva dato loro, non era necessaria l'esistenza di un filo conduttore che legasse una specie con l'altra. Dio aveva creato le ali per quegli animali che voleva volassero, le zampe lunghe per quelli che voleva corressero veloci, le zanne per i carnivori. Non era pensabile che la balena fosse imparentata coi quadrupedi o che le ali di un gabbiano fossero più simili alle pinne di un pinguino che alle ali di un pipistrello.

La tradizione insegnava che Dio aveva creato tanti organismi, ciascuno adatto ad un preciso scopo, e questo era sufficiente a togliere qualsiasi curiosità di indagine. Essendo poi la conoscenza circoscritta a poche specie ci si limitava ad elencarle semplicemente attraverso il nome, in base all'utilità, all'estetica o alla morale. Ciascuno utilizzava criteri propri che potevano riguardare il significato simbolico, la edibilità o la bellezza. Gli unici studiosi che dagli esseri viventi traevano importanti soluzioni per il proprio lavoro erano i medici che fin dall'antichità sapevano delle proprietà medicamentose di certi estratti. Per costoro divenne importante allestire degli erbari le cui pagine contenevano alcune informazioni sui singoli vegetali: qualche disegno, qualche esemplare seccato, qualche annotazione sulle principali proprietà. Finché le piante catalogate rimasero entro un numero limitato, la gestione degli erbari fu sufficientemente agevole, ma quando iniziarono ad arrivare, con sempre maggiore frequenza, nuovi campioni i medici si trovarono in grande difficoltà. Serviva un metodo di classificazione che permettesse di capire subito se il nuovo arrivo non fosse in realtà una pianta già catalogata e magari uguale a quella già presente nell'erbario ma difforme

---

<sup>62</sup> U. Perone *et al.*, 1980, *op. cit.*, vol. 2, p. 138

<sup>63</sup> U. Perone *et al.*, 1980, *op. cit.*, vol. 2, p. 136

in quanto secca o, più o meno, matura. Serviva un metodo di catalogazione che permettesse di evitare il continuo sfogliare avanti e indietro degli erbari alla ricerca di questo o quell'esemplare.

I tentativi per un metodo di catalogazione in questo senso, compiuti fino al XVIII secolo da insigni studiosi quali Cesalpino, Morison, Magnol, Ray, Jungius, Rivinus, Aldrovandi ecc., non si rivelarono efficaci in quanto basati sempre sulla divisione logica. Il problema rimaneva la scelta dei caratteri discriminanti, scelta soggettiva che portava a classificazioni discordanti. Solo le prime, grossolane, bipartizioni sembravano certe, ma quando si scendeva nei particolari le piccole differenze si amplificavano a dismisura. La necessità di trovare una soluzione rapida divenne sempre più pressante all'aumentare delle specie conosciute. Per avere un'idea della dimensione del problema basti pensare che il tedesco Leonhart Fuchs nel 1542 considerò circa 500 specie di piante, lo svizzero Caspar Bauhin nel 1623 ne riconobbe circa 6000 mentre l'inglese John Ray, di cui parleremo in esteso, nel 1682 ne elencò 18000.<sup>64</sup> Oggi, i grandi orti botanici ne possiedono dai 3 ai 6 milioni.<sup>65</sup>

Se da un lato questo continuo arrivo di nuovi organismi da ogni parte del globo accresceva l'urgenza di un metodo, dall'altro il creato stava svelando una ricchezza straordinaria che destava interesse e curiosità. Con questa considerazione, proprio le Chiese iniziarono a scorgere nello studio della Natura una ottima pratica per glorificare Dio ammirandone le opere e rendendogli grazia. Venne così riscoperto quello spirito antico, derivato dalla filosofia greca di Aristotele, che l'osservazione e la descrizione della Natura erano mezzi per contemplare il sublime, perché l'intero mondo formava un *kosmos* che implicava bellezza e ordine. Credenti e laici si trovarono d'accordo nel pensare che sotto l'apparente *caos* ci fosse un criterio, una economia, una armonia che la Natura teneva celata e che era un onore svelare e spiegare. La passione, oltre che l'interesse scientifico, spinse gli uomini alla raccolta e alla collezione. Le case dei ricchi e dei nobili, così come i musei e le scuole, iniziarono ad adornarsi di teche contenenti animali impagliati, insetti appuntati con gli spilli, erbe rinsecchite da mettere in mostra e, spesso, farne vanto.

---

<sup>64</sup> E. Mayr, 1992, *op. cit.*, pp. 107-8

<sup>65</sup> E. Mayr, 1992, *op. cit.*, p. 115



### 3 I primi studiosi della Natura

Percioche o che i nomi delle cose procedono dallo arbitrio, o dalla NATURA. [...] Ma se la dritta imposition de nomi procede dalla natura, dobbiamo noi in ciò ricorrere al parere d'i Rhetori, o d'i Philosophi i quali soli hanno cognition delle cagioni et segreti di essa natura?<sup>66</sup> (Pico della Mirandola)

La prima parte della storia che porta all'idea dell'evoluzione è fatta soprattutto di personaggi. Esperti cultori o semplici appassionati si erano entusiasti in ogni epoca, ma solo a partire dal 1600 il loro numero crebbe rapidamente. Si aprì, allora, una nuova fase innescata dalla scoperta del Nuovo Mondo e della sua straordinaria diversità biologica. D'altra parte è assai naturale che l'interesse cresca all'aumentare delle conoscenze, quando i segreti vengono svelati, quando si giunge alla consapevolezza di essere alla ricerca di un tesoro.

Se comprendere i dettagli vuol dire apprezzare le raffinatezze estranee agli ignoranti, capire i segreti della vita riserva l'opportunità di godere di una ricchezza inestimabile, risultato di una Natura attiva da miliardi di anni. Una persona che si immerge nelle acque limpide di una barriera corallina rimane affascinato da tanta bellezza, tuttavia il suo stupore è nulla se paragonato a quello di un biologo marino che sa distinguere i diversi organismi nella loro fisiologia e nelle relazioni col mondo inorganico e organico.

#### 3.1 Il periodo romano

Dopo l'espansione culturale dell'antica Grecia, gli uomini tornarono a guardare la Natura con gli occhi distratti dell'ignorante, o, come disse Linneo “nello stesso modo in cui le bestie vedono il terreno verde e colorato dai fiori, ma non vedono nient'altro.”<sup>67</sup> La maggioranza non se ne curò perché era difficile pensare a tanta ricchezza. I pochi che fecero eccezione, soprattutto nell'Italia dell'era volgare, la trattarono con un interesse puramente compilativo. Erano, costoro, amanti dello studio in sé: narratori, enciclopedisti, appassionati della raccolta e della pubblicazione di tutto il sapere. Di questi, Plinio il Vecchio,<sup>68</sup> fu sicuramente il più rigoroso ma anche il più singolare. La sua curiosità era così incontenibile che, si disse, morì durante la grande eruzione del Vesuvio: si era avvicinato troppo alla bocca del vulcano per osservarlo direttamente e ne respirò le letali esalazioni. In verità fonti meno leggendarie ritengono che Plinio fosse al porto e stesse semplicemente fuggendo dal disastro ma non riuscì a salpare per mancanza di vento. Plinio il Vecchio scrisse una *Naturalis historia* di ben 37 volumi in cui trattò, tra l'altro, dell'universo, di geografia, zoologia, botanica e medicina.

---

<sup>66</sup> Epistola Di Pico della Mirandola a M. Hermolao Barbaro in: *Epistole di G. Plinio, di M. Franc. Petrarca, del S. Pico della Mirandola et d'altri eccellentiss. Hvomini*, In vinegia Appresso Gabriel Giolito de Ferrari, 1658, p. 117

<sup>67</sup> C. Linneo, *Cui Bono?*, 1982, *op. cit.*

<sup>68</sup> Plinio il Vecchio (23-79)

A differenza di Plinio, altri compilatori si caratterizzarono per la loro fantasia. Claudio Eliano,<sup>69</sup> ad esempio, era più affascinato dal mistero che dal reale, così nelle sue opere mescolò il sapere dell'epoca con la leggenda e tanta immaginazione. Per questa ragione i suoi scritti vennero definiti *paradossografici*, ovvero ritratti del paradosso. La sua opera monumentale dal titolo *De animalium natura* (17 volumi) non aveva nulla di scientifico, trattando piuttosto di curiosità mitiche con intenti moraleggianti. D'altra parte Eliano visse in un'epoca in cui la religione cristiana trattava gli animali come simboli.

Dopo Eliano dovettero passare ulteriori mille anni di stagnazione scientifica prima che l'obiettività riacquistasse credito con la riscoperta degli scritti di Aristotele. In un nuovo clima di razionalità Alberto Magno e Federico II ebbero il grande merito di comprendere che la verità giungeva dalla attenta osservazione degli oggetti reali.

### 3.2 **Alberto Magno e Federico II: due casi unici**

Alberto Magno,<sup>70</sup> conosciuto col nome di *Doctor Universalis*, fu un frate domenicano tedesco vissuto per gran parte in Italia. Credente ma critico, cercò un punto di incontro tra fede e ragione applicando la filosofia aristotelica al pensiero cristiano e iniziando così quel grande cambiamento che il suo discepolo, Tommaso d'Aquino, completò. Di Alberto Magno vengono solitamente ricordate le opere di teologia e morale. Dei suoi libri di biologia,<sup>71</sup> gli scritti botanici furono i più innovativi, ma solo prima dell'avvento di specialisti quali von Gesner e Cesalpino. Più che naturalista Alberto Magno era, infatti, un filosofo all'avanguardia che anticipò il pensiero scientifico di diversi secoli. Ad esempio scrisse che le scienze naturali non dovevano semplicemente prestare fede alle credenze, ma dovevano indagare le cause all'opera.<sup>72</sup> E addirittura affermò l'importanza della sperimentazione come unica guida innegabile.<sup>73</sup>

Di Federico II,<sup>74</sup> sovrano tedesco, imperatore del Sacro Romano Impero nato e morto in Italia, si potrebbero scrivere intere pagine, visto il carattere istrionico che lo rese un protagonista (*Stupor Mundi*) delle leggende popolari. Oltre ad essere un sovrano illuminato e mecenate, si interessò personalmente di filosofia, astronomia, matematica oltre che di Natura. Appassionato di animali, tentò l'incrocio fra diverse razze di cavalli e fece allestire, a Palermo, uno zoo. Tra l'altro scrisse un manuale di falconeria, *De arte venandi cum avibus*,<sup>75</sup> ricco di dati, insegnamenti e rigorosamente privo di qualsiasi riferimento al mito e alle leggende.

Alberto Magno e Federico II rimasero casi unici per 200 anni ancora, quando la botanica riprese vigore come ricerca medica.

---

<sup>69</sup> Claudio Eliano (ca. 165-235)

<sup>70</sup> Alberto Magno (1206-1280)

<sup>71</sup> ricordiamo *De vegetabilibus et plantis*, *De animalibus* e *De motibus animalium*

<sup>72</sup> Albertus Magnus, *De Mineralibus* Libro II, tr. ii, i

<sup>73</sup> Albertus Magnus, *De Vegetalibus*, VI, tr. ii, i

<sup>74</sup> Federico II Hohenstaufen o Federico I di Sicilia (1194-1250)

<sup>75</sup> *L'arte della caccia con gli uccelli*

### 3.3 I medici: primi naturalisti del mondo moderno

Nei conventi l'erboristeria era una attività ben conosciuta già nel medioevo grazie ai *giardini dei semplici*, orti botanici dedicati alla coltivazione delle piante medicamentose. L'idea di crearne veri e propri laboratori di ricerca arrivò dal medico italiano Luca Ghini.<sup>76</sup> Laureato in filosofia e medicina, Ghini insegnò prima nella sua stessa università (l'*alma mater* di Bologna) poi si trasferì a Pisa dove, nel 1544, allestì il primo orto botanico universitario al mondo. L'esempio fu seguito l'anno successivo dalle Università di Padova e di Firenze e un paio di decenni dopo anche dall'Università di Bologna grazie ad Aldrovandi. Nonostante Ghini fosse uomo di straordinaria cultura, in realtà non apportò grandi cambiamenti allo studio dei vegetali, contribuì tuttavia ad affermare il metodo dell'osservazione diretta, a quei tempi per nulla scontato, e soprattutto insegnò a distinguere la botanica dalla medicina, fino ad allora strettamente legate.

Guidati dall'interesse nei confronti delle sostanze curative, i medici erano diventati i primi naturalisti del mondo moderno. Conoscere le piante era fondamentale per preparare impacchi e tisane efficaci nell'alleviare le sofferenze e curare i malanni. Degli animali, invece, poco importava. Solo alcuni, infatti, producevano sostanze utili alla farmacia, ad esempio i veleni di qualche serpente, aracnide o insetto. Per questa ragione, prettamente utilitaristica, la botanica anticipò la zoologia. Inoltre, le piante erano facilmente osservabili e catalogabili: la loro coltivazione era facile, tenere un erbario assai dilettevole. Molto più difficoltoso era lo studio degli animali: osservarli in Natura era complicato e mantenerli nei giardini zoologici troppo costoso.

Con l'andare del tempo, tuttavia, la propensione naturale portò molti medici ad allargare i propri interessi alle diverse branche della biologia. In Francia Guillaume Rondelet<sup>77</sup> si specializzò nella vita marina e in una *Historia Piscium*<sup>78</sup> parlò di invertebrati, pesci e mostri immaginari. In Inghilterra William Turner,<sup>79</sup> considerato il padre della botanica d'oltre manica, si appassionò anche di zoologia dove si distinse per i suoi studi ornitologici. Nel resto d'Europa il tedesco Leonhart Fuchs<sup>80</sup> rimase legato alla botanica e scrisse *De historia stirpium commentarii insignes* dove illustrò circa 500 piante, mentre lo svizzero Conrad von Gesner<sup>81</sup> si caratterizzò soprattutto come compilatore. Sulle orme di Plinio, costui scrisse una *Bibliotheca Universalis*, spinto dal timore che l'avanzata dei Turchi in Europa potesse disperdere le conoscenze acquisite e compilò una *Historia animalium*, composta da oltre 4000 pagine ricolme di tutto il sapere dell'epoca. Ancora in Francia Pierre Belon du Mans<sup>82</sup> si caratterizzò come vero pioniere in anatomia comparata. Nel suo libro *L'histoire de la nature des Oyseaux* [sic!] pubblicato nel 1555 osò paragonare le ossa dello scheletro umano con quello di un uccello, trovandone numerose ed eccezionali similitudini.

---

<sup>76</sup> Luca Ghini (1490-1556)

<sup>77</sup> Guillaume Rondelet (1507-1566)

<sup>78</sup> G. Rondeletii, *Libri de Piscibus Marinis, in quibus verae Piscium effigies expressae sunt*, Matthias Bonhomme Excudebat, 1559

<sup>79</sup> William Turner (ca. 1508-1568)

<sup>80</sup> Leonhart Fuchs (1501-1566)

<sup>81</sup> Conrad von Gesner (1516-65)

<sup>82</sup> Pierre Belon du Mans, Petrus Bellonius Cenomanus (1517-1564)

Dall'Italia del tardo rinascimento arrivarono altre novità. Allievo di Luca Ghini, Andrea Cesalpino<sup>83</sup> si laureò all'Università di Pisa, dove diresse l'orto botanico e insegnò medicina. Nel suo *De plantis libri XV* propose una classificazione delle piante in base agli organi di fruttificazione evitando la prassi consolidata del semplice ordinamento alfabetico o della catalogazione in base alle proprietà curative. Sebbene il suo metodo di divisione logica fosse ancora antiquato e la scelta degli organi discriminanti si rivelò sbagliata, l'idea di concentrarsi sui caratteri morfologici fu davvero rivoluzionaria. Purtroppo però, consapevole della sua modernità, Cesalpino si spinse ad eccessi ridicoli<sup>84</sup> come quando trovò delle similitudini improbabili tra le radici delle piante e l'apparato digerente degli animali in quanto entrambi organi per l'alimentazione. Infine il bolognese Ulisse Aldrovandi, di cui abbiamo già visto una sua classificazione stravagante degli uccelli per la quale fu deriso da molti suoi successori compreso il grande Buffon,<sup>85</sup> fu uno scienziato davvero lungimirante. Oltre a comprendere l'importanza delle spedizioni dedicate interamente alla ricerca si prodigò per divulgare la conoscenza oltre la stretta cerchia degli specialisti, ad esempio allestendo un museo che chiamò *piccolo teatro*.

Con la fine del 1500 può considerarsi concluso il periodo dell'immobilismo naturalistico. L'enorme quantità di materiale biologico che arrivava dalle spedizioni del Nuovo Mondo si stava accumulando e creava non pochi problemi di stoccaggio e classificazione. L'opinione umano-centrica di un mondo dove Dio aveva progettato ogni cosa per l'uomo, perdurò ancora a lungo, tuttavia i tentativi di trovare nuovi metodi più adatti di classificazione degli oggetti naturali misero in crisi il concetto *essenzialistico* (o *tipologico*) di specie e con esso perdurarono altre idee: che ogni tipo animale e vegetale fosse stato creato singolarmente, facesse riferimento ad un modello ideale (una *essenza*), fosse fisso ed immutabile nel tempo; che nessun filo conduttore legasse con altri tipi; che l'uomo fosse una entità separata dal resto del mondo vivente. Dal 1600 in avanti gli scienziati iniziarono a cambiare opinione. Stavano scoprendo una straordinaria biodiversità in movimento interrelata da stretti legami vincolanti.

---

<sup>83</sup> Andrea Cesalpino (1519-1603)

<sup>84</sup> E. Mayr, 1992, *op. cit.*, p. 110

<sup>85</sup> E. Mayr, 1992, *op. cit.*, p. 118

## 4 John Ray e Francis Willughby: due amici naturalisti

Il Corpo dell'Uomo può quindi essere la prova dell'Effetto della Saggezza, perché non c'è nulla in esso che manca, nulla di superfluo, nulla tranne il suo Fine ed Uso.<sup>86</sup> (John Ray)

A partire dal 1600 iniziò una nuova e più dinamica fase nella storia della biologia e quindi dell'evoluzione. Se si esclude la conoscenza nell'antico mondo greco il cui studio non smette mai di stupire,<sup>87</sup> in antichità la Natura non destò grande interesse. Nella Roma imperiale solo alcuni autori la trattarono in maniera compilativa e senza apporre alcuna vera novità. Passato il primo millennio dell'era volgare, i più illuminati compresero quanto fosse importante distinguere il mito dalla realtà e solo allora la scienza poté dare l'avvio al progresso. Purtroppo l'essenzialismo limitò la libertà di pensiero e nessuno sentì la necessità di ricercare, fra gli animali e le piante, un qualche ordinamento naturale sotteso.

La scoperta del Nuovo Mondo determinò un cambiamento di mentalità. L'arrivo di una quantità sempre maggiore di nuove specie richiese metodologie di stoccaggio e catalogazione più efficienti. I problemi da affrontare erano innumerevoli: bisognava coltivare le piante e allevare gli animali vivi, preservare i reperti inanimati dal deperimento, dare a tutti un nome inconfondibile, sostituire il vecchio sistema della catalogazione per suddivisione. Il lavoro svolto in questa direzione portò a grandi innovazioni: dal lato quantitativo e qualitativo. Sotto l'aspetto numerico si diffusero gli erbari, gli orti botanici, le raccolte ed i musei; sotto l'aspetto sostanziale gli scienziati capirono che la Natura nascondeva dei segreti straordinari.

Fu il filosofo e botanico John Ray, considerato il padre della storia naturale, ad arrivare per primo alla consapevolezza dell'esistenza di un ordinamento naturale nascosto all'evidenza dalle credenze essenzialistiche. Non fu, la sua, una improvvisa illuminazione, fu piuttosto il risultato del lavoro di una vita.<sup>88</sup> Partito come cultore classico delle piante, a cinquant'anni modificò radicalmente la metodologia di catalogazione tradizionale, perché solo così si sarebbe potuta rispettare la naturale collocazione delle specie vegetali. Il suo allievo ed amico Francis Willughby,<sup>89</sup> avrebbe raggiunto altrettanti importanti traguardi in zoologia se solo fosse vissuto più a lungo. La sua influenza sul maestro (di soli 8 anni più vecchio) fu, tuttavia, tanto fondamentale da poter ipotizzare che la nuova presa di coscienza naturalistica fu il prodotto di un lavoro a due. E' vero infatti che il nuovo sistema di Ray fu pubblicato per le piante nel 1682, ma i libri di Willughby sugli uccelli, pubblicati postumi, contenevano già una catalogazione innovativa.

---

<sup>86</sup> J. Ray, *The Wisdom of God Manifested in the Works of the Creation*, Printed for William Innys, at the Prince's Arms in S.Paul's Church yard, VIth ed., 1714, p. 227

<sup>87</sup> L. Russo, *La rivoluzione dimenticata*, Feltrinelli, 1996

<sup>88</sup> Fonte preziosa di notizie sulla vita di Ray e del suo gruppo è: W. Derham, *Select Remains of the Learned John Ray With His Life*, M.A. Scott George, 1760. Altre notizie su: C.E. Raver, *John Ray: naturalist*, Cambridge Science Classic, 1942, Riedizioni: 1986, 2000.

<sup>89</sup> Francis Willughby (1635-1672)



#### 4.1 Vita di John Ray e di Francis Willughby

John Ray<sup>90</sup> nacque nel piccolo villaggio di Black Notley, vicino a Braintree nella contea dell'Essex in Inghilterra, presso una famiglia umile ma impregnata di passione per le piante. Se da un lato il padre aveva un mestiere poco attinente alla botanica (era fabbro) dall'altro la madre era una donna di fede la cui generosità l'aveva portata ad esercitarsi nell'uso delle erbe per aiutare i vicini sofferenti. John era un ragazzo sveglio e promettente, capace di assorbire positivamente gli insegnamenti della madre, così a 16 anni entrò nel St. Catharine's College e poi al Trinity College dell'Università di Cambridge dove ebbe come tutore lo stimato James Duport<sup>91</sup> e come compagno Isaac Barrow.<sup>92</sup>

John Ray si distinse come allievo modello di lingue, matematica, scienze e intraprese una brillante carriera come docente: nel 1649 divenne *minor fellow*,<sup>93</sup> poi *major fellow* e dal 1651 diventò *lecturer* tenendo conferenze e seminari di greco, matematica e discipline classiche. Divenne *junior dean* nel 1658 e *college steward* nei due anni seguenti.<sup>94</sup> Alcune sue lezioni, soprattutto *The Wisdom of God in the Creation*<sup>95</sup> e *The Chaos, Deluge and Dissolution of the World*,<sup>96</sup> rivelarono da subito il suo pensiero che in tarda età si consolidò in una propria concezione del mondo, base della sua *teologia naturale*. Appassionato di Natura seppe stimolare un gruppo di studenti entusiasti che assunsero il faticoso compito di raccogliere e classificare una grande quantità di piante europee. Tra i tanti allievi benestanti, figli di signori di campagna, Francis Willughby divenne suo inseparabile amico.

Il 23 dicembre 1660 Ray venne ordinato sacerdote della Chiesa Anglicana, ma poco dopo, durante la persecuzione religiosa di Carlo II, si rifiutò di firmare il giuramento richiesto dall'*Act of Uniformity*<sup>97</sup> e dovette abbandonare l'Università. Rimasto senza lavoro, il facoltoso amico Willughby lo nominò tutore dei suoi figli e gli lasciò una rendita alla morte affinché potesse continuare gli studi.

Nel 1667 Ray entrò nella Royal Society di Londra proseguendo nel lavoro di ricerca, ma concentrandosi maggiormente nei ruoli di commentatore e divulgatore. Gli ultimi anni li dedicò a scrivere libri e a tenere un'ampia corrispondenza scientifica con i brillanti amici dell'epoca, tra i quali Robert Hooke l'inventore del microscopio. John Ray morì all'età di 77 anni.

---

<sup>90</sup> John Ray, Joannes Rajus (1627-1705)

<sup>91</sup> James Duport (1606-1679), inglese, fu una vera autorità accademica nelle discipline classiche, dalla Bibbia ai classici greci, e fu autore di brevi composizioni poetiche.

<sup>92</sup> Isaac Barrow (1630-1677), inglese, fu eccellente accademico esperto matematico al quale si riconoscono alcuni meriti nello sviluppo del calcolo moderno, in particolare sulla tangente.

<sup>93</sup> Minor fellow corrisponde, più o meno, al borsista di oggi, major fellow corrisponde al master, junior dean ha significato di professore incaricato.

<sup>94</sup> modificare come segue: invece di: J. Ray, W. Derham, A. M. Scott George, *Select Remains of the Learned John Ray With His Life*, J. Dodsley, 1760, pp. 4-5; W. Derham, *Select Remains of the Learned John Ray With His Life*, M.A. Scott George, 1760, pp. 4-5

<sup>95</sup> "La saggezza di Dio nella creazione"

<sup>96</sup> "Il caos, il diluvio e la dissoluzione del mondo"

<sup>97</sup> L'*Act of Uniformity* (Atto o Legge di Uniformità) varato nel 1662 dal parlamento inglese sotto il regno di Carlo II stabiliva l'ordinamento episcopale di tutti i sacerdoti e la conformità dei riti e delle cerimonie al "Book of Common Prayer", il rituale della Chiesa Anglicana. In conseguenza di ciò circa 2000 sacerdoti lasciarono la Chiesa in quella che viene ricordata come "la grande espulsione".

Al contrario di Ray, Francis Willughby nacque in una famiglia di alto ceto sociale, a Middleton Hall, nello Warwickshire. Studiò alla *Bishop Vesey's Grammar School*, a *Sutton Coldfield* e, infine, al *Trinity College* di Cambridge dove ebbe Ray come insegnante. Nel 1667 sposò Emma Barnard, anch'ella di ottime origini. Dopo aver seguito Ray come allievo e come amico ne divenne il benefattore prima e dopo la morte avvenuta ad appena 36 anni.

## 4.2 Viaggi

Fin dai ragazzo Ray fu consapevole che lo studio della Natura andava fatto soprattutto in campo attraverso l'osservazione diretta, così quando era ancora nel pieno delle forze (nei suoi 30-40 anni, dal 1658 al 1671) organizzò diverse spedizioni naturalistiche assieme ai suoi studenti nell'isola britannica e sul continente europeo. Willughby lo accompagnò nei viaggi dal 1663 al 1666 in Olanda, Germania, Svizzera, Italia.<sup>98</sup> A Napoli si separò dal maestro tornando attraverso la Spagna. L'interesse primario di Ray erano le piante, mentre gli animali, soprattutto gli uccelli, erano di pertinenza di Willughby.<sup>99</sup>

## 4.3 Letteratura

Gli uomini di cultura sono abituati a spaziare attraverso un ricco ventaglio di saperi e John Ray, da buon classificatore, cercò di mettere ordine in tutte le discipline di suo interesse: dalla botanica alla zoologia, ma anche fra i proverbi e le parole insolite.<sup>100</sup> Ovviamente, come ogni studioso sa, il catalogare non è fine a se stesso: serve alla mente per comprendere le connessioni profonde sottese e sintetizzarle in un quadro generale della realtà.

John Ray si interessò principalmente di botanica e più in generale di tutta la biologia (anatomia, fisiologia, embriologia), ma non trascurò alcuna branca delle scienze naturali esprimendo le proprie ipotesi ed opinioni, ad esempio, per le trasformazioni geologiche ed il significato dei fossili. I suoi scritti filosofici e teologici ebbero, poi, una grande rilevanza in quanto nessuno prima di lui aveva parlato in maniera così dettagliata di rapporti fra Dio e Natura. La sua analisi prese nome di teologia naturale e nel suo famosissimo *The Wisdom of God Manifested in the Works of the Creation*<sup>101</sup> [La saggezza di Dio rivelata nei lavori della creazione] anticipò di un secolo l'argomento dell'orologiaio di Paley.

---

<sup>98</sup> Come si era soliti fare, Ray pubblicò il resoconto del lungo viaggio in Europa. Nel 1673 uscì col titolo: *Observations topographical, moral, and physiological, made on a Journey through part of the Low Countries, Germany, Italy, and France*

<sup>99</sup> Alcune note private su questi viaggi si possono trovare nel già citato *Select Remains* ..., in particolare nella cospicua parte (pp. 103-319) relativa a *Mr Ray's Itineraries*.

<sup>100</sup> Ad esempio: *Collection of English Proverbs*, 1670; *Collection of Out-of-the-way English Words*, 1674; *Collection of Curious Travels and Voyages*, 1693; *Dictionariolum trilingue*, edito in 5 edizioni dal 1675 al 1706) scritto a scopo didattico per i figli di Willughby di cui era tutore.

<sup>101</sup> J. Ray, 1714, *op. cit.*

### 4.3.1 Sui vegetali e sugli animali

L'interesse di Ray per il mondo naturale si esprime soprattutto in campo vegetale. Nell'articolo *Experiments Concerning the Motion of Sap in Trees*<sup>102</sup> [Esperimenti riguardo il movimento della linfa negli alberi], scritto assieme a Willughby, descrisse le modalità di ascesa dei liquidi lungo il tronco ipotizzando che il legno fosse linfa precipitata in un coagulo bianco solidificato. Si trattava, ovviamente, di un grossolano errore a dimostrazione che i mezzi di indagine dell'epoca erano assai scarsi. Nella sistematica vegetale, dove necessitavano più la pazienza e l'intelletto che i mezzi tecnici, l'intuito di Ray si esprime in tutte le potenzialità. All'inizio non si discostò dai predecessori. Ne sono esempi i cataloghi<sup>103</sup> delle piante native di Cambridge e dell'Inghilterra che contenevano una semplice elencazione in ordine alfabetico. Poi avvenne il radicale cambiamento. Nel *Methodus Plantarum Nova* (1682), dove l'aggettivo *Nova* stava a sottolineare la novità, Ray introdusse un nuovo sistema di classificazione sulla base dei lavori pionieristici di Cesalpino, Jungius e Morison.<sup>104</sup> Quindi pubblicò la classificazione delle piante raccolte nel suo viaggio di ricerca europeo<sup>105</sup> e infine diede alle stampe, in successione, i 3 volumi della sua opera più vasta dedicata ai vegetali: la *Historia plantarum generalis*.<sup>106</sup>

Dopo la morte dell'amico Willughby, Ray si preoccupò di continuarne l'opera pubblicando le sue scoperte. Nel 1676 diede alle stampe *Ornithologia libri tres*, una pietra miliare nella zoologia in quanto, così come per le piante lo fu *Methodus Plantarum Nova*, gli uccelli vennero catalogati in base alle loro caratteristiche fisiche.<sup>107</sup>

### 4.3.2 Filosofia e teologia

Quando guardiamo la Natura con occhio attento nascono in noi domande esistenziali che finiscono col permeare l'intero pensiero. Anche Ray, soprattutto Ray, uomo dal grande intelletto influenzato da una madre assai religiosa, non si sottrasse a questa affascinante circostanza e si esprime in ogni occasione, fin da giovane quando impartì le sue lezioni a Cambridge. Più di ogni altro prima di lui e dopo di lui, John Ray credeva fermamente che l'osservazione della Natura fosse il modo migliore per glorificare Dio e che i suoi segreti dovessero essere scoperti per la stessa, divina, ragione. Con il sacerdozio Ray consolidò le sue idee teologiche rivoluzionarie in una direttrice sempre lineare. Nel suo libro *The Wisdom of God Manifested in the Works of the Creation*<sup>108</sup> scritto all'età di 63 anni ribadì con forza e maggiore maturità l'argomento già

<sup>102</sup> F. Willughby, J. Ray, *Experiments concerning the motion of sap in trees*, Royal Society of London Philosophical Transactions, vol. 4, 1669, pp. 963-5

<sup>103</sup> *Catalogus plantarum circa Cantabrigiam nascentium*; 1660, 1663, 1685. *Catalogus plantarum Angliae*, 1670, 1677.

<sup>104</sup> Joachim Jungius, detto anche Joachim Jung, (1587-1657) fu un matematico tedesco che utilizzò la matematica come modello nelle scienze naturali; Morison Robert (1620-1683) fu un botanico scozzese

<sup>105</sup> J. Ray, *Stirpium Europaeorum extra Britannias nascentium Sylloge*, 1694

<sup>106</sup> J. Ray, *Historia plantarum generalis*, 1686, 1688, 1704

<sup>107</sup> Nel 1686 Ray, sempre a nome di Willughby, fece pubblicare *De Historia piscium*. I lavori zoologici originali di Ray vennero pubblicati successivamente. Ad esempio *Synopsis Methodica Animalium Quadrupedum, et Serpentinae Generis* venne stampato nel 1693, mentre postumi uscirono *Historia Insectorum* (1705) in cui erano presenti molte note di Willughby e *Synopsis Methodica Avium et Piscium* (1713). Questi due ultimi lavori videro protagonista un giovane allievo di Ray, tale Edward Tyson di cui parleremo fra non molto come antesignano di anatomia comparata.

<sup>108</sup> J. Ray, *Wisdom of God*, 1714, *op. cit.*

*in nuce* nella già citata lezione di quando era giovane. Poco prima di morire scrisse un ultimo libro a sintesi tra religiosità e Natura: *A Persuasive to a Holy Life*.<sup>109</sup>

La sua visione, ricordata come *teologia naturale*, sosteneva esplicitamente che la saggezza e il potere di Dio potevano essere compresi studiando il Creato. Anzi, non c'era attività migliore per l'uomo libero della contemplazione della *Luce della Natura* e del *Lavoro della Creazione* per onorare la saggezza infinita e la divinità di Dio. Come abbiamo visto, questa dottrina non era nuova nel mondo occidentale essendo stata presente in Aristotele pur in assenza di un Dio personale, tuttavia la teologia medioevale l'aveva rifiutata con forza concentrandosi sui rapporti fra Dio e l'Uomo e sostenendo che il mondo naturale distraeva le persone dal pensiero della salvezza e, per questo, doveva essere evitato. Ray, per nulla convinto di questa tesi teologica medioevale, si batté strenuamente affermando che Dio amava si indagasse sulla Natura, perché amava fosse compreso il segno inequivocabile del Disegno Divino attraverso lo svelamento dei misteri sul ruolo dei viventi, sulla loro funzione e sul loro straordinario adattamento all'ambiente. Ne erano prova: la perfezione del meccanismo organico, la moltitudine e la varietà delle creature, la minuziosità e l'utilità delle loro parti, come l'occhio, mirabile strumento adatto alla visione o le ossa che, con le loro cavità interne, si mostravano leggere e resistenti allo stesso tempo. La Natura era il *libro del Creatore* che meritava non solo di essere letto, ma studiato accuratamente affinché ciascuno potesse trovarvi la magnificenza divina.

Nonostante la non convenzionalità, Ray venne accolto con favore, segno che mentalità stava cambiando soprattutto nella Chiesa Protestante. *The Wisdom of God* fu particolarmente convincente ed influente. Venne tradotto in numerose lingue e ristampato per quasi cinquant'anni dopo la prima pubblicazione dando l'avvio ad una lunga tradizione di teologia naturale che portò gli studiosi anglosassoni a dare grande rilevanza alla razionalità legata alla osservazione. I testi sacri non erano più i soli depositari della Verità. La Natura, sotto gli occhi di tutti, avrebbe dato le risposte divine che ciascuno chiedeva. L'apporto di Ray alla teologia, infatti, fu molto più profondo che non la sola rivalutazione dello studio della Natura. Il suo formidabile intelletto, unito al desiderio incontenibile di trovare le giuste risposte a tutti i suoi perché, lo fecero avventurare ben oltre. Capi, e non si preoccupò di dirlo apertamente, che le Sacre Scritture contenevano delle incongruenze con il mondo reale. La soluzione a questo problema sarebbe stato dato, ancora una volta, dalla ragione. Così, nei *Three Physico-Theological Discourses*<sup>110</sup> [Tre discorsi fisico-teologici] del 1692, cercò spiegazioni alternative che potessero conciliare la sua grande fede con l'osservazione. Ma la soluzione non poteva esserci: dovevano cambiare, se non altro, le interpretazioni che venivano date alle Sacre Scritture perché, con l'andare del tempo e l'aumento delle conoscenze scientifiche, le incongruenze, invece che diminuire, andavano aumentando inevitabilmente. Una fra tutte: la presenza dei

---

<sup>109</sup> *Un incoraggiamento ad una vita santa*, citato in: E. Lankester (ed), *Memorials of John Ray Consisting of His Life by Dr. Derham*, The Royal Society, 1846, p.79

<sup>110</sup> *Three Physico-Theological Discourses* è conosciuto anche col titolo di *Miscellaneous Discourses concerning the Dissolution and Changes of the World* [Discorsi misti riguardo la dissoluzione e le variazioni nel mondo], che comprende tre saggi: *The Primitive Chaos and Creation of the World*, *The General Deluge, its Causes and Effects*, e *The Dissolution of the World and Future Conflagrations* [rispettivamente: Il caos primitivo e la creazione del mondo; Il diluvio universale, le sue cause e i suoi effetti; La dissoluzione del mondo e future conflagrazioni].

fossili, soprattutto di conchiglie marine trovate in montagna, era l'evidenza che la Terra aveva vissuto imponenti movimenti geologici che il solo Diluvio Universale biblico non poteva spiegare.

Nei prossimi capitoli approfondiremo questi aspetti intriganti. Da Ray e Willughby in poi, infatti, la scienza e gli scienziati (tra i quali i primi naturalisti furono proprio uomini di Chiesa), indossarono i panni del detective e andarono alla ricerca di tutti gli indizi utili per comprendere la Natura e tracciare con sicurezza lo svolgersi degli eventi passati nella storia della Terra.

#### **4.4 Le innovazioni naturalistiche di Ray e Willughby: come classificarono**

Alcune speculazioni fantastiche di Ray, al fine di conciliare tradizione e osservazione, si rivelarono affascinanti ma ancora troppo fantasiose. Diversamente si può dire sul metodo di lavoro che adottò assieme all'amico Willughby. I due naturalisti vollero pensare con la propria testa senza dare ascolto ai miti e alle leggende. Lo dichiararono apertamente nella *ornitologia* quando scrissero che avevano escluso qualsiasi riferimento a simboli, morale, favole, presagi, ecc.,<sup>111</sup> lo ribadirono nella pratica quando abbandonarono l'usanza di catalogare secondo l'utilità umana.

In Ray e Willughby furono compresenti gli errori compiuti dai tassonomisti precedenti e gli sforzi concreti atti alla ricerca di quell'ordinamento intrinseco alla Natura stessa che via via avrebbe avuto basi sempre più solide. I due naturalisti iniziarono con l'utilizzare il principio della suddivisione logica, tuttavia non esitarono ad adattare nuove regole di classificazione per mantenere coesi quei gruppi che capirono essere naturali. Per esempio Ray nella raccolta [Sylloge] del 1694 scrisse: "Methodum intelligo Naturae convenientem, quae nec alienas species conjungit, nec cognatas separat."<sup>112</sup> Ovvero: la prima condizione di un metodo naturale deve essere quella di non separare gruppi di piante che hanno somiglianze naturali evidenti e neppure raggruppare quelle specie tra cui esistono distinzioni naturali.<sup>113</sup>

A quei tempi la visione essenzialistica era ancora fortemente radicata e, da questa, Ray e Willughby furono certamente influenzati. Da un lato erano convinti che le specie fossero distinguibili le une dalle altre proprio perché rappresentavano un *tipo* creato indipendentemente dagli altri, dall'altro non erano sicuri che esistesse un metodo oggettivo per determinare quali fossero i caratteri che riflettevano l'essenza delle specie e, all'opposto, quali fossero i caratteri accidentali, quindi ininfluenti. Per risolvere questo conflitto cercarono nella morfologia le risposte alle loro domande sull'ordinamento naturale. Analizzando i caratteri morfologici distintivi diedero l'avvio ad un primo cambio di paradigma biologico passando dal *concetto essenzialistico* al *concetto morfologico* di specie.

Per Ray e Willughby era, dunque, fondamentale l'osservazione minuziosa dell'oggetto reale, dalla sua morfologia alla sua fisiologia, dalla funzione dell'intero organismo fino a quella delle singole parti. Siccome mancavano gli strumenti che consentissero la sicurezza sulle scelte compiute, fecero spesso ricorso

---

<sup>111</sup> Cfr. V. Dickenson, *Drawn from life: science and art in the portrayal of the New World*, University of Toronto Press, 1998, p. 230

<sup>112</sup> J. Raius, *Stirpium Europaerum extra Britannias Nascentum Sylloge*, 1694, Prefatio C

<sup>113</sup> "The first condition of a natural method must be that it neither splits plant groups between which apparent natural similarities exist nor lumps such with natural distinctions" (*Sylloge*, 1694: 17), citato in E. Mayr, *The Growth of Biological Thought*, The Belknap Press of Harvard University Press, 1982, p. 163. Traduzione italiana E. Mayr, 1992, *op. cit.*, p. 112

ad una metodologia indiretta, fatta di continui aggiustamenti quando, nel corso della catalogazione, trovavano riscontri o contraddizioni. Ne scaturì una suddivisione logica, imperfetta ma innovativa, che utilizzava l'empirismo scientifico al posto del razionalismo deduttivo.

Se i risultati furono soddisfacenti dal punto di vista dell'innovazione metodologica, lo furono meno dal punto di vista strettamente tecnico: un po' meglio per gli animali, scadenti per le piante.

Nell'ornitologia, data la problematicità intrinseca alla suddivisione logica, i raggruppamenti maggiori non rispecchiarono l'ordinamento naturale. I primi due insiemi alternativi (uccelli di acqua e uccelli di terra) erano altamente artificiali, così come le ulteriori suddivisioni.<sup>114</sup> Tuttavia, mano a mano che il processo discendeva, la divisione logica si allentava gradualmente lasciando spazio alle analisi morfologiche che producevano insiemi più uniformi. Infatti nelle suddivisioni finali l'omogeneità fu spesso rispecchiata e portò a insiemi coerenti come nel caso dei corvi, del pollame, dei picchi, delle oche.

Nelle piante Ray si trovò in maggiore difficoltà. Aveva iniziato con il semplice ordinamento alfabetico e dovette presto cambiare strategia per l'accumularsi di piante da catalogare. Col *Methodus Plantarum Nova* (1682) adottò un confronto morfologico globale comprendente l'analisi dei fiori, semi, frutti e radici. Compresse l'importanza della suddivisione delle angiosperme (le piante a fiori) in monocotiledoni e dicotiledoni, come del resto aveva anticipato il fisiologo vegetale Nehemiah Grew,<sup>115</sup> ma si ostinò nell'errore grossolano di tenere separati gli alberi e le erbe, una distinzione la cui artificiosità era già stata sottolineata da Jungius e da altri botanici. Ray ampliò e migliorò le proprie metodologie nella *Historia plantarum* dove riassunse tutte le sue conoscenze nella classificazione di ben 18625 piante. Lo sforzo che i botanici si apprestavano ad affrontare era ciclopico e Ray non poté che rassegnarsi raggruppando nell'insieme delle Anomalae tutte le piante che non riuscì a collocare altrove.

## **4.5 L'eredità che hanno lasciato**

### **4.5.1 Nei sistemi di classificazione**

Willughby e Ray non ebbero troppa difficoltà a distinguere e classificare le specie animali. Tutt'altra cosa fu quella di tenere separate le diverse piante perché queste ultime tendevano ad avere un aspetto molto variabile a seconda dell'ambiente in cui vivevano. Ray, dopo una lunga e pesante ricerca, come raccontò nella sua *Historia generalis plantarum*, comprese che se le caratteristiche degli organismi si tramandavano dai genitori ai figli, allora il criterio giusto per discriminare le specie stava nell'individuare quelle caratteristiche tipiche che si ereditavano attraverso il seme. In tarda età Ray cominciava a capire che tutta la variabilità (i possibili caratteri) dei nuovi nati doveva essere presente in potenziale in tutti gli esemplari della specie ed in particolare nella coppia di genitori. Era il primo abbozzo di un ulteriore cambio di paradigma biologico: dopo essersi spostato dal concetto essenzialistico di specie al concetto morfologico, ora Ray stava muovendosi verso quel *concetto biologico di specie* che venne sviluppato da Buffon e che considerava appartenenti ad una medesima specie quegli organismi che erano tra loro interfecondi. Anche

---

<sup>114</sup> Gli uccelli di terra vennero suddivisi in base alla forma del becco; quelli dal becco curvo vennero suddivisi in uccelli da preda e mangiatori di frutta; e così via.

<sup>115</sup> Nehemiah Grew (1641-1712)

se oggi sembra, questa, una banalità, così non era ai tempi di Ray, quando si pensava che l'ibridazione fra animali fosse la normalità (i cani, si diceva ad esempio, si incrociavano spesso con le volpi) e che i semi potessero dare origine a piante diverse. Giusto per fare un esempio Alberto Magno descrisse cinque modi per trasformare una pianta in un'altra.<sup>116</sup>

Così scrisse Ray:

Perché possa essere iniziato un inventario delle piante e stabilita correttamente una loro classificazione, dobbiamo cercare di scoprire qualche criterio utile per distinguere quelle che chiamiamo «specie». Dopo lunga e assidua indagine, nessun criterio per la determinazione delle specie mi è parso più sicuro di quei caratteri differenzianti che si perpetuano nella discendenza dallo stesso seme. In altri termini, per quanto siano le variazioni che avvengono nell'individuo o nella specie, se esse hanno origine nel seme di una stessa ed unica pianta, sono tutte variazioni accidentali e non sono tali da individuare una specie. [...] Così anche gli animali che differiscono in modo specifico gli uni dagli altri conservano le loro specie distinte permanentemente; una specie non si origina mai dal seme di un'altra, e viceversa.<sup>117</sup>

#### 4.5.2 Nella “teologia naturale”

Di Willughby non possiamo dir nulla in quanto nulla rimane di scritto su quest'argomento; possiamo solo ipotizzare la sua influenza nei confronti dell'amico e maestro. Di Ray sappiamo invece che amava addentrarsi in tutti i campi del sapere, convinto che dalla Natura potesse trarsi ogni insegnamento. Così volle osservarla nei particolari per giungere alle più corrette classificazioni, ma anche analizzarla nel complesso per trarne conclusioni a largo respiro. Essendo uomo di grande religiosità, però, non riuscì a rendersi del tutto indipendente dalla fede entrando spesso in contraddizione e commettendo errori grossolani.

Nonostante questo limite, Ray diede un forte impulso allo studio della Natura condizionandone una epoca. La sua forza di persuasione è viva ancora oggi: i suoi libri hanno un grande fascino e risultano convincenti, soprattutto se non si ha una adeguata preparazione scientifica. Abbiamo già sottolineato come ne *The Wisdom of God* si servì dell'adattamento per esporre l'argomento finalistico del progetto. Se pensiamo all'occhio, sostenne, ci si accorge che è così perfettamente adatto al suo scopo che nessuno, né uomo né angelo sarebbe riuscito a fare meglio; da qui ne deriva che è assolutamente insensato e irragionevole affermare che non sia stato progettato apposta. In ambito animale Ray trovò diversi esempi a sostegno del progetto. I picchi e i camaleonti, ad esempio, mostravano una serie di adattamenti, a dimostrazione della *Saggezza del Creatore*.

Ecco un esempio di ciò che scrisse:

[...] c'è un intero genere di Uccelli, denominato Pici Marci, o Picchi, con una lingua che possono lanciare in avanti per una lunghezza molto grande e che finisce in una nervatura rigida ossuta tagliente, schiacciata ai lati. A comando il Picchio la spinge in profondità nei fori, nelle fenditure e nelle fessure degli alberi, per trafiggere e catturare ogni sorta di insetto che si trova là; come anche nei formicai, per colpire e tirar fuori le formiche e le loro uova. Inoltre, hanno gambe corte ma molto forti e le loro dita si trovano due avanti,

---

<sup>116</sup> Cit. in E. Mayr, 1992, *op. cit.*, p. 201

<sup>117</sup> J. Ray, *Historia generalis plantarum*, cit., 1686, cit. in E. Mayr, *L'evoluzione delle specie animali*, Einaudi, 1970, I, p.17 e in: A. La Vergata, 1979, *cit.*, pp. 103-4

due indietro. La Natura, o piuttosto la Saggiezza del Creatore, ha assegnato ai Picchi questa disposizione (come annotò bene Aldrovandi), in quanto è molto adatta a scalare gli alberi, a cui partecipa anche la rigidità delle penne della coda ed il piegarsi verso il basso, in modo tale da essere adatte come puntello per appoggiarsi e tirarsi su. Così accade per il Camaleonte che imita il Picchio, non solo nel fare, nel movimento e nell'uso della lingua per colpire formiche, mosche ed altri insetti, ma anche nella disposizione delle sue dita, per le quali è qualificato meravigliosamente per correre sugli alberi, che lui esegue con una rapidità tale che può sembrare che voli, mentre sulla terra cammina molto impacciato e goffo.<sup>118</sup>

Considerando con logica e rigore le argomentazioni di Ray non possiamo che rilevarne l'incongruenza. Se da un lato sostenne con forza l'importanza di non rimanere legati alle credenze del passato, dall'altro non riuscì mai a liberarsi dalle costrizioni della fede. Il suo grande merito in campo scientifico è quello di averci provato e di esserci riuscito in parte. Il suo grande merito in campo sociale è quello di avere trasmesso il giusto entusiasmo ai suoi successori che sarebbero riusciti dove lui aveva fallito. Di lui e della sua opera Linneo scrisse:

L'uomo è creato per questo scopo: che vi sia qualcuno che veda l'opera di Dio e le cose da Lui prodotte e, ammirando la creazione, apprenda a conoscere il Creatore. Queste parole del saggissimo Ray mi spinsero a svolgere le mie osservazioni: perciò con tutto il cuore desidero scrutare la natura.<sup>119</sup>

---

<sup>118</sup> J. Ray, *The Wisdom of God*, 1714, *op. cit.*, pp. 143-4.

<sup>119</sup> Citato in C. Limoges, *Introduzione alla edizione francese* di: C. Linneo, 1982, *op. cit.*, p. 40





## 5 Tyson e l'*Homo sylvestris*

[...] fu osservato dell'Orang-Outang che la sua voce era come quella umana e con un rumore simile ad un bambino, ma non è mai stato visto parlare, sebbene avesse gli organi della parola formati esattamente come quelli umani [...]<sup>120</sup>  
(Edward Tyson)

Come abbiamo visto nel capitolo scorso, Ray aveva insegnato a confrontare le singole parti degli esseri viventi, perché solo così sarebbe emerso l'ordinamento naturale. Il suo allievo Edward Tyson ben comprese la lezione e diede avvio a quella branca della biologia che prese il nome di anatomia comparata. Già Belon a metà del 1500 aveva *osato* paragonare lo scheletro umano a quello dell'uccello e ora Tyson si apprestava a mettere a confronto ogni singola parte di ogni singola specie. Lo scopo dell'indagine era quello di riconoscere i caratteri distintivi del *tipo* rispetto a quelli accidentali. Ma, come pensare che le connessioni nervose di una medusa potessero essere paragonate ai sistemi nervosi degli altri animali o, addirittura, a quello dell'uomo? Eppure studiare in modo comparato gli organi, gli apparati ed i sistemi era fondamentale per la comprensione dell'intera biologia e quindi dell'evoluzione.

### 5.1 Vita di Tyson

Edward Tyson<sup>121</sup> nacque a Clevedon, nell'Inghilterra sud-occidentale. Divenne *Bachelor of Arts* a Oxford (1670), poi *Master of Arts* (1673), infine *Doctor of Medicine*<sup>122</sup> a Cambridge (1677).<sup>123</sup> Fu censore di quell'Università nel 1694, fu medico negli ospedali di Bridewell e di Bethlem a Londra (il primo ospedale psichiatrico al mondo) e insegnò anatomia umana al *Surgeons' Hall*. Fu membro della *Royal Society* e contribuì con numerosi scritti alla rivista *Philosophical Transactions*.

Sebbene fosse un medico praticante, Tyson era così attratto dallo studio anatomico che dissezionava ogni tipo di animale appena ne aveva l'occasione. Tra i suoi lavori più importanti ricordiamo la monografia sulla focena comune,<sup>124</sup> un animale acquatico simile ad un piccolo delfino. Ne analizzò la struttura e capì che si trattava di un mammifero. Era la prima volta che un animale totalmente acquatico, con pinne e coda di pesce, veniva riconosciuto come tale. Anche Aristotele, come si ricorderà, si era sbagliato: aveva sì notato che i cetacei respiravano con i polmoni, tuttavia li aveva considerati organismi a sé.

---

<sup>120</sup> E. Tyson, *A Philological Essay Concerning the Pygmies of the Ancients*, BiblioLife, 2008, p. 82

<sup>121</sup> Edward Tyson (1650-1708)

<sup>122</sup> Rispettivamente: Baccelliere, Maestro, Dottore in medicina

<sup>123</sup> B. C. A. Windle, *Introduzione* alla riedizione del libro: E. Tyson, *A Philological Essay Concerning the Pygmies of the Ancients*, 1699, Birmingham 1894, Kessinger Publishing's Rare reprints.

<sup>124</sup> E. Tyson, *Phocaena, or the anatomy of a porpoise, dissected at Gresham-Colledge*, Benjamin Tooke, 1680

## 5.2 /Homo sylvestris

La competenza di Tyson crebbe negli anni così, quando nel 1680 arrivò a Londra un animale dall'apparenza umana, venne affidato ai suoi studi. Nessuno aveva mai visto nulla di simile anche se l'aspetto scimmiesco faceva pensare al *mostro* di cui aveva parlato Andrew Battell nel 1613<sup>125</sup> o all'animale che Nicolaes Tulp<sup>126</sup> aveva descritto 39 anni prima. Quest'ultimo lo aveva chiamato Orang-Outang, anche se il termine malese era del tutto inappropriato visto che proveniva dall'Angola.

Tyson notò la straordinaria somiglianza umana e si convinse di avere sotto gli occhi un mirabile esempio di gradualità nella *Scala della Natura*, un essere né uomo né animale. Visitò l'esemplare e capì che era molto malato. Finché era in vita ne analizzò l'aspetto esteriore, poi, da morto, lo dissezionò e procedette ad una attenta comparazione degli organi interni. Nel 1699 pubblicò le sue indagini in una monografia dal titolo: *Orang-Outang, sive Homo Sylvestris*.<sup>127</sup>

Il titolo era emblematico e già rivelava l'intenzione dell'autore: mostrare a tutti che di uomo si trattava. Ed infatti sia Orang-Outang in malese che Homo Sylvestris in latino significavano uomo del bosco. Certo, non si trattava di un uomo simile a quelli fino ad allora conosciuti, tuttavia era più umano che scimmiesco. Tyson annotò ben 48 rassomiglianze con l'uomo e solo 27 con la scimmia.

Viste con l'occhio del moderno, le valutazioni erano per la maggior parte corrette, tenendo presente che l'animale sotto esame era uno scimpanzé e non un orango, nome che diamo, ora, a quella scimmia antropomorfa<sup>128</sup> che vive nelle isole indonesiane. Inoltre l'esemplare era giovane, quindi molto più simile ad un uomo di quanto non lo fosse un adulto.<sup>129</sup> In alcuni casi, tuttavia, la malizia fu fin troppo evidente. L'autore accentuò volutamente le rassomiglianze all'uomo e minimizzò quelle con la scimmia. Ad esempio sostenne che l'individuo sotto esame era certamente un bipede (*la natura l'ha voluto bipede*)<sup>130</sup> e si appoggiava sulle zampe anteriori solo perché era debole e malato. Inoltre nel discuterne le misure si soffermò sul confronto di quelle parti che erano molto umane, mentre non sottolineò con lo stesso ardore le disuguaglianze come, ad esempio, nel piede prensile. D'altra parte Tyson era convinto della gradualità della scala naturae e trovare un essere quasi umano era certamente più qualificante che trovare una scimmia un po' più simile all'uomo rispetto a quelle conosciute. Questo volle vedere e questo vide.

<sup>125</sup> Cfr. G. Barsanti, *L'uomo dei boschi*, Editrice La Sapienza, 2009, p. 17

<sup>126</sup> Nicolaes Tulp (1593-1674) era un chirurgo olandese. Fu sindaco di Amsterdam.

<sup>127</sup> E. Tyson, M. Van Der Gucht, *Orang-outang, sive homo sylvestris, or, The anatomy of a pygmie compared with that of a monkey, an ape, and a man*, T. Bennet and D. Brown, 1699

<sup>128</sup> Ancora oggi in italiano non facciamo troppa distinzione: con il termine generico "scimmia" intendiamo quello che in zoologia è l'ordine dei primati escludendo l'uomo. Le scimmie più vicine a noi appartengono al sottordine delle "scimmie antropoidi" e tra queste riconosciamo le "scimmie antropomorfiche", animali di grossa taglia a postura del corpo semieretta e che hanno un DNA simile al nostro per oltre il 95%: scimpanzé, bonobo, gorilla e orango. In inglese il termine *monkey* indica le scimmie meno simili all'uomo e con *ape* le scimmie antropomorfe.

<sup>129</sup> Proprio per queste rassomiglianze tra uomo adulto e scimmia antropomorfa giovane, secondo una teoria che risale agli anni 1920 ma che ancora oggi è tenuta in giusta considerazione, l'uomo adulto sarebbe una forma "neotenica". Sarebbe, in altre parole, un animale che rimane sempre ad uno stadio infantile, non maturerebbe mai. Cfr. P. Pagano, *Alla scoperta dell'uomo*, Alberto Perdisa editore, 2005, p. 132

<sup>130</sup> Cfr. A. Montagu, *Edward Tyson, M.D., F.R.S., 1650-1708: And the rise of human and comparative anatomy in England; a study in the history of science*, Memoirs of the American Philosophical Society, 1943, p. 303

Come discuteremo più avanti, nei secoli a venire il concetto di *Scala della Natura* crollerà sotto il peso della evidenza e ad esso si sostituirà l'*albero dell'evoluzione*. Tuttavia il concetto di gradualità nella Natura perdurò nel tempo: i confini fra le diverse specie non sempre sono così netti come un tempo si credeva. Anche l'uomo, visto in prospettiva storica, non fa eccezione. Prima di Tyson nessuno metteva in dubbio la nostra unicità di esseri scollegati dal resto dei viventi; dopo Tyson nessuno poté più affermare la nostra diversità, almeno sotto l'aspetto fisico.



## 6 Carlo Linneo

[...] viene spesso proposto un interrogativo, sottoposto perlopiù con ironia ai Curiosi della natura quando la gente li vede intenti a indagare i loro oggetti e i prodotti della natura. Si chiede loro per esempio: A CHE SCOPO? Come se quegli ignoranti ritertessero insensato dedicarsi a una scienza che non promette alcun frutto [...] <sup>131</sup>  
(Linneo, *Cui bono?*)

Linneo, nella storia della biologia, fa discutere molto.<sup>132</sup> Per alcuni detrattori era un maniaco della classificazione guidato da gusti improntati alla scolastica aristotelica e interessato a distinzioni irrilevanti oltre che alla costruzione di artificiosi sistemi di classificazione. Per altri, meno radicali, è stato il fondatore e promotore di una tecnica di classificazione efficace, ma priva di importanti novità. Per i sostenitori, oltre ad essere stato un grande innovatore nella botanica, è stato uno stimolo fondamentale per una quantità di riflessioni scientifiche e filosofiche. Ad esempio Kant<sup>133</sup> nella *Critica del giudizio* esaminò attentamente alcuni spunti originali della sua concezione della Natura. Al di là di ogni pura considerazione qualitativa, l'importanza di Linneo è messa in evidenza dal numero delle citazioni che Ernst Mayr gli dedica nella voluminosa opera *Storia del pensiero biologico*:<sup>134</sup> è secondo solo a Charles Darwin la cui preminenza è da tutti riconosciuta.

Anche se molti furono gli studiosi precedenti che si interessarono alla classificazione dei viventi, Carlo Linneo è considerato il vero padre della tassonomia, come per molti versi può essere ritenuto un antesignano dell'ecologia. Il suo sistema di nomenclatura e di ordinamento fu, infatti, tanto valido che, ancor oggi rimane in uso seppure con diverse modifiche. Inoltre rilevò con dovizia di particolari l'armonia e l'economia della Natura anche se rimase troppo legato alla fissità delle specie nonostante i numerosi indizi avrebbero dovuto farlo riflettere diversamente. Così come John Ray, anche Carlo Linneo si trovò a lottare tra il credo religioso e le osservazioni pratiche manifestando spesso contraddizioni. Tuttavia, nonostante queste carenze veniali, (si consideri il periodo in cui visse) Linneo non può che ritenersi un notevole scienziato e probabilmente il suo vasto lavoro sulla classificazione tende ad offuscarne le altre attività.

Limitandosi alla tassonomia delle piante gli storici della biologia sono concordi nel ritenere Linneo un incontrastato protagonista dei suoi tempi. I contemporanei non avevano scelta: o si conformavano alle sue idee o venivano sistematicamente sottovalutati se non addirittura affossati. “Questa è in parte la ragione per

---

<sup>131</sup> C. Linneo, 1982, *op. cit.*, p. 160

<sup>132</sup> G. Pancaldi, *Natura e impresa scientifica di Linneo*, in: C. Linneo, 1982, *op. cit.*, p. 9-10

<sup>133</sup> Immanuel Kant (1724-1804)

<sup>134</sup> E. Mayr, 1992, *op. cit.*

cui furono ignorati botanici come Magnol e Adanson i quali, sotto alcuni aspetti furono scienziati più grandi.”<sup>135</sup>

Sfogliando i libri o navigando in internet, Linneo viene ricordato con una molteplicità di nomi (tra gli altri: Carlo Linneo, Carl von Linné, Carolus Linnaeus, nella forma genitiva Caroli Linnaei e anche Caroli Linné). Una piccola digressione su questo tema può essere istruttiva oltre che interessante, come vedremo quando si tratterà di mettere ordine nel *caos* dei nomi delle piante. Alla nascita venne chiamato semplicemente Carl perché nel suo paese, la Svezia, non esistevano ancora i cognomi. Per non fare confusione tra omonimi si ricorreva a citarne il padre. Così Erick Svensson identificava Erick figlio di Sven, mentre Marta Ericksdotter poteva essere sua figlia. Niente di strano perché anche in Italia i vari cognomi: Di Pietro, Di Natale ecc. sono nati allo stesso modo. In mancanza di una casata, inoltre, un altro modo di inventarsi un cognome era quello di fare riferimento al mestiere del capostipite, come nei vari Barbieri, Calzolari, Fabbri, o al luogo di provenienza come per Leonardo da Vinci, Pico della Mirandola o Andrea da Formigine. Così, anche il cognome scandinavo Borg aveva una connotazione topografica che ricordava i borghi fortificati.

Quando, Nils Ingemarsson, il padre di colui che conosciamo come Carlo Linneo dovette dare alla famiglia un cognome diverso dal semplice *figlio di Ingemar* pensò al grande tiglio (in svedese linden, scientificamente *Tilia cordata*) che dava il nome alla loro proprietà (Linnagård) e che era considerato il *vörör*,<sup>136</sup> lo spirito protettore della famiglia. Così Ingemarsson divenne prima Lindelius e Tiliander, poi definitivamente Linnaeus e Carl, invece di chiamarsi Nilsson, prese il nome di Linnaeus. Nelle pubblicazioni in latino, la lingua ufficiale degli studiosi dell’epoca, divenne Carolus Linnaeus e in italiano divenne Carlo Linneo. Infine a 54 anni, quando ricevette il titolo nobiliare di *von*,<sup>137</sup> divenne Carl von Linné, un cognome più elegante e meno enfatico di Linnaeus.

Chiusa la parentesi dei cognomi va ricordato che di lui molti parlarono nel bene e nel male. Il filosofo Rousseau in una lettera<sup>138</sup> del 21 settembre 1771 gli confidò che traeva maggiore godimento dalla lettura della sua *Filosofia botanica* che da qualsiasi testo morale.<sup>139</sup> Il letterato Goethe scrisse che Linneo ebbe grande influenza su di lui, secondo solo a Shakespeare e Spinoza.<sup>140</sup> La regina svedese Lovisa Ulrika disse: “Un uomo molto sagace, anche se non sembra.” E nel male: il botanico ed entomologo tedesco Georg Ehret<sup>141</sup> famoso per i suoi mirabili disegni sui fiori rilevò: “Quando era un principiante, Linneo metteva le

<sup>135</sup> E. Mayr, 1992, *op. cit.*, p. 121

<sup>136</sup> Nella mitologia nordica il “vörör” era una sorta di angelo custode che proteggeva l’anima di una persona dalla nascita alla morte.

<sup>137</sup> Nei paesi nordici “von” identificava spesso le famiglie tedesche di nobile origine ma era usato anche come titolo nobiliare.

<sup>138</sup> La corrispondenza di Linneo si trova sul sito: <http://linnaeus.c18.net/>

<sup>139</sup> “Seul avec la nature et vous, je passe dans mes promenades champêtres des heures délicieuses, et je tire un profit plus réel de votre *Philosophia Botanica* que de tous les livres de morale.” In Italiano: “Solamente con voi e la natura trascorro ore deliziose durante le mie passeggiate campestri, e traggio giovamento più vero dalla vostra *Philosophia Botanica* che non da tutti i libri di morale”.

Manoscritto L4545, 21 Settembre 1771

<sup>140</sup> Goethe W., *Geschichte meines botanischen Studiums*, Goethes naturwissenschaftliche Schriften (Weimar edition), Abtheilung II, 6. Band, pp. 390-391. Citato in: J.L. Larson, *Goethe and Linnaeus*, J. of the History of Ideas, Vol. 28, No. 4, 1967, pp. 590-6.

<sup>141</sup> Georg Dionys Ehret (1708-1770)

mani dappertutto per diventare famoso".<sup>142</sup> In effetti sulle enormi ambizioni di Linneo convengono tutti i biografi.<sup>143</sup> Infine molti lo criticarono per essere un numerologo (con preferenza per 5, 12, 365) sostenendo che un vero scienziato non può essere un mistico.

In somma Linneo fece discutere e a fasi alterne venne considerato un grande scienziato e letterato o un *pedante di vedute ristrette* che parlava bene il latino e lo svedese ma male il resto.<sup>144</sup> Comunque se ne parli un fatto è certo: Linneo rimane una pietra miliare nella storia della biologia e come tale va considerato.

## 6.1 Vita

Carlo Linneo<sup>145</sup> nacque nel sud della Svezia a Råshult, nello Småland, e all'età di due anni si trasferì con la famiglia poco distante, a Stenbrohult, vicino Malmö.<sup>146</sup> Figlio di un pastore luterano appassionato giardiniere mostrò fin dall'infanzia un amore profondo per le piante ed un fascino particolare per i loro nomi.

Nonostante la famiglia lo volesse iniziare alla carriera ecclesiastica, Carlo non si distinse nel ginnasio tranne che per la sua predisposizione alla botanica. Un medico locale, Johan Stenstrom Rothman, si accorse delle sue attitudini e convinse il padre ad intradarlo nella medicina perché, in quel campo, l'erboristeria godeva di ampia considerazione. A vent'anni Carlo si iscrisse nella vicina Università di Lund ma non avendo prospettive di impiego presso l'orto botanico, l'anno successivo si trasferì a Uppsala, nei dintorni di Stoccolma, nell'Università più prestigiosa di Svezia. Carlo Linneo era però inquieto e ovunque andasse faticava ad adattarsi. Anche la nuova situazione non lo appagò fin tanto che, nel 1729, conobbe il rinomato scienziato Olof Celsius<sup>147</sup> che lo prese sotto la sua protezione e gli chiese di aiutarlo nella stesura del voluminoso trattato *Hierobotanico*.<sup>148</sup> In seguito il professor Olof Rudbeck il *giovane*<sup>149</sup> lo fece suo assistente e nel 1730 iniziò a tenere lezioni.

L'ambizione di Linneo, però, era molto grande e la vita svedese gli stava stretta. Fece numerosi viaggi e trascorse diversi anni all'estero cercando occupazione presso le Università europee più prestigiose; quelle svedesi non godevano di grande credito. In campo scientifico dimostrò di avere ottime capacità di apprendimento, ma nelle lingue straniere era un vero disastro, a parte il latino che utilizzava per la sua corrispondenza europea e col quale scriveva le opere a diffusione internazionale. In svedese, al contrario, seppe distinguersi per il fine linguaggio che lo pose tra i maggiori letterati del suo paese tanto che lo

---

<sup>142</sup> [http://www.linnaeus.uu.se/online/life/8\\_3.html](http://www.linnaeus.uu.se/online/life/8_3.html) (sito dell'Università di Uppsala);

<sup>143</sup> G. Pancaldi, 1982, *op. cit.*, p. 21

<sup>144</sup> E. Mayr, *op. cit.*, p. 121

<sup>145</sup> Carlo Linneo (1707-1778)

<sup>146</sup> <http://www.linnaeus.uu.se/online/life/> (sito dell'Università di Uppsala)

<sup>147</sup> Olof Celsius (il vecchio) (1670-1756) era un botanico svedese il cui nipote, di nome Andreas, inventò l'omonima scala della temperatura.

<sup>148</sup> O. Celsius, *Hierobotanicon sive De plantis Sacrae Scripturae dissertationes breves*, Uppsala 1745-1747

<sup>149</sup> Olaus Rudbeckius, Olof Rudbeck (il giovane) (1660-1740),



scrittore August Strindberg<sup>150</sup> dopo un secolo e mezzo scrisse: “Linneo fu in realtà un poeta a cui capitò di diventare un naturalista”.<sup>151</sup>

Linneo capì subito l'importanza della ricerca sul territorio e a venticinque anni organizzò la prima spedizione botanica in Lapponia, territorio pressoché sconosciuto dal punto di vista floristico e vi scoprì una nuova pianta che chiamò *Linnaea borealis*. Influenzato dalle teorie sul sesso delle piante descritte nel *Sermo de Structura Florum*<sup>152</sup> da Sebastien Vaillant<sup>153</sup> e che lo paragonò al sesso umano, Linneo intuì che gli stami ed i pistilli potevano essere usati come sistema di classificazione. Su questo concetto pubblicò *Florula Lapponica* (il primo scritto del genere) e più tardi (1737) *Flora Lapponica*.

A ventotto anni si trasferì in Olanda dove si laureò in medicina presso l'Università di Harderwijk (chiusa nel 1811), frequentò il botanico Jan Gronovius<sup>154</sup> e pubblicò la prima edizione del suo capolavoro: *Systema Naturae*: uno scritto di appena 11 pagine che nel tempo venne ampliato fino a raggiungerne 3000. In quel periodo iniziò a tessere una fitta corrispondenza con i più grandi botanici di Europa e continuò a sviluppare il suo sistema di classificazione. Nel 1736 andò in Inghilterra per un viaggio di pochi mesi. Visitò l'Università di Oxford e fece importanti incontri con scienziati dell'epoca.<sup>155</sup> Tornato in Olanda vi rimase fino al 1738 lavorando sul *Genera Plantarum*. Si trasferì per un altro anno alla Università di Leiden per compiere ulteriori studi e pubblicare il *Classes Plantarum*, fece un breve viaggio a Parigi e tornò in patria.

A Stoccolma si specializzò nel trattamento della sifilide e praticò come medico, diventando medico personale della famiglia reale. Parallelamente continuò a tenere lezioni di botanica. A 32 anni sposò Sara Elisabeth Morea ed ebbe sette figli, cinque femmine e due maschi, uno dei quali morì ancora piccolo. In quell'anno (1739) fu uno dei fondatori della Accademia Reale Svedese delle Scienze. Nel 1741 andò a Uppsala dove si stabilì definitivamente come professore di medicina e botanica. Essendo diventato responsabile del Giardino Botanico lo fece restaurare sistemando le piante secondo il suo sistema di classificazione. Nel frattempo si dedicò ad altri viaggi a scopo di ricerca. Come professore fu entusiasta e ben diciannove suoi allievi furono imbarcati al seguito dei navigatori, sia commerciali che di esplorazione.<sup>156</sup>

La popolarità di Linneo crebbe negli anni così come la fiducia nelle sue conoscenze ritenute adatte, tra l'altro, a risolvere le pressanti questioni ambientali che preoccupavano la Svezia di quei tempi. Per rendere

---

<sup>150</sup> Johan August Strindberg (1849-1912)

<sup>151</sup> [http://www.linnaeus.uu.se/online/life/9\\_0.html](http://www.linnaeus.uu.se/online/life/9_0.html) (sito dell'Università di Uppsala)

<sup>152</sup> S. Vaillant, *Sermo de Structura Florum*, Leiden, 1718

<sup>153</sup> Sébastien Vaillant (1669-1722) era un botanico francese

<sup>154</sup> Jan Frederik Gronovius, Johann Frederik, Johannes Fredericus (1686-1762)

<sup>155</sup> Tra questi: il fisico Hans Sloane [Sir Hans Sloane (1660-1753)], i botanici Philip Miller [Philip Miller (1691-1771)] e J. J. Dillenius [Johann Jakob Dillen (Dillenius) (1687-1747)]

<sup>156</sup> Il suo studente più noto, Solander [Daniel Carlsson Solander (1733-1782)], seguì come naturalista il primo giro intorno al mondo del capitano James Cook e riportò la prima raccolta di piante dall'Australia e dal Pacifico del sud. Un altro studente, Sparrman [Anders Erikson Sparrman (1748-1820)], fu botanico nel secondo viaggio di Cook. Kalm [Pehr Kalm (1716-1779)], viaggiò verso il nord est delle colonie americane studiando per tre anni le piante locali. Thunberg [Carl Peter Thunberg (1743-1828)] fu il primo naturalista occidentale a visitare il Giappone. Altri viaggiarono verso il Sudamerica, il sud est dell'Asia e il medio oriente. Molti di loro morirono durante i viaggi.

la Nazione meno dipendente dall'estero e per risolvere le frequenti carestie che colpivano la popolazione, il programma economico nazionale predispose l'individuazione di nuove risorse naturali, il perfezionamento delle tecniche agricole e il miglioramento tecnologico nell'uso dei minerali e dei vegetali. In questa attività, che oggi solleverebbe problemi etici di vario tipo, Linneo venne chiamato quale esperto per: trovare un sistema che permettesse di acclimatare alcune piante esotiche,<sup>157</sup> ricercare eventuali sostituti autoctoni delle stesse; selezionare foraggi più efficienti e resistenti. In risultato fu deludente: né le piante esotiche riuscirono a crescere nel freddo clima scandinavo e neppure vennero trovati validi sostituti alle piante indigene.

La fama di Linneo rimase comunque intatta e il re svedese Adolf Fredrik nel 1761 lo insignì di titolo nobiliare retroattivo di 4 anni. Nel 1758 comprò la tenuta di Hammarby, fuori Uppsala, dove si stabilì e allestì un piccolo museo per le sue vaste collezioni personali.

Gli ultimi anni lo videro proseguire nella sua opera di insegnante, ricercatore e scrittore. Mantenne una fitta corrispondenza con persone di tutto il mondo tra le quali Caterina II di Russia che gli mandò dei semi dal suo paese. La salute cominciò a vacillare per i continui attacchi di gotta e il forte dolore ai denti che lo indebolirono nel fisico e nella mente. Divenne pessimista e depresso. A 67 anni subì una paralisi che lo colpì all'intero lato destro. Morì nel 1778, durante una cerimonia nella cattedrale di Uppsala, per probabile infarto. Fu seppellito in quella stessa chiesa.

Il figlio maschio, anch'egli di nome Carlo, lo sostituì come professore a Uppsala senza brillare e senza fortuna visto che morì dopo cinque anni privo di eredi. La madre e le sorelle, alle quali non fu permesso di studiare, vendettero la biblioteca, i manoscritti e le raccolte di storia naturale all'inglese Sir James Smith,<sup>158</sup> il quale fondò la *Linnean Society* di Londra, ancora attiva,<sup>159</sup> allo scopo di non disperdere il frutto del lavoro del grande scienziato svedese.

## 6.2 Il credo di Linneo

Linneo amava profondamente la Natura e mantenne sempre un senso di meraviglia del mondo e delle cose viventi. Sotto molti aspetti la sua visione era simile a quella di Ray, tant'è che anche per lui si parla di teologia naturale. Così come Ray, infatti, era convinto che studiare la Natura equivallesse a glorificare Dio. Era come se il mondo fosse la raccolta di un museo, raccolta che doveva essere descritta e catalogata in un sistema metodico che rivelasse la *Volontà Divina*. Questa *Volontà* o *Ordine* Divino era così evidente che si poteva comprendere quasi senza la necessità di fare ricorso alle Sacre Scritture; era sufficiente la ragione e l'esperienza della vita di tutti i giorni.

Nella dissertazione *Cui bono?*<sup>160</sup> spiegò la ragione per la quale la Natura andava indagata. Anche se il suo studio sarebbe stato giustificato per la sola glorificazione di Dio, vi erano molte altre buone ragioni. Innanzitutto rilevò che la domanda "a che scopo?" veniva generalmente posta da uomini rozzi e privi di cultura "che non hanno mai messo il naso fuori dal loro orto"; poi condannò chi riconosceva legittimità solo

---

<sup>157</sup> Il cacao, il caffè, il tè, le banane, il riso e il gelso

<sup>158</sup> Sir James Edward Smith (1759-1828)

<sup>159</sup> <http://www.linnean.org/>

<sup>160</sup> C. Linneo "A che scopo? [Cui bono?]", in C. Linneo, 1982, *op. cit.*, pp. 158-75

alle ricerche che portavano immediati vantaggi;<sup>161</sup> infine ribadì che anche gli oggetti più inconsueti e apparentemente inutili avrebbero rivelato prima o poi la loro utilità. E', qui, evidente come Linneo anticipò i concetti moderni dell'ecologia secondo quella che chiamò *Oeconomia Naturae*.

Ma se era seducente magnificare i provvidenziali adattamenti fra organismi e ambiente, che dire della cruda lotta di tutti contro tutti? Perché Dio aveva creato un mondo dove esisteva l'odio? La Natura e la provvidenza agivano tanto quanto il fato e la fortuna? Per Linneo tutto aveva uno scopo e anche gli apparenti lati negativi avevano ragione d'essere. Dal momento che l'economia della Natura non sprecava nulla, la risposta a queste domande era da ricercare in lei, e non averla trovata significava essere ignoranti. Così scrisse: "Quanto a me non pretendo già di dimostrare l'utilità di qualsiasi tipo di muschio, anche se l'ottimo Dio e la Natura non hanno creato nulla di invano".<sup>162</sup> Anche gli organismi apparentemente dannosi in realtà non lo erano:

Le Fiere e gli Uccelli rapaci, che recano molti danni alla nostra economia, non sono del tutto inutili, come constateremmo se venissero estirpati [...] queste fiere ripuliscono il mondo dai cadaveri perché resti salubre e pulito. Essi inoltre conservano fra gli Animali la giusta proporzione, perché un solo genere non divori tutti gli altri.<sup>163</sup>

Degna di nota fu, poi, la riflessione riguardo i fossili.

Anche le PIETRIFICAZIONI, che si trovano in gran numero e differenti per forma, struttura, varietà e che vengono scavate dai curiosi della natura, sono anch'esse inutili curiosità? Non sono di questo parere. [...] Soltanto essi possono offrire l'occasione, quantomeno, di guardare all'indietro verso i tempi remoti e considerare l'antica forma della terra, il suo accrescimento e la sua metamorfosi.<sup>164</sup>

Chi ritiene Linneo solo un catalogatore pignolo deve ricredersi dopo avere letto queste parole. Egli aveva capito che solo attraverso lo studio metodico della classificazione era possibile ottenere una visione ampia di insieme. La tassonomia era, in effetti, propedeutica a qualsiasi scienza della Natura in quanto metteva in rilievo l'ordine sotteso all'evidenza.

### **6.3 Credo scientifico e classificazione**

Per Linneo, dunque, comprendere i misteri della Natura equivaleva a glorificare Dio. Ai fini pratici, tuttavia, era necessario mettere in chiaro alcuni principi basilari in quanto ogni studioso seguiva le proprie idee. Era fondamentale precisare cosa intendere per *specie* oltre a stabilire se crederla una entità reale o fittizia, comoda solo dal punto di vista della classificazione. C'era, poi, da stabilire come scegliere i raggruppamenti superiori e se considerarli naturali o meno.

Mentre per il regno animale le cose erano semplici in quanto già Aristotele aveva evidenziato degli insiemi omogenei, in botanica la situazione era confusa e i tentativi susseguitisi nel tempo avevano dato risultati deludenti. La ragione di questo si spiega oggi col fatto che piante molto diverse fra loro si

---

<sup>161</sup> Anche oggi i politici miopi quando parlano di ricerca hanno in mente solo la ricerca applicata non rendendosi conto di quanto sia fondamentale la ricerca di base. A costoro consiglieri la lettura del "Cui bono?" di Linneo.

<sup>162</sup> C. Linneo "A che scopo? [Cui bono?]", in C. Linneo, 1982, *op. cit.*, pp. 164-5

<sup>163</sup> *ivi*, p164

<sup>164</sup> *ibidem*, p164

assomigliano perché adattate alle diverse condizioni ambientali. Certo, anche per gli animali il discorso è simile in quanto le leggi fisiche determinano un piccolo numero di disegni di base o *ecomorfismi* a cui devono sottostare gli organismi.<sup>165</sup> Ma per le piante, ancor più che per gli animali, le condizioni ambientali costringono le parti vegetative a uniformarsi andando incontro ad importanti fenomeni di convergenza. Ad esempio le così dette piante *grasse* o *succulente* si somigliano non perché siano vicine parenti, ma per il fatto che le condizioni di siccità in cui vivono impongono loro di trattenere quanta più acqua possibile.

Secondo Linneo la *specie* era un insieme omogeneo e reale perché rappresentava un *tipo* di organismo vivente che Dio aveva creato con un atto di libera volontà. Ogni specie era fissa e non poteva essere incrociata con nessun'altra. Ovvero dall'accoppiamento dei cani nascevano cani e dai semi di rose nascevano rose. Su questo principio Linneo si esprime da subito scrivendo: "Unitas in omni specie ordinem ducit".<sup>166</sup> Probabilmente anche i raggruppamenti di specie simili, che Linneo chiamò *generi*, rispecchiavano un ordinamento naturale, ordinamento che poteva essere riconosciuto attraverso la comparazione di alcune *caratteristiche fisiche osservabili*. Oltre il livello di genere, però, non poteva essere ancora stabilito se si trattasse di raggruppamenti naturali o artificiali.

In sintesi Linneo identificò quattro livelli di ripartizione: *classe*, *ordine*, *genere* e *specie* secondo un sistema a *gerarchia inclusiva* o a *insiemi annidati* in quanto ogni livello comprendeva quelli sottostanti. Questo sistema di insiemi e sottoinsiemi poteva essere usato per tutti e tre i regni (minerale, vegetale e animale), ma con alcune differenze. Mentre il regno animale era sufficientemente semplice da contenere poche classi ben definite, per il regno vegetale era necessario individuare decine di classi con moltissimi ordini. Inoltre era necessaria una ulteriore parcellizzazione in quanto le piante della stessa specie potevano esistere in diverse varietà.

Dei 4 raggruppamenti (*specie*, *genere*, *ordine* e *classe*) i primi due erano naturali (erano opera della Natura), i secondi due, in attesa di approfondimenti, potevano essere considerati fittizi, ovvero fatti per convenienza e utili per praticità; infine le *varietà* erano prettamente *opera della cultura* in quanto artificialmente prodotte dai coltivatori. Così scrisse: "162. NATURAE opus semper est *Species* (157) et *Genus* (139); CULTURAE saepius *Varietas* (158); NATURAE et ARTIS *Classis* (160) et *Ordo* (161)."<sup>167</sup>

#### 6.4 **Nomenclatura binaria**

L'innovazione che Linneo stava apportando riguardava soprattutto la chiarezza e la consistenza inesistenti nelle classificazioni in uso. Tuttavia nella confusione dell'epoca era importante mettere mano ad un'altra consuetudine inadeguata: l'utilizzo di nomenclature personali prive di alcun criterio comune. Ciascuno scienziato chiamava le stesse specie con nomi assai diversi: nomi abituali caratteristici di questa o quella località; nomi inventati *ex novo* nel caso di piante sconosciute in quella zona ma già catalogate in un altro paese. La pluralità di nomi è comune ancor oggi, basta sfogliare qualche libro di giardinaggio per rendersene conto. Tuttavia questa usanza, spesso derivata dai dialetti è estranea al mondo scientifico che

<sup>165</sup> C. Tudge, *The Time Before History, 5 Million Years of Human Impact*, Touchstone, 1997, p. 112 e seg.

<sup>166</sup> "L'invariabilità delle specie è la condizione dell'ordine". Linnaei C., *Observationes in regna tria naturae*, Paris, Apud F.G. Levrault, Bibliopolam, 1830, p. 1

<sup>167</sup> C. Linnaei, *Philosophia botanica*, 1809, *op. cit.*, par. 162, p. 177

deve seguire regole precise. Ai tempi di Linneo, per evitare fraintendimenti, si era soliti usare nomi lunghissimi o aggiungere ad un nome semplice una serie di altre sommarie descrizioni della pianta. La rosa canina, ad esempio, veniva chiamata *Rosa sylvestris alba cum rubore folio glabro* oppure *Rosa sylvestris inodora seu canina* e altro ancora. Ma il problema persisteva e gli scienziati non avevano alternative. Per riconoscere una pianta dovevano sfogliare gli erbari, pagina per pagina, fino a trovare la foglia o il fiore che assomigliava al loro campione consci del fatto che tantissime collezioni erano incomplete.

Per semplificare le laboriose ricerche Linneo, come noto, adottò e diffuse l'uso della nomenclatura binaria, ma la sua non fu un'una improvvisa illuminazione. L'idea scaturì, piuttosto, da una lenta maturazione operata nelle ore trascorse al lavoro. Inizialmente stava solo cercando di sveltire la pratica noiosa della ricopiatura e solo successivamente comprese le straordinarie potenzialità della sua metodica. Per indicare le specie vegetali Linneo aveva iniziato con l'annotare: il *genere* cui la pianta apparteneva, l'autore e il titolo dello scritto in cui era trattata, il numero d'ordine occupato dalla specie in quell'opera ed altro. Il tempo perso era, com'è facile intuire, del tutto eccessivo, così lo scienziato svedese decise di annotare le specie con il nome del genere abbinato ad un'altra sola parola, un epiteto che ricordasse la descrizione della specie contenuta nell'opera originale. Il metodo funzionò e dopo aver provato varie alternative Linneo stabilì la regola secondo la quale ogni specie vivente aveva un *cognome* ed un *nome* universale affinché tutti potessero chiamarla allo stesso modo.

Non dovrebbe sorprendere il fatto che questa idea sia nata nella mente di uno svedese. Se ricordate, poco sopra abbiamo narrato del passaggio, in quelle terre, dal sistema patronimico ad un vero cognome. È proprio questa strana contingenza permise a Linneo di risolvere una volta per tutte la questione. Il suo sistema prese il nome di *binomiale* e divenne rapidamente lo standard di nominazione degli esseri viventi in uso anche oggi. Questo sistema prevede due nomi latini, il primo, scritto con la maiuscola e in corsivo rappresenta il genere, il secondo, minuscolo e sempre in corsivo, è il nome della specie. Semplice: la rosa canina diventa *Rosa canina*, il leone è *Panthera Leo*, *Ranunculus arvensis* è una specie di ranuncolo, il *Cucumis citrullus* non è un ragazzo sempliciotto ma un cocomero, e così via. A noi Linneo diede il nome di *Homo sapiens*.

A onor del vero bisogna ricordare che Linneo non fu il primo ad usare il sistema binomiale, altri prima di lui l'avevano fatto, tuttavia lo scienziato svedese fu il primo a utilizzarlo in maniera così generalizzata in pubblicazioni così rilevanti da farlo riconoscere unanimemente come il modello da perseguire ed utilizzare. Oggi si ritiene che *Species Plantarum*, pubblicato nel 1753, sia il volume con i nomi delle piante più antichi ad essere validi ancora oggi, mentre *Systema Naturae*, nella X edizione del 1758, fu il primo ad usare in ogni sua parte il sistema binomiale, animali compresi.

La fama di Linneo, accoppiata alla semplicità e all'universalità del metodo, ebbe un peso rilevante nel diffondere e, in un certo senso, imporre il sistema binomiale, tuttavia altri fattori contribuirono a decretarne il successo. Ad esempio, col sistema binomiale i naturalisti avevano la possibilità di chiamare le nuove specie con il nome dei benefattori che venivano gratificati e ben si disponevano per elargire finanziamenti. In altri casi lo scopritore poteva scatenare la propria creatività. Lo stesso Linneo parlò del fascino nelle sue associazioni che mai sarebbero state dimenticate. Ad esempio, nella *Critica Botanica* scrisse che la

Dorstenia aveva fiori insignificanti e sbiaditi come i lavori di Dorsten, mentre la Magnolia era un albero molto bello che riportava alla mente lo splendido botanico Magnol.<sup>168</sup> “Connexio nominis, a Botanico derivati, cum planta, nulla vulgo creditur [...] Dorstenia cujus flores minus spectabiles, quasi obsoleti vel antiqui, ut Dorstenii opus [...] Magnolia arbor foliis & floribus speciosissimus, a splendidissimo Botanico”<sup>169</sup> Straordinario e divertente! L’associazione fra piante e persone poteva essere usata anche per vere e proprie ritorsioni. Era un modo bizzarro e un po’ maligno, ma lecito e stimolante. Linneo, che era un tipo permaloso, se ne servì più volte: chiamò *bufonia* un vegetale maleodorante per prendersi gioco di Buffon col quale era entrato in aperto contrasto e *siegesbeckia* una erbaccia perché il botanico Siegesbeck lo aveva criticato sul sesso delle piante (ne parleremo altrove).

### 6.5 **Tassonomia delle piante: su cosa basarsi?**

Abbiamo prima anticipato che Linneo si propose di trovare un modo semplice e pratico per catalogare gli esseri viventi in *taxa* (insiemi; singolare *taxon*) annidati uno nell’altro: specie, genere, ordine, classe, regno. Egli voleva fornire, secondo alcune sue metafore, un orientamento nel disordine apparente della Natura come una carta geografica delineava il territorio o come il filo di Arianna indicava la via d’uscita del labirinto.

Il dibattito dell’epoca non metteva in questione il fatto che si dovessero confrontare fra loro gli esseri viventi annotando uguaglianze e differenze, ciò era ormai assodato. Il problema riguardava, piuttosto, la scelta dei caratteri più adatti al paragone, quelle parti che fossero rappresentative e specifiche di un gruppo. Il pensiero che i *taxa* maggiori fossero artificiali non aiutava. La scelta veniva compiuta più per questioni pratiche che per la convinzione che esistesse un qualsiasi grado di parentela. Probabilmente c’era un ordinamento naturale, ma più per volontà divina che per altro.

Linneo aveva notato che la parte vegetativa delle piante variava in modo considerevole al cambiare delle condizioni ambientali (temperatura, umidità, disponibilità di nutrienti ecc.) di conseguenza volle concentrarsi sui caratteri più stabili come il numero e la disposizione degli organi riproduttivi. Dopo una lunga ponderazione determinò la classe in base agli stami (organi maschili) e i *taxa* inferiori in base ai pistilli (organi femminili). La scelta degli organi della riproduzione rientrava in qualche modo nella convinzione, di ispirazione aristotelica, secondo cui quegli organi erano più vicini alla vera *essenza* del vivente.<sup>170</sup> Tuttavia Linneo non si era illuso di avere trovato la soluzione; mise in pratica questo sistema consapevole del fatto che contenesse i difetti tipici della divisione logica e solo perché al momento non aveva nulla di meglio.

Egli stabilì un numero fisso e predefinito di *taxa* nei quali il classificatore doveva inserire la pianta trovata attraverso il confronto dei suoi organi sessuali. Questo sistema viene definito *principio delle cellette per piccioni* (in inglese: *pigeon-hole principle*, principio conosciuto anche come *scatola di Dirichlet*). In sostanza, siccome in una piccionaia esiste un numero finito di cellette, i piccioni che arrivano devono trovarsi una sistemazione in uno dei loculi esistenti anche se già occupati. Dopo aver riconosciuto

---

<sup>168</sup> Theodor Dorsten (intorno al 1500-1552) fu medico e botanico tedesco; Pierre Magnol (1638-1715) fu botanico francese.

<sup>169</sup> C. Linnae, *Critica botanica*, Lugduni Batavorum, [illeggibile] Conradum Wishoff, 1737, pp. 79-81

<sup>170</sup> G. Pancaldi, *Natura e impresa scientifica di Linneo*, in: C. Linneo, 1982, *op. cit.*, p. 12

l'esistenza dei tre regni: animale, vegetale, minerale, Linneo si apprestò a fare le sue suddivisioni (costruire i loculi) per le piante. Innanzitutto le divise in 24 classi basandosi sugli stami. Definì le prime 11 contando gli stami nel fiore, le altre 13 secondo alcune caratteristiche morfologiche (diversità strutturali) degli stami stessi. Divise poi ogni classe in ordini e generi in base al numero e alla struttura morfologica dei pistilli.

Anche se la rigidità del sistema non prevedeva né la possibilità che esistesse qualcosa di diverso da quanto non catalogato, né, tantomeno, la possibilità di variazione dal *tipo* originale creato da Dio, aveva diversi pregi che ne decretarono il successo. Innanzitutto semplificava enormemente la classificazione, richiedeva meno sforzi, meno preparazione scientifica e meno impegno. Ma, più importante ancora, dava la possibilità di applicazione in ogni condizione, anche sul territorio. Se infatti i naturalisti a casa potevano disporre di tutto il tempo necessario per i paragoni con le grandi collezioni negli erbari, nei musei, negli orti botanici ecc., gli esploratori avevano bisogno di un metodo rapido da imparare presto sui libri e applicare indipendentemente dalla loro memoria. Essi potevano classificare la pianta e darle un nome senza disperdersi in ulteriori considerazioni, semplicemente contando gli stami e i pistilli oltre a valutare alcune caratteristiche peculiari degli organi sessuali. Questa facilità di esecuzione ebbe anche il merito di accelerare lo sviluppo della scienza vegetale. Un numero sempre maggiore di persone si avvicinarono alla botanica, non più impaurite dalla mole di lavoro necessaria per ottenere qualche risultato apprezzabile. Di converso il sistema rivelò presto gravi carenze, come Linneo aveva previsto, ma i nuovi studiosi si appassionarono anche alla ricerca di nuove metodologie più efficaci.

Nonostante l'artificiosità, il sistema iniziò ad essere visto come una buona approssimazione dell'ordinamento naturale, cosa che fece infuriare il biologo francese Buffon il quale sostenne aspramente che Dio aveva creato gli organismi in un *continuum* di forme e che quindi non potevano essere catalogati brutalmente come voleva Linneo. "Natura non facit saltus" diceva,<sup>171</sup> sottolineando che la Natura era continua, indivisibile e non poteva essere scissa in insiemi scollegati. I corpi naturali si differenziavano l'uno dall'altro solo per sfumature impercettibili.<sup>172</sup> La disputa si fece aspra e Linneo, come abbiamo rilevato prima, diede il nome *bufonia* ad una pianta maleodorante. Ma Buffon non si diede per vinto e sottolineò che il sistema di Linneo non era da considerarsi altro se non il prodotto di semplici strumenti concettuali. Su questo Buffon aveva ragione e negli anni la catalogazione di Linneo subì numerose modifiche riprendendo la pratica iniziata da Ray di usare l'evidenza morfologica di tutte le parti degli organismi in tutti gli stadi del suo sviluppo.

La rigida griglia di Linneo venne via via sostituita da un sistema aperto che non imponeva né un ordine predeterminato né un numero fisso di cellette. I francesi Michel Adanson e Antoine-Laurent de Jussieu,<sup>173</sup> sotto l'onda di Buffon i più accaniti oppositori di Linneo, idearono un metodo più flessibile che portava ad

---

<sup>171</sup> In italiano "la natura non fa salti", viene impropriamente attribuita da alcuni a Linneo (*Philosophia botanica*, cap. XXVII), da altri a Leibniz (*Nouveaux essais*, IV, 16), ma Fournier (*Espirit des autres*, ch. VI) racconta di averlo già trovato come citazione di un raro scritterello: *Discours véritable de la vie et mort du géant Theutobocus* sotto forma di *Natura in operationibus suis non facit saltum*. Da: G. Fumagalli, *Chi l'ha detto?*, Hoepli, 1980, p. 81

<sup>172</sup> In: <http://www.dse.unifi.it/spe/indici/numero35/macca.htm>, nell'articolo di T. Maccabelli, *Linguaggio, definizioni e termini dell'economia politica: il contributo di Malthus, Whately e Senior*, *Storia del Pensiero Economico*, N. 35, 1998, il quale cita: G. Barsanti, *La scala, la mappa, l'albero. Immagini e classificazioni della natura fra Sei e Ottocento*, Sansoni, 1992, pp. 135-38.

<sup>173</sup> Michel Adanson (1727-1806), naturalista francese di antenati scozzesi; Antoine Laurent de Jussieu (1748-1836)

un ordinamento più naturale. Seguendo la strada intrapresa da Nehemiah Grew prima e da John Ray poi, de Jussieu divise il regno vegetale in classi basandosi sul numero dei cotiledoni, o foglie embrionali, delle piante a fiori. La distinzione tra mono e dicotiledoni è semplice e tutt'ora valida. L'ulteriore divisione in ordini, invece, divenne più complicata rispetto al sistema di Linneo, ma ebbe il vantaggio di fondarsi su relazioni più naturali. Se la complicazione aveva sostituito, in negativo, la semplicità, d'altra parte la flessibilità del nuovo metodo diede modo agli studiosi di concentrarsi sulla grande mutabilità delle specie nello spazio e nel tempo. Senza la rigidità del sistema linneano il compito dei botanici si appesantì, ma l'apertura mentale che ne derivò produsse nel giro di pochi anni una vera e propria rivoluzione nel pensiero. In altre parole la mente degli scienziati, più libera da preconcetti, poté concentrarsi sulle spiegazioni dei fenomeni naturali e poté quindi accorgersi che le specie non erano entità fisse, corrispondenti ai *tipi* platonici o alle creature di Dio, ma entità plastiche. La presa di coscienza che le specie variavano nel tempo allontanò coloro i quali andavano alla ricerca di un Ordine fisso ed immutabile, ma finì con il richiamare a sé gli scienziati più intelligenti e riflessivi. Col passare del tempo e con l'accrescere delle conoscenze aumentò la consapevolezza che le specie erano la conseguenza necessaria di un processo di evoluzione divergente.

## 6.6 Il sesso delle piante

A questo punto necessita una breve pausa dal rigore scientifico. Addentriamoci per qualche riga in una atmosfera più letteraria e aneddottica, ma non per questo meno interessante. Parliamo del sesso delle piante che da un lato ispirò l'estro letterario di poeti e pittori e dall'altro sollevò l'allarme dei religiosi e dei conservatori.

Lo scalpore iniziò nel 1729 quando Linneo, non senza malizia, paragonò la sessualità delle piante a quella degli uomini. Così scrisse:

Le foglie dei fiori [...] servono come un letto nuziale che il creatore ha così gloriosamente sistemato [...] e profumato con così tante delicate essenze che lo sposo con la sua sposa possono lì celebrare i loro nuziali con tanta solennità. Quando il letto è preparato così, allora è il momento affinché lo sposo abbracci la sua amata sposa e le offra i suoi doni.<sup>174</sup>

Su questo e su altre affermazioni analoghe si ironizzò apertamente ed anche il medico Erasmus Darwin, nonno di Charles, un personaggio assai peculiare, produsse un libello assai vivace e *piccante* sul sesso delle piante. Questo un breve brano tratto dal suo libro *The Botanic Garden*:

O BOTANICA MUSA! o tu che scorto / Hai coll'aerea mal l'illustre Sveco / Luce del secol nostro, e, visitando / Seco le valli rugiadoso e gli erti / Monti e le selve e i sinuosi lidi, / Svelasti agli occhi suoi ad uno ad uno / I tesori del tuo regno ed i misteri; / Deh! narra a me quante sovr'ogni foglia / Piccole Grazie si raccolgono, quanti / D'un fiore in sen folleggiano Piaceri, / E quanti infine Amor-insetti libransi / Su leggerissim' ale di farfalla, / Le punte aguzzano de gli aculei, e scoccano / Fulgidi strali da l'elastico' arco. / Primera s'offre l'alta CANNA; al cielo / Erge il capo ricciuto, e la man stende / All'invocata nuzial catena / Che a l'amante l'annoda. Ahi savia coppia! / Nata in suolo più mite il crudo teme / Soffio de l'autunnal

---

<sup>174</sup> Citato in: M. Kemp, *Sexy stamens and provocative pistils*, Nature, vol 400, 1 July 1999, p.36



brinata aurora! / Ma il buon consorte piega la vermiglia / Veste a la Bella abbrivida intorno, / E timorosa  
se la stringe al petto.<sup>175</sup>

I più attenti avranno notato i doppi sensi volutamente marcati come “le valli rugiadoso e gli erti monti e le selve e i sinuosi lidi” chiaramente riferiti al corpo femminile o “Primiera s’offre l’alta CANNA; al cielo” del quale lascio al lettore l’onere di comprenderne il senso.

Molti criticarono Linneo per i suoi, spesso provocatori, paragoni tra il sesso delle piante, degli animali e degli uomini. I circoli politici, nonché la Chiesa, si scandalizzarono, mentre alcuni bigotti, quasi inorriditi, espressero apertamente la loro indignazione. Ad esempio il botanico tedesco Siegesbeck,<sup>176</sup> dapprima amico di Linneo, ne parlò come di una *disgustosa prostituzione* chiedendosi se Dio avrebbe veramente permesso che venti o più uomini (gli stami) avessero una sola donna (il pistillo) in comune o che l’uomo sposato, oltre alla legittima moglie, avesse concubine nei fiori vicini. Dal canto suo Linneo, appena ne ebbe occasione si vendicò chiamando *siegesbeckia* una piccola erbaccia europea.

Tra le più importanti organizzazioni a scandalizzarsi del sesso delle piante la *Enciclopedia Britannica* si scagliò contro i *colpi disgustosi dell’oscenità* con cui Linneo aveva sfigurato il quadro delle bellezze innocenti della Natura.<sup>177</sup> Questa posizione non stupiva in quanto la produzione letteraria che si riferiva alla sessualità nella Natura era più influenzata dalla letteratura latina classica, che dalla tradizione scolastica.<sup>178</sup>

Ciò che cattura meglio il tono dell’epoca è però il libro illustrato di Robert Thornton<sup>179</sup> *New Illustration of the Sexual System of Linnaeus* pubblicato in parti dal 1799 e poi uscito con il nuovo titolo *Temple of Flora* nel 1804 (in quest’ultimo Philip Reinagle<sup>180</sup> disegnò il *Cupido che ispira l’amore alle piante*). Thornton sostenne che il carattere logico e matematico della tassonomia era un *nobile esercizio* molto adatto per l’addestramento delle menti dei giovani. Sottolineando il carattere appassionato della classificazione, confutò l’accusa che le basi sessuali del metodo di Linneo fossero una perversione oscena inadatta alle ragazze perché era convinto che il sistema dello svedese sarebbe servito come scienza della tassonomia floreale e non come giustificazione per abbandonare i giusti principi della camera nuziale umana.<sup>181</sup>

## 6.7 Uomini e scimmie

Nei suoi studi a tutto campo Linneo non trascurò la nostra specie che nella X edizione di *Systema Naturae* (1759) mise in un genere proprio (*Homo*), ma incluse nello stesso ordine dei Primati assieme alle scimmie. Il fatto fu straordinario per l’epoca perché pieno di implicazioni teologiche e non solo. Nonostante la tradizione religiosa desse all’uomo una posizione dominante e Linneo la seguisse con fede, la sua esperienza non gli permise di considerarlo una creatura a parte.

---

<sup>175</sup> E. Darwin, *The Botanic Garden, part II. The Loves of the Plants*, Kessinger Publishing, 1789, 2004, (Canto I, 52-74). Traduzione italiana E. Darwin, *Gli amori delle piante*, traduzione di G. Gherardini, Pirotta e Maspero, 1805, p. 3-4

<sup>176</sup> Johann Georg Siegesbeck (1686-1755)

<sup>177</sup> M. Kemp, 1999, *op. cit.*, p.36

<sup>178</sup> G. Pancaldi, 1982, *op. cit.*, p.13

<sup>179</sup> Robert John Thornton (1768-1837)

<sup>180</sup> Philip Reinagle (1749-1833) fu pittore inglese di piante, animali e paesaggi naturali.

<sup>181</sup> M. Kemp, 1999, *op. cit.*, p.36

Secondo Linneo gli uomini e le scimmie, dei generi *Homo* e *Simia*, erano accorpati in un unico ordine, quello dei Primati. Il genere *Homo* comprendeva l'*Homo ferus*, un uomo che camminava sui quattro arti, non parlava ed era peloso (come i bambini-lupo)<sup>182</sup> e l'*Homo troglodytes* (come l'*Homo silvestris* secondo quanto descritto da Tyson). All'interno della specie *Homo sapiens* c'erano alcune razze (*americanus*, *europens*, *asiaticus*, *afér*) distinte in base al luogo di origine, ma sostanzialmente diverse e riconoscibili da peculiari caratteristiche sia fisiche che comportamentali. I nativi americani erano rossi, testardi e irascibili; gli africani neri e svogliati; gli asiatici pallidi, avari e distratti; gli europei bianchi, moderati e creativi. Era, questa, una chiara discriminazione razziale senza alcuna base scientifica che decantava gli europei attribuendo loro, unici uomini sulla Terra, caratteri virtuosi. Ma se per Linneo si trattava di una semplice descrizione della realtà oltre che del volere divino senza alcun'altra implicazione, per i colonialisti occidentali fu il pretesto per giustificare le aggressioni nei confronti delle popolazioni indigene di ogni parte del mondo.<sup>183</sup>

Anche l'accostamento tra uomo e scimmia per Linneo era una semplice descrizione della realtà senza alcun'altra implicazione, ma per i moralisti fu un grave attacco al loro credo sull'uomo come essere a parte, creato a immagine e somiglianza di Dio. Linneo non solo l'aveva sminuito, l'aveva degradato a livello di bruto.

La polemica su questo punto divenne rovente e Linneo, che inizialmente aveva tentato di minimizzare, fu messo sotto pressione e in una lettera inviata al collega tedesco Johann Gmelin<sup>184</sup> si sfogò affermando che il suo desiderio sarebbe stato quello di tenere separati gli uomini dal resto dei primati, ma lo studio comparato non gli aveva lasciato alcuna alternativa. Chi credeva il contrario avrebbe dovuto accettare il confronto scientifico e non usare sotterfugi. Se qualcuno dichiarava di aver trovato differenze significative tra uomo e scimmia allora avrebbe dovuto mostrarle senza giocare con le parole.<sup>185</sup> Linneo, in quanto scienziato e uomo coerente non poteva che confermare le sue osservazioni, ma come spesso accadeva, la Chiesa lo considerò eretico e l'Arcivescovo di Uppsala lo accusò di empietà.

## 6.8 Linneo e l'evoluzione

L'inserimento dell'uomo fra i Primati mostra quanto Linneo fosse avanti. Alcuni pensano addirittura che abbia percorso l'idea evolutiva. Così può apparire. Se, infatti, il giovane e inesperto Linneo credeva che le specie non potessero modificarsi nel tempo, successivamente dovette ricredersi quando notò che alcune piante si incrociavano dando origine a nuove forme. Il primo caso gli capitò su un'isola nei pressi di Uppsala, un'isola che ben conosceva dal punto di vista floristico. Da un giorno all'altro notò una nuova pianta, mai vista prima. Aveva un aspetto simile alla *linaria* ma ne differiva nella struttura dei fiori. La chiamò *peloria*, la mostruosa, perché credette di avere scoperto un ibrido tra la *linaria* stessa ed un'altra

<sup>182</sup> P. Pagano, 2005, *op. cit.*, p. 83

<sup>183</sup> Cfr. S. J. Gould, *Intelligenza e pregiudizio*, Il Saggiatore, 1998

<sup>184</sup> Johann Georg Gmelin (1709-1755)

<sup>185</sup> "Non placet, quod Hominem inter ant[h]ropomorpha collocaverim, sed homo noscit se ipsum. Removeamus vocabula. Mihi perinde erit, quo nomine utamur. Sed quaero a Te et Toto orbe differentiam genericam inter hominem et Simiam, quae ex principiis Historiae naturalis. Ego certissime nullam novi. Utinam aliquis mihi unicam diceret! Si vocassem hominem simiam vel vice versa omnes in me conjecissem theologos. Debuissim forte ex lege artis.", Manoscritto L0783, 25 Febbraio 1747

specie non meglio identificata. Recentemente è stato messo in evidenza che *linaria* e *peloria* appartengono alla stessa specie in quanto differenziate da una mutazione epigenetica reversibile,<sup>186</sup> ma Linneo pensò di avere sotto gli occhi la prova che una nuova specie era nata. Dall'osservazione e dagli esperimenti sull'impollinazione ipotizzò, allora, che potevano esserci casi (forse la maggioranza?) in cui nuove specie nascevano attraverso l'ibridazione all'interno di un genere. Così, quando venne chiamato a studiare l'adattamento di piante esotiche in Svezia pensò che potessero, incrociandosi, subire un'alterazione e acclimatarsi in ambienti diversi. Si era accorto della grande plasticità adattativa e si convinse della possibilità che non solo potessero nascere nuove specie, ma anche nuovi generi.

Partendo da questi indizi alcuni studiosi hanno avanzato l'ipotesi che Linneo avesse in mente un qualche andamento evolutivo. Certamente le sue idee erano in contrasto con la credenza diffusa della fissità delle specie, ma non perché pensasse a un processo naturale che portasse a trasformazioni radicali. Linneo era convinto che all'inizio del mondo Dio avesse creato le specie originali, le *primae speciei* che avevano adornato il giardino dell'Eden e che da queste potessero nascerne altre. Tuttavia questa eventualità era del tutto marginale tant'è che, in *Philosophia botanica*, scrisse: "il botanico non deve curarsi delle piccole variazioni".<sup>187</sup>

Linneo credeva fermamente alla fissità del mondo, secondo un disegno che rispecchiava l'*Ordine Divino*. Anche se, per primo, sottolineò che non tutto era armonico e meraviglioso, considerò la lotta e la competizione necessarie per mantenere l'equilibrio della Natura. Parlò di *guerra di tutti contro tutti* e della Natura come un *ceppo del macellaio*, ma era ben lontano dal rilevare quella *lotta per l'esistenza* che un secolo dopo Darwin avrebbe posto come base dell'evoluzione. La lotta e la competizione erano necessarie per mantenere l'equilibrio come parte di un processo dinamico nell'immediato, ma statico nel corso delle ere geologiche. Linneo era ben consapevole che il numero di semi prodotto superava di gran lunga il numero delle piante che poi si sarebbero sviluppate e sarebbero giunte a maturazione, ma era lungi dall'immaginare che quel numero eccessivo sarebbe servito per aumentare la variabilità della specie e quindi darle una maggiore probabilità di sopravvivenza secondo il ragionamento che avrebbe fatto Darwin. La spiegazione che Linneo diede a questa apparente anomalia (lo spreco di risorse) era semplicemente per ragioni di economia della Natura. Le piante facevano tanti semi perché così gli uccellini (o altro) avrebbero avuto cibo a sufficienza per sopravvivere.

C'è però, in effetti, qualcosa negli scritti di Linneo che sembra avvicinarlo ad una possibilità evolutiva. Poco sopra abbiamo ricordato cosa scrisse a proposito dei fossili. Mentre per molti naturalisti suoi contemporanei le estinzioni non erano neppure ipotizzabili perché avrebbero lasciato dei vuoti nella creazione di Dio, per Linneo le *pietrificazioni* avrebbero permesso di "guardare all'indietro verso i tempi remoti". Questa riflessione era un chiaro segnale della sua consapevolezza di un mondo in cambiamento.

Che dire, in somma, della sua posizione? Molti studiosi che cercano nella storia della biologia i precursori dell'idea evolutiva considerano il francese Buffon, coetaneo di Linneo, un antesignano. Personalmente penso accettabile questa posizione anche se ritengo il dibattito piuttosto sterile. I due

---

<sup>186</sup> P. Cubas, C. Vincent, E. Coen, *An epigenetic mutation responsible for natural variation in floral symmetry*, Nature, 401, p.157, 1999

<sup>187</sup> C. Linnaei, 1809, *op. cit.*, p. 375

scienziati studiavano organismi viventi molto diversi fra loro: il primo essendo essenzialmente un botanico, il secondo essendo un esperto di animali e di zoogeografia. Dal momento che le piante sotto l'aspetto genetico sono molto più duttili (esistono normalmente, ad esempio, piante poliploidi) non stupisce che le loro idee portassero, a quei tempi, a riflessioni divergenti. Non stupisce neppure che Linneo si prenda la rivincita su Buffon come precursore di quella nuova scienza che prende il nome di ecologia.

## 6.9 Linneo e l'ecologia

Le peculiarità della Natura espresse da Linneo con parole quali economia, equilibrio, bilancio, governo ecc. mostrano quanto avesse fatto sua la convinzione del ruolo di ciascun essere vivente come punto nodale di una fitta rete di relazioni. Anche se, in realtà, tali concetti furono abbozzati già un secolo prima dal filosofo naturalista Kenelm Digby<sup>188</sup> nel suo discorso sulla *polvere di simpatia*<sup>189</sup> al naturalista svedese e ai suoi allievi dobbiamo riconoscere la stesura organica e l'ampia argomentazione.

Tutti gli esseri, anche quelli apparentemente inutili avevano un'importanza cadine. Se non ci fossero stati, ad esempio, i vermi e altri animali spazzini, l'intero mondo sarebbe stato ricoperto di carcasse. Così scrisse Linneo:

Tutta la terra sarebbe carica di CADAVERI e di corpi maleodoranti se alcuni animali non gradissero anche questi come cibo.<sup>190</sup>

Persino gli escrementi avevano la loro utilità:

Gli *Scarabei* durante l'estate estraggono quanto vi è di umido e di glutinoso dagli escrementi del bestiame, che così viene sparso dai venti, sulla terra, come se fosse polvere.<sup>191</sup>

E ancora:

Quando le *Zanzare* depongono numerose uova nell'acqua stagnante, putrida e maleodorante, le larve che ne nascono mangiano tutta la putredine dell'acqua.<sup>192</sup>

E' evidente che per Linneo la Natura non faceva nulla di invano dando a tutti la possibilità di compiere il proprio ciclo.

Gli insuccessi nei tentativi di coltivare le piante esotiche nella fredda Svezia avevano convinto Linneo che ogni essere vivente era adattato al proprio ambiente e, di converso, ogni zona geografica della Terra presentava le proprie peculiarità. Certe specie erano più adattabili di altre, alcune potevano addirittura ibridarsi, ma ciò era un fatto eccezionale. Non era possibile stravolgere le condizioni di vita proprie di ciascun essere e sperare che potesse continuare a prosperare. Lo stretto legame fra specie e territorio aveva implicazioni ampie, compresa la ricostruzione degli eventi che caratterizzarono la storia della Terra. Come vedremo nel prossimo capitolo non era pensabile che le piante si fossero diffuse da un unico centro di

---

<sup>188</sup> Sir Kenelm Digby (1603-1665) inglese, fu diplomatico e filosofo naturale.

<sup>189</sup> In inglese: "Powder of sympathy". Citato in C. Limoges, *Introduzione alla edizione francese* di: C. Linneo, 1982, *op. cit.*, p. 39-40

<sup>190</sup> C. Linneo, *Economia della Natura*, in C. Linneo, 1982, *op. cit.*, p. 104

<sup>191</sup> *ibidem*

<sup>192</sup> *ibidem*

creazione. Se tra un luogo che ospitava una pianta ed un altro simile c'era uno terreno inadatto, quella pianta non sarebbe potuta migrare a meno che la mano dell'uomo non avesse agito in tal senso.

### **6.10 Linneo e la filosofia ambientale**

Il grande contributo di Linneo fu quello di innovare il sistema di classificazione delle piante e di introdurre definitivamente il sistema di nomenclatura binomiale, ma limitare la sua importanza a questi due aspetti è oltremodo improprio. Non dobbiamo, infatti, dimenticare la sua figura di grande stimolo per una intera generazione di biologi. L'ampio spettro dei temi che trattò, spesso con intenti divulgativi, fu di insegnamento per tutti oltre che segnare un'epoca. La sua consapevolezza dell'ignoranza umana e il suo rigore scientifico meritano una riflessione più generale sul rapporto Uomo/Natura che ci introduce ad alcuni temi di filosofia ambientale. Il suo carattere ambizioso potrebbe fare pensare ad una rigidità nel modo di pensare e ad una arroganza nell'imporre le proprie idee. Al contrario abbiamo notato come molte volte, nel corso della vita, Linneo modificò le proprie opinioni dopo aver imparato dalla Natura che i suoi credi iniziali andavano rivisti. Ciò lo portò ad adottare spesso toni cauti nelle sue esposizioni naturalistiche, mediche e morali. Quanto detto non contrasta con la sua fermezza nel difendere le proprie idee, ma rileva come avesse bisogno del confronto serio ed argomentato per rivedere le proprie posizioni.

I suoi scritti, come quelli dei suoi allievi, sono lo specchio dell'evoluzione culturale che avvenne nel XVIII secolo. Se in precedenza nessuno metteva in dubbio la posizione dell'uomo come gradino intermedio tra il mondo reale e la divinità, le continue conferme che l'anatomia umana era troppo simile a quella degli altri animali iniziarono a far nascere forti dubbi nella mente delle persone meno soggette a vingoli dogmatici. Che quello del posto dell'uomo nella Natura fosse un tema caldo si comprende bene dai dubbi che assalirono Linneo. Da una parte la fede religiosa gli faceva credere ancora in un uomo come semidio, dall'altro le conferme della realtà dicevano il contrario. Così, se da un lato le osservazioni lo portarono ad includere l'uomo nello stesso ordine delle scimmie, dall'altro ne riconobbe delle peculiarità mentali importanti. Ad esempio individuò l'anima come particella dello spirito divino che risiedeva *inter cerebellum et [medullam] oblongatam*, uno dei cinque settori del cervello umano che individuò come centro della vita psichica. Ma questo suo mescolare il sacro col profano, Dio con la Natura, infastidiva non poco i teologi dell'epoca. D'altra parte era un modo di pensare che lo avvicinava a Spinoza e non a caso, come abbiamo ricordato all'inizio di questo capitolo, Goethe, uno dei massimi esponenti della naturphilosophie, lo considerò un grande ispiratore.

Ma Linneo, lungi dall'essere un sostenitore del Panteismo, era una persona pratica, un vero scienziato il cui solo interesse non erano le pure speculazioni, bensì il trovare il bandolo della matassa con cui spiegare il funzionamento del mondo. Molte sue ipotesi risultarono frutto della sola fantasia, d'altronde era importante elaborare delle teorie su cui discutere e confrontarsi. E se la sua storia della Terra era troppo grossolana per resistere alle sempre nuove scoperte, l'aver sottolineato come la Natura fosse caratterizzata dalle strette relazioni tra i viventi e il mondo inorganico è ancor oggi di grande attualità. Proprio oggi che stiamo vivendo un periodo critico per la Terra, dovuto all'impatto antropico, la lettura dei suoi saggi risulta oltremodo istruttiva. Non c'è in lui solo l'aspetto pratico dello sfruttamento umano delle risorse, per altro condivisibile sotto certi aspetti, c'è in particolare quel suo senso di stupore nel guardare la bellezza e il

funzionamento della Natura che dovrebbe fare riflettere anche noi uomini del XXI secolo, troppo spesso legati ad una visione ristretta al quotidiano.



## 7 Geologia, fossili e storia della Terra

Il saggio crede che il globo della terra, come tutto ciò che è nato, sia emerso dalle mani della natura con una forma regolare; perché Dio non fa progetti approssimativi e tutto ciò che viene formato da sé si sviluppa impercettibilmente da piccole parti oppure è modellato da parti che si organizzano attraverso la separazione e la collisione.<sup>193</sup>  
(Leibniz, *Protogaea*)

### 7.1 Fossili

La spiegazione dei fenomeni misteriosi accende la fantasia degli uomini e spesso sfocia nel misticismo. L'ignoranza porta ad interpretazioni che collimano col proprio credo. Così accadde per i fossili. Gli animisti venerarono i *serpenti di pietra* e le *lingue di pietra* quando in realtà si trattava di ammoniti e denti fossili di antichi squali. I cristiani pensarono all'opera di Dio:<sup>194</sup> modelli di forme animali, esperimenti, resti della creazione. I più timorosi credettero ad azioni del diavolo volte ad impaurire e confondere, altri li interpretarono come scherzi della Natura (*lusi naturae*), altri ancora pensarono all'espressione di forze plastiche intrinseche alla terra. Athanasius Kircher,<sup>195</sup> gesuita del XVII secolo ad esempio, scrisse di una virtù pietrificante diffusa in tutto il geocosmo. In precedenza Plinio il Vecchio ipotizzò una loro provenienza dalla Luna ed una loro successiva caduta dal cielo. Dal punto di vista pratico i fossili ebbero un alto valore commerciale, sia perché rari, sia perché stimolando la fantasia e palesando mistero, attiravano folle di curiosi. Basti pensare che nel 1844 il British Museum pagò 1300 sterline per una collezione di fossili compreso uno degli scheletri meglio conservati di mastodonte. Pochi anni più tardi, nel 1862, propose 700 sterline per un fossile di *Archaeopteryx*, l'animale un po' uccello e un po' rettile, l'*anello mancante* più famoso del XIX secolo.

A parte le note di folklore, per i cristiani credenti i fossili rappresentarono un problema assai critico. Sostenere che fossero resti pietrificati di specie estinte significava affermare che Dio era imperfetto in quanto creatore di organismi morti e, quindi, malfatti. Dire che Dio li aveva sparsi qua e là nel terreno per burlare gli uomini era come ammetterne l'ipocrisia. Dio era perfetto e buono, come mostravano gli studi secolari di filosofi e teologi su questo tema. Cartesio, ad esempio, era stato molto chiaro dimostrando, razionalmente, l'esistenza di un Dio perfetto, onnipotente e veritiero.<sup>196</sup>

---

<sup>193</sup> G. W. Leibniz, *Protogaea*, University of Chicago Press, 2008, p. 13

<sup>194</sup> Sembra impossibile, ma ancora oggi c'è chi sostiene questa possibilità come il rabbino ortodosso Menachem Schneerson. Cfr. T. Pievani, *Creazione senza Dio*, Einaudi, 2006, p. 107

<sup>195</sup> Athanasius Kircher (1602-1680)

<sup>196</sup> L'esistenza di Dio, per Cartesio, si basava su 3 prove. La prima partiva dal presupposto che qualsiasi pensatore era imperfetto in quanto esposto al rischio del dubbio. Costui pur essendone consapevole non aveva potuto produrre l'idea stessa della perfezione. Di



## 7.2 Robert Hooke e il microscopio

A togliere ogni dubbio sull'interpretazione dei fossili arrivò Robert Hooke,<sup>197</sup> uno dei primi scienziati ad utilizzare ampiamente il microscopio. Preso da una curiosità incontenibile costui osservò sotto ingrandimento tutto ciò che poteva: da pezzi di animali e piante, a fossili e minerali, compiendo esperimenti e avanzando ipotesi. Nel suo straordinario libro *Micrographia*<sup>198</sup> raccolse gran parte delle sue scoperte che corredò con splendidi disegni, quali, ad esempio, insetti ingranditi decine di volte. Mai si era visto niente di simile e Samuel Pepys,<sup>199</sup> uno degli uomini più colti e stimati d'Inghilterra, dichiarò di essere rimasto a leggere il libro di Hooke fino alle due del mattino trovandolo il più originale. Infatti, *Micrographia* era sì spettacolare, ma conteneva anche una grande quantità di spunti per riflettere sulla Natura. Tra questi un *legno pietrificato* destò grande curiosità durante le conferenze<sup>200</sup> presso la Royal Society. Così si legge in *Micrographia*:

Non devo dimenticarmi di avvisare il Lettore che, avendo avuto la libertà di fare alcune prove su un pezzo di *Lignum fossile* mostrato alla Royal Society dall'egregio esperto medico, Dottor *Ent*, che lo ha ricevuto in regalo dal famoso *Ingenioso Cavalliero de Pozzi*, essendo uno dei più belli e migliori pezzi di *Lignum fossile* che abbia mai visto; avendo (dicevo) preso un piccolo pezzo di questo legno, dopo averlo esaminato, ho provato a bruciarlo all'aria aperta come fosse un legno comune, ma invece di fumo resinoso, ne produceva uno bituminoso [...] <sup>201</sup>

Hooke aveva capito che il fossile da lui analizzato aveva una struttura simile al carbone e al legno marcio per cui non poteva essere che derivato da un albero. Probabilmente un pezzo di legno era rimasto sommerso in una *acqua pietrificante*, aveva lasciato una impronta *come il sigillo fa nella cera calda*<sup>202</sup> e questa impronta, in un lasso di tempo lungo, era stata mineralizzata. Anche i *serpenti di pietra* non avevano nulla di soprannaturale. Lo scienziato inglese li guardò al microscopio, li confrontò con le conchiglie e li classificò come ammoniti non prima di averli paragonati al Nautilus, un mollusco dalla conchiglia arrotolata su di un unico piano, arrivato recentemente dalle Indie Orientali. Con questo ed altri esempi

conseguenza l'idea della perfezione doveva essere stata prodotta da un Essere che avesse la stessa perfezione dell'idea della perfezione, vale a dire un Dio perfetto. La seconda prova asseriva che il pensatore non potendo essersi auto-creato doveva essere stato creato da qualcun altro, e qualcun altro non poteva essere che Dio. La terza, ripresa dalla prova *a priori* di Anselmo d'Aosta (1033-1109), rimarcava che la perfezione implicava anche l'esistenza, altrimenti l'essere perfetto (Dio) mancherebbe di una perfezione: l'esistenza. Provata l'esistenza di un Dio perfetto era diretta conseguenza che non potesse essere menzognero, infatti un Dio ingannatore non sarebbe stato conciliabile con il Dio perfetto. Cfr. U. Perone *et al.*, *op. cit.*, vol. 2, p.142

<sup>197</sup> Robert Hooke (1635-1703)

<sup>198</sup> R. Hooke, *Micrographia: or some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses, with Observation and Inquiries thereupon*, 1665, reprinted by Dover Phoenix Editions, 2003

<sup>199</sup> Samuel Pepys (1633-1703) era un membro del parlamento inglese molto attento ai problemi scientifici e naturalisti ed è famoso per il suo ampio diario.

<sup>200</sup> Le conferenze [Lectures] di Hooke alla Royal Society furono pubblicate due anni dopo la sua morte nel libro: R. Hooke, *The Posthumous Works of Robert Hooke M. D. etc. Containing his Cutlerian Lectures, and other discourses read at the meetings of the illustrious Royal Society*, Edited by Waller R. Smith & Walford, London 1705

<sup>201</sup> R. Hooke, *Micrographia*, *op. cit.*, ed. Bibliolife, 2007, p. 218-9

<sup>202</sup> citato in D. Young, *Discovery Evolution*, Cambridge University Press, 2007, p. 35

Hooke scalfì le credenze dell'epoca e gli studiosi presto si trovarono concordi nell'affermare che i fossili altro non erano che organismi vissuti molto tempo addietro.

Com'era prevedibile, la nuova consapevolezza aprì nuovi interrogativi, altrettanto problematici. Tra questi uno si mostrò particolarmente inquietante: com'era possibile che resti fossili di animali marini si trovassero inglobati nelle rocce di montagna? Le possibili spiegazioni non erano tante: o le acque marine un tempo ricoprivano le montagne o, al contrario, le montagne si erano innalzate. La Bibbia, però, non contemplava nessuna di queste circostanze, a meno di non conciliare il Diluvio Universale con la prima ipotesi.

Tra gli studiosi interessati al problema John Ray ragionò a lungo e produsse alcune ipotesi. Forse, argomentò, i fossili erano i resti di organismi ancora viventi ma nascosti in qualche angolo del pianeta, anche se, a ben pensarci, certe ossa fossili dovevano appartenere ad animali così grandi e particolari che difficilmente sarebbero passati inosservati agli esploratori. Forse, inizialmente vi era una Terra primordiale ricoperta dagli oceani, poi le acque si erano ritirate e dei *fuochi e soffi sotterranei* avevano innalzato il terreno e prodotto i fossili; nel processo si erano aperte grandi fessure e le *fontane del profondo* avevano scagliato gli organismi marini fin sulle montagne. Ma anche quest'ultima spiegazione apparve poco convincente: non aveva alcun supporto empirico, la Bibbia non ne faceva menzione e lasciava inalterato il problema degli organismi estinti. Comunque la si girasse, la questione sembrava irrisolvibile, a meno di non rivoluzionare totalmente il pensiero.

Hooke, nella sua *Micrographia*, scrisse di fenomeni quali “[...] diluvio, inondazione, terremoto, o qualche altra cosa di quel tipo”<sup>203</sup> in quanto diventava sempre più evidente che la superficie della Terra, dopo la creazione, doveva essersi modificata. Grandi movimenti geologici dovevano esserci stati se “Alcune parti che prima dovevano essere mare ora sono terra,”<sup>204</sup> e “le montagne sono diventate pianure, e le pianure montagne, e così via”<sup>205</sup>.

Quando, nel 1695, esaminò alcune piante fossili che il naturalista scozzese Edward Lhwyd<sup>206</sup> gli aveva inviato, Ray cominciò a convincersi che la Terra doveva essere assai vecchia, molto più vecchia di quanto lasciava supporre la Bibbia. In una lettera da lui inviata allo stesso Lhwyd scrisse:

D'altra parte ne segue una serie tale di conseguenze che sembra contraddire la Storia delle Scritture per quanto riguarda la giovane età del mondo; se non altro sovverte il concetto comunemente riportato... che dalla prima Creazione non ci siano state estinzioni di specie animali e vegetali e nessuna sia stata prodotta. Ma qualsiasi cosa possa dirsi riguardo l'Antichità della Terra stessa e dei corpi che vi abitano, e ancora che la razza umana è nuova sulla terra e non più vecchia di quello che le Scritture dicono, posso pensare che sia quasi provato da molti argomenti [...]”<sup>207</sup>

---

<sup>203</sup> R. Hooke, *Micrographia*, op. cit., p. 228

<sup>204</sup> R. Hooke, *The posthumous works of Robert Hooke*, Johnson Reprint Corp., 1969, p. 298

<sup>205</sup> R. Hooke, *Lectures Cutlerianae, or a collection of lectures*, Printed for John Martyn Printer to the Royal Society, 1679.

Sectione: *Lectures De Potentia Restitutiva*, p.49

<sup>206</sup> Edward Lhwyd (1660-1709)

<sup>207</sup> J. Ray, *Further Correspondence of John Ray*, Printed for the Ray Society, 1928, p.260. Anche in <http://ucmp.berkeley.edu/history/ray>

I fossili e l'età della Terra erano due questioni ormai strettamente legate l'una all'altra. Era impossibile una spiegazione per la prima senza coinvolgere la geologia del pianeta e i suoi conseguenti tempi lunghissimi.

### 7.3 La geologia di Steno

La risposta arrivò dall'Italia. Nell'ottobre del 1666 al largo di Livorno fu catturato un grosso squalo e il granduca Ferdinando II de' Medici lo fece analizzare da uno studioso di origine danese, tale Niels Stensen,<sup>208</sup> un pioniere in anatomia e geologia che si era stabilito in Toscana dove prese a chiamarsi Niccolò Stenone o, semplicemente, Steno.<sup>209</sup> Costui conosceva molto bene gli studi di Hooke e capì immediatamente che i denti dello squalo rassomigliavano troppo alle *lingue di pietra* (*glossopetrae*) perché potessero essere due cose distinte. Incuriosito sul come potessero formarsi, iniziò a studiare i fossili e nel 1669 pubblicò i risultati in un volumetto dal titolo: *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus*.<sup>210</sup> Si trattava di un breve resoconto, appena 78 pagine, scritto come introduzione di un'opera che lo scienziato intendeva elaborare ma che non vide mai la luce. Nonostante la piccola dimensione il saggio ebbe un enorme impatto scientifico.

Steno aveva notato che la crescita dei fossili era totalmente diversa da quella dei cristalli. Mentre questi ultimi si accrescevano col deposito di nuovo materiale sulle superfici esterne, le conchiglie fossili mostravano una crescita simile a quella dei molluschi viventi, cioè accumulavano il materiale lungo i margini esterni. Inoltre le conchiglie fossili erano state evidentemente inglobate in una matrice morbida attraverso una lenta sedimentazione di materiale soffice che solo successivamente si era compattato. Questo processo di sedimentazione poteva essere avvenuto solo sott'acqua e nel corso di un tempo lunghissimo, molto più lungo dell'immaginabile. Un esempio di sedimentazione stratificata erano le rocce fossilifere presenti in Toscana che, quindi, in passato erano il fondale di un mare o di un grande lago.

La conclusione di Steno venne ben accolta dal mondo scientifico, anche se lasciava alcuni dubbi. Se le rocce fossilifere erano nate dal lento accumularsi di materiale, com'era possibile che alcune mostrassero strati inclinati, alcuni verticali ed altri ripiegati o addirittura contorti? Forse la Terra aveva veramente una storia lunghissima, costellata di eventi traumatici e cataclismi apocalittici. Ma se così era, allora Steno aveva veramente rivoluzionato la geologia e la paleontologia perché aveva capito che i fossili più profondi erano anche i più vecchi e di conseguenza scavare una roccia sedimentaria sarebbe stato come sfogliare all'indietro il libro della Natura. Il processo di sedimentazione stratificata sarebbe stato una fonte inesauribile di informazioni sulla storia del Pianeta. Le grandi rocce segnavano la faccia della Terra come le rughe ricoprivano il volto di un vecchio e i piccoli fossili erano la testimonianza del lungo tempo passato. Hooke a riguardo si esprime magnificamente: "ora queste conchiglie e gli altri corpi sono le medaglie, le urne e i monumenti della Natura. [...] Questi sono i più grandi e duraturi Monumenti dell'Antichità".<sup>211</sup>

---

<sup>208</sup> Niels Stensen, Nicolaus Stenonis, Nicolas Steno (1638-1686)

<sup>209</sup> Cfr. anche F.C. Wezel, *Compulsare gli archivi storici della Terra*, Bollati Boringhieri, 2004, p. 22.

<sup>210</sup> "Discorso preliminare per una dissertazione su un corpo solido contenuto naturalmente all'interno di un solido"

<sup>211</sup> R. Hooke, *The Posthumous Works of Robert Hooke M. D. etc.*, Edited by Waller R. Smith & Walford, London 1705. Cit in: F. Ellenberger Francois, *History of Geology*, vol. 2, Ed. by Marguerite Carozzi, Taylor francis (UK), 1999, p. 58

## 7.4 La nascita della Terra

Nel XVI secolo poco o nulla si sapeva sulla origine della Terra. Gli unici documenti a riguardo erano la Bibbia ed i trattati scritti da Cartesio prima e Thomas Burnet<sup>212</sup> poi. Cartesio aveva proposto una storia planetaria ipotetica basata unicamente sulla materia e il movimento. Nei suoi scritti *Principia philosophiae* e *Le Monde, Ou, Traité de la Lumière*<sup>213</sup> Cartesio volutamente non cercò di ricostruire esattamente il percorso del nostro pianeta, ma semplicemente “immaginarne uno qualsiasi dove non sia nulla che anche le menti più grossolane non siano in grado di concepire [...]”<sup>214</sup>. Cartesio pensava ad una storia terrestre di 5 o 6000 anni, dove in origine esisteva un corpo simile ad una stella, caldo, che in seguito a raffreddamento si sarebbe rotto e collassato per formare la crosta esterna. Su questa linea il teologo inglese Thomas Burnet scrisse *Telluris Theoria Sacra*<sup>215</sup> [Teoria sacra della Terra] pubblicato prima in latino (1680) e poi in inglese (1691). Anche questo libro, come quelli di Cartesio, rappresentava una cosmogonia puramente speculativa, in quanto mancavano le basi scientifiche per poterne abbozzare una. Burnet cercò di rendere compatibili le Sacre Scritture con le idee scientifiche che stavano nascendo, non risparmiando critiche ad Aristotele quando quest’ultimo affermava che la Terra era eterna.<sup>216</sup> Nella prima parte dell’opera l’autore immaginò la formazione della Terra e il Diluvio Universale. All’inizio il mondo era liscio e sferico, senza mari né montagne e con un clima sempre primaverile. L’umanità peccatrice fece adirare Dio. Allora il Sole seccò la terra che divenne arida e si spaccò, si crepò fino al collasso. L’acqua, che stava all’interno, nella *grande profondità* descritta dalla Bibbia, iniziò a bollire finché traboccò e inondò le terre già allagate dalle piogge fitte ed insistenti. Tutti gli organismi viventi perirono tranne quelli che avevano trovato ospitalità sull’Arca che Noé aveva costruito dopo che Dio stesso lo aveva avvisato del diluvio imminente. Compiuta la *purificazione* le piogge si diradarono e si fecero più leggere. L’acqua si ritirò fino a lasciare emergere le montagne e le pianure attuali.

Questo è un brano tratto dal libro I, capitolo 2:

[...] 1600 anni e oltre dopo che la Terra fu fatta, e abitata, finì - inondata e distrutta da un Diluvio d’acqua. Non un Diluvio di una nazione, o di alcuni paesi o regioni, come la Giudea o la Grecia, o qualsiasi altro, ma un Diluvio che interessò l’intera faccia della Terra, da Polo a Polo, da Est ad Ovest, e in tale quantità che l’inondazione superò la cima delle montagne più alte, la pioggia scese in maniera insolita, le fontane del Grande Profondo si aprirono. Così sulla Terra si abbatté una distruzione e una devastazione generale, su tutte le sue cose, l’Umanità e le altre Creature viventi; si abbatté su tutto tranne Noè e la sua famiglia che, grazie ad una speciale Provvidenza di Dio, furono preservati grazie ad una Arca, un contenitore a forma di nave, assieme ad alcuni tipi di Creature viventi che Noè prese con sé. Dopo che queste acque si furono scatenate per qualche tempo sulla Terra, esse iniziarono a diminuire e ritirarsi, e le grandi onde e fluttuazioni di questo Profondo, o questo Abisso, iniziarono ad acquietarsi per gradi, cominciarono a diminuire e si ritirarono nei Canali e nelle Caverne all’interno della Terra. Iniziarono ad apparire le Montagne e i Campi, ed emerse l’intera Terra abitabile così come la vediamo ora. Quindi il Mondo iniziò

<sup>212</sup> Thomas Burnet (1635-1715)

<sup>213</sup> “Il mondo o trattato sulla luce”

<sup>214</sup> Cartesio, *Il mondo*, VI, cit. in U. Perone *et al.*, 1980, *op. cit.*, vol. 2, p.148

<sup>215</sup> Il libro completo è scaricabile all’indirizzo: <http://www.uwmc.uwc.edu/geography/burnet/burnet.htm>

<sup>216</sup> T. Burnet, *The Sacred Theory of the Earth*, 1691, R. Norton, London, Book 1, chapter IV

di nuovo, da quei pochi resti preservati nell'Arca. L'attuale razza del Genere Umano e gli Animali si diffusero nelle parti conosciute della Terra. Così per il vecchio Mondo, e sorse quello attuale dalle sue rovine e dai suoi resti.

Sin dall'inizio Burnet si sentì soddisfatto delle proprie elaborazioni così, prima di darle alle stampe, pensò di chiedere un parere a qualche eminente contemporaneo che lo potesse supportare. A Cambridge insegnava un importante fisico, Isaac Newton, e proprio a lui si rivolse affinché rivedesse il testo. La tesi di Burnet era ovviamente discutibile, tuttavia in privato Newton lo elogiò dicendo che aveva prodotto un racconto valido e, tutto sommato, plausibile. Gli diede alcuni suggerimenti alternativi precisando, però, che non aveva nulla contro le proposte originali e che forse le sue correzioni erano addirittura meno probabili.<sup>217</sup> Non deve stupire il comportamento di Newton, evidentemente le credenze dell'epoca impregnavano tutti gli studiosi compresi i più grandi scienziati. Newton, così come Ray prima e Linneo poi, era convinto della presenza di un ordine nascosto, naturale e profondo, che era compito dell'uomo svelare e spiegare. D'altra parte Burnet agì d'astuzia evitando accuratamente le questioni spinose come quelle dei fossili marini trovati in montagna e utilizzò una prosa piacevole e accattivante per convincere anche i più scettici. Il suo libro ottenne un grande successo e, seppure fosse impregnato di fantasie, ebbe l'indubbio merito di mettere a confronto la razionalità con le Sacre Scritture, in quel periodo quasi intoccabili. Dopo di lui, infatti, altri studiosi tentarono di scrivere una storia della Terra basata sulla successione di eventi naturali e non più per effetto unicamente della azione divina.

Fra questi John Woodward,<sup>218</sup> un giovane esperto in geologia che collezionava fossili e pietre dure, cercò di riscrivere la storia con un carattere più scientifico. Elaborò due saggi interessanti: nel 1695 *An Essay toward a Natural History of the Earth and Terrestrial Bodies, especially minerals* [Saggio riguardo una storia naturale della terra e dei corpi terrestri, specialmente minerali] e l'anno dopo *Brief Instructions for making Observations in all Parts of the World* [Brevi istruzioni per compiere osservazioni in tutte le parti del mondo]. Nel primo scritto ipotizzò che la crosta terrestre non fosse crollata sotto le forze dirompenti del diluvio, ma fosse stata prima disciolta e poi rimescolata dal flusso delle acque. Le particelle di terra fluttuanti si erano poi depositate quando le acque si erano calmate e la sedimentazione aveva formato le rocce con inglobati i fossili di quegli organismi che erano vissuti prima del diluvio. Woodward pensò che la sedimentazione sarebbe dovuta avvenire per gravità specifica, con le particelle più pesanti depositate per prime, seguite da quelle più leggere. Lo stesso doveva essere accaduto per le conchiglie: le più pesanti nella roccia, le più leggere nel gesso. Woodward fu deciso nell'affermare che: "io dico che chiunque considerasse tutto questo, non avrebbe bisogno di andare oltre per provare che la Terra fu veramente così disciolta, e successivamente disposta, in questa maniera di cui ho detto."<sup>219</sup> Anche Woodward, però, nonostante la presunzione, aveva trascurato di spiegare perché molte stratificazioni non erano orizzontali e perché in montagna si trovavano dei fossili marini. Infine, molto peggio, non era affatto vero che nelle

---

<sup>217</sup> Cfr. D. Brewster, *Memoirs or the life, Writings, and Discoveries of Sir Isaac Newton*, Hamilton Adams and Co., Vol.2, 1855, p. 449-50.

<sup>218</sup> John Woodward (1665-1728)

<sup>219</sup> In: J. Woodward, *An Essay Towards a Natural History of the Earth, and Terrestrial Bodies, Especially Minerals*, Bettesworth A. and W. Taylor, London, 1695, 3<sup>rd</sup> ed., 1723, preface

sedimentazioni le particelle e le conchiglie più pesanti si trovavano in basso mentre quelle più leggere in alto. Il tentativo del giovane crollò sotto il peso delle pesanti critiche arrivate da ogni parte, tra le quali quelle pungenti di John Arbuthnot,<sup>220</sup> un medico e matematico londinese famoso all'epoca per le sue satire provocatorie.

Nonostante le gravi manchevolezze, anche il lavoro di Woodward ebbe l'indubbio merito di accendere l'interesse sulla materia e di attrarre gli scienziati sempre pronti a mettersi in gioco nelle sfide intellettuali. Bisognava capire quale meccanismo avrebbe potuto giustificare il movimento delle rocce: non solo il loro alzarsi ed abbassarsi ma anche il ripiegarsi e contorcersi, così come aveva messo in evidenza Stenone e così come il semplice diluvio non era in grado di sostenere. Sarebbe stato necessario saperne di più sull'età della Terra perché era impensabile un tale movimento delle rocce in poche migliaia di anni. La ragione aveva mostrato che i fatti apparentemente inspiegabili potevano trovare soluzione senza il bisogno di invocare l'intervento divino e la sola fantasia non poteva andare troppo lontano. Era necessario stare sul campo e osservare, prendere appunti e riflettere.

### **7.5 Linneo e la nascita dei viventi**

Il racconto biblico sul Diluvio non poteva essere plausibile per diverse ragioni. Se il già citato Athanasius Kircher aveva calcolato il numero delle specie che avrebbero dovuto essere ospitate sull'Arca trovandolo coerente, mano a mano che nuovi animali e nuove piante arrivavano da tutto il mondo tale teoria non poté più reggere. Lo stesso Ray capì la mancanza di fondamento del lavoro di Kircher che bollò come *sciocco e superficiale*.

Per Linneo, che nacque quando Ray era già morto, era semplicemente impossibile ammettere che una nave, per quanto grande, avrebbe potuto ospitare tutti i viventi. Era più probabile pensare a qualche cosa di diverso, forse una montagna. Linneo, aiutato dai suoi studenti, riflettè su questi punti. Nel saggio *Oratio de Telluris habitabilis incremento* [Discorso sull'accrescimento della terra abitabile] del 1744 tentò di ripercorrere l'evento biblico. Il ragionamento partì dalla considerazione che tutti gli esseri viventi avevano in sé una enorme potenzialità per ricolonizzare il mondo in breve tempo e tutti potevano produrre una quantità enorme di discendenza. Le piante, ad esempio, maturavano così tanti semi che non avrebbero avuto alcun problema. Forse la ragione di tanta sovrabbondanza risiedeva nel fatto che le specie, all'inizio del mondo, dovevano colonizzare dei territori sempre più vasti partendo da una zona ristretta. Poi, compiuta l'intera occupazione, il sovrappiù di ogni specie sarebbe servito da cibo per gli altri esseri, così da mantenere l'equilibrio della Natura. In questo, sia la Creazione che il Diluvio presentavano strette similitudini. In entrambi i casi da una semplice coppia di individui, o da un solo esemplare nel caso degli ermafroditi, si doveva sviluppare il mondo intero. Dal momento che l'Arca era troppo piccola per ospitare la grande quantità di specie esistenti, l'inizio della colonizzazione poteva essere avvenuta da un'isola in mezzo all'oceano, vicino all'equatore e con una grande montagna al centro per offrire tutte le condizioni climatiche. Era, infatti impossibile immaginare che gli orsi polari e i licheni artici fossero riusciti a

---

<sup>220</sup> John Arbuthnot, chiamato comunemente il Dr. Arbuthnot (1667-1735)

convivere con le scimmie o le palme dei tropici. L'isola, insomma, doveva essere una Terra in miniatura che si espandeva al passare del tempo, man mano che le acque dell'oceano andavano ritirandosi.

La teoria di Linneo, seppur affascinante, presentava molte contraddizioni. Innanzitutto lo spazio. Quanto doveva essere grande l'isola per riuscire a mantenere per giorni, mesi o anni tutti gli ospiti che Dio aveva Creato? Forse neppure un territorio grande come la Gran Bretagna era sufficiente. Poi c'era il discorso della sopravvivenza. Come faceva a vivere una coppia di antilopi? Se si metteva a mangiare avrebbe subito determinato l'estinzione delle specie brucate. Allo stesso modo come facevano a vivere i leoni? Se avessero catturato un'antilope questa si sarebbe subito estinta. L'equilibrio fra specie funzionava in Natura proprio perché c'era un giusto bilanciamento, cosa che non poteva esistere in una piccola isola. Inoltre, anche se una montagna presentava diverse fasce climatiche non era in grado, comunque, di rappresentare tutti i possibili climi compresa umidità, tipo di terreno ecc.. Come abbiamo visto precedentemente Linneo sapeva che ogni specie era adattata al luogo in cui viveva. I suoi studenti che avevano girato il mondo gli avevano sottolineato questo importante aspetto che diventerà fondamentale per la biogeografia. Anche nei suoi esperimenti di acclimatazione delle piante esotiche in Svezia, Linneo aveva notato che le stesse piante crescevano solo dove c'erano le stesse stagioni dell'anno e lo stesso suolo. Se trapiantate in luoghi diversi, o morivano o vivevano a stento. Inoltre anche la migrazione non era possibile se non c'era uniformità del territorio. Come erano migrati gli animali e le piante adattate al freddo dalla montagna primordiale fino ai poli? Non potevano certo avere attraversato il caldo e secco deserto! No, neppure l'idea dell'isola poteva funzionare.

Era evidente: né le Sacre Scritture né la sola osservazione accoppiata ad una accesa fantasia riuscivano a fornire un quadro sufficientemente coerente sulla storia della Terra. Era necessario un diverso approccio, lo comprese Buffon quando applicò alle scienze naturali il nuovo pensiero illuministico basato sull'esperimento e propose la propria versione sulla storia della Terra. La vedremo nel prossimo capitolo.

## 8 George-Louis Leclerc, conte di Buffon

[...] ci siamo fatti un'idea chiara di ciò che si chiama *specie* e il raffronto del numero o della somiglianza degli individui è solo un'idea accessoria e spesso indipendente dalla prima [...] <sup>221</sup> (Buffon, *Histoire Naturelle*)

George-Louis Leclerc, conte di Buffon,<sup>222</sup> nacque lo stesso anno di Linneo e, pur essendo essenzialmente uno zoologo, come Linneo si interessò di un'ampio ventaglio di discipline. Dopo oltre due secoli dalla scomparsa le sue idee sono superate, tuttavia la storia lo ricorda per le sue ardite teorie e per aver introdotto nelle scienze naturali la prova empirica, fino ad allora appannaggio della fisica. Non soddisfatto dalle spiegazioni proposte, Buffon le cercò utilizzando il puro ragionamento vagliato però, quando possibile, dal mezzo sperimentale. Era convinto che l'osservazione e la sperimentazione dovessero andare di pari passo per carpire i segreti della Natura. Il suo modo di procedere, pionieristico, fu di esempio per le generazioni a venire.

Anche Linneo, come abbiamo visto, si confrontò con prove in campo per tentare l'acclimatazione delle piante tropicali in Svezia, tuttavia il suo lavoro venne svolto unicamente per questioni pratiche. Per altro Linneo rimase strettamente legato alla osservazione quando la scienza richiedeva ormai una metodologia più efficace ed un riscontro diretto. Intendiamoci: anche Wallace e Darwin arrivarono a comprendere i meccanismi di trasformazione delle specie con la sola osservazione, tuttavia una qualsiasi teoria scientifica, per garantire la sua validità, ha bisogno di un supporto sperimentale. Questa è una delle ragioni per la quale i biologi di oggi, soprattutto genetisti, stanno cercando e trovando sistemi empirici che convalidino le tesi evolutive.

Per comprendere appieno la figura e l'opera di Buffon è necessario tenere a mente l'aria di profondo rinnovamento che caratterizzò l'Europa del XVIII secolo e che prese il nome di Illuminismo in quanto si prefiggeva lo scopo di *rischiare* la mente umana per liberarla dalle tenebre dell'ignoranza, della superstizione, dell'oscurantismo. Rinomati personaggi come Voltaire, Montesquieu e Fontanelle partendo dalla cultura inglese che fece capo a Locke e Newton diedero vita ad un ampio movimento per combattere il dogmatismo conservatore. E proprio Buffon, amico di Voltaire, fu promotore nel campo biologico di quell'Illuminismo che avrebbe scalzato il dogma religioso della Creazione biblica.

Sul carattere tenace e sul grande carisma di Buffon tutti gli storici concordano, mentre sulla sua figura di scienziato si dividono. Ancora oggi si dubita delle sue reali qualità. Ad esempio, nella versione italiana della enciclopedia telematica *wikipedia*, sta scritto:

[...] malgrado il suo impatto e il ruolo che gioca nella diffusione delle conoscenze scientifiche, l'opera soffre di molte lacune. Prima di tutto, Buffon non è un sistematico, cosa che lo porta a presentare i gruppi

<sup>221</sup> G.-L. Leclerc Buffon, *Histoire Naturelle*, 1753, cit. in: A. La Vergata, 1979, *op. cit.*, p.117-8

<sup>222</sup> George-Louis Leclerc conte di Buffon (1707-1788)



in modo rudimentale. Inoltre si dilunga in particolare sulle specie più conosciute e non nomina che di sfuggita le altre specie. Gli si rimprovera di aver disdegnato o addirittura escluso le classificazioni scientifiche senza le quali non c'è tuttavia né ordine né chiarezza. Non è un osservatore molto affidabile, cosa che lo porta a numerosi errori [...].<sup>223</sup>

La critica più spietata lo accusa di aver attinto a piene mani da lavori altrui, lo considera un personaggio capace di incantare con le parole, di essere uno scienziato di poco valore, di trascurare gli aspetti che avrebbero richiamato meno seguaci. Tra gli altri il matematico Jean le Rond d'Alembert lo appellò come *il grande fraseggiatore* sottolineandone la mancanza di spessore. Ovviamente abbondano anche i sostenitori: c'è chi ne esalta il lavoro nei suoi singoli aspetti<sup>224</sup> o in generale il contributo dato all'intera biologia.<sup>225</sup> Alcune sue citazioni famose come: "Lo stile è l'uomo stesso", "Il grande operaio della natura è il tempo", "Il genio è solo una grande predisposizione alla pazienza",<sup>226</sup> hanno contribuito ad alimentare il dibattito tra sostenitori ed oppositori. D'altra parte Buffon è sempre andato avanti per la sua strada incurante delle critiche.

Presumibilmente le controversie sulla sua figura hanno spiegazioni che vanno oltre la sua importanza e la sua personalità. Lo straordinario successo della sua enciclopedia *Histoire Naturelle* pose alla ribalta numerose questioni scottanti. In questo scritto, come vedremo, Buffon arrivò ad affermare che la Terra era molto più vecchia di quanto sosteneva la Chiesa e che l'uomo e la scimmia avevano antenati comuni. Dichiarazioni e teorie del genere non potevano rimanere nell'ombra data l'importanza dell'incarico istituzionale e sociale che Buffon ricopriva.

## 8.1 Vita

Georges-Louis Leclerc nacque il 7 settembre 1707 a Montbard in Borgogna, a sud-est di Parigi, in una ricca famiglia della alta aristocrazia francese.<sup>227</sup> Il padre, di nome Benjamin, era signore di Digione e di Montbard e consigliere al parlamento della Borgogna. Alla età di dieci anni Georges-Louis frequentò il *Collègedes Godrans* (collegio gesuita) di Digione poi si iscrisse all'Università dove studiò legge. Abbandonato lo studio del diritto si dedicò alla matematica e alla botanica presso l'Università di Angers prima di andare a Parigi (nel 1732) dove continuò gli studi scientifici. In quell'anno entrò in contrasto col padre in quanto, vedovo da appena un anno, aveva sposato in seconde nozze una giovane di 22 anni, Antoinette Nadault, determinando problemi di eredità. Dopo aver litigato lo citò in tribunale. Nel 1733 riuscì a farsi intestare la tenuta di Buffon oltre ad una parte di eredità dello zio da parte di madre. A Parigi frequentò il mondo intellettuale, conobbe fra gli altri Voltaire, e si fece notare dalle alte cariche istituzionali. Entrato all'Accademia delle Scienze condusse una intensa attività scientifica in numerose discipline. In matematica affrontò annose questioni come il calcolo differenziale ed integrale, in fisica eseguì esperimenti sulla resistenza del legno, affrontò problemi in geometria e meccanica, studiò chimica.

---

<sup>223</sup> [http://it.wikipedia.org/wiki/Georges-Louis\\_Leclerc](http://it.wikipedia.org/wiki/Georges-Louis_Leclerc)

<sup>224</sup> Ad esempio Thierry Hoquet e Pietro Corsi nel sito ufficiale del CNRS francese: <http://www.buffon.cnrs.fr/>

<sup>225</sup> Cfr. E. Mayr, 1992, *op. cit.*

<sup>226</sup> <http://www.buffon.cnrs.fr/citations/index.php?lang=fr>

<sup>227</sup> Cfr. Roger Jacques, *Buffon, un philosophe au Jardin du Roi*, Paris, Fayard, 1989

Nella sua città natale fece impiantare un vivaio che successivamente rivendette ottenendone un lauto guadagno.

Nel 1739 il giardino reale delle piante medicinali diventò *Jardin du Roy* (Giardino del Re, chiamato in seguito Giardino delle Piante, *Jardin des Plantes*) e Buffon venne chiamato a dirigerlo con grande disappunto di coloro i quali si aspettavano fosse lasciato a Duhamel du Montceau,<sup>228</sup> da sette anni capo di Buffon. Senza perdere interesse per le altre scienze, da quel momento in avanti Buffon si dedicò alla storia naturale. Rinnovò il Giardino raddoppiandone la superficie e lo arricchì con alberi e piante esotiche fino a fargli raggiungere il massimo splendore con 6000 specie diverse.<sup>229</sup> Sull'onda dell'enciclopedismo illuminista, considerate anche le possibilità che il ruolo gli permetteva, si dedicò con la massima devozione ad un grande progetto, quello di scrivere lo stato dell'arte in campo naturalistico. Grazie all'aiuto di numerosi collaboratori ne uscì un'enciclopedia di ben 44 volumi dal titolo *Histoire Naturelle*.

Altre note biografiche riportano che a 45 anni sposò Marie-Françoise de Saint-Belin-Malain una ragazza di 20 anni appartenente ad una famiglia importante della Borgogna. Anch'egli, evidentemente, era attratto dalle giovani fanciulle come lo era stato il padre che aveva criticato. Nel 1758 nacque la prima figlia Marie-Henriette, che purtroppo morì due anni dopo. Nel 1764 nacque il figlio maschio al quale diede nome di Georges-Louis-Marie e che venne ricordato come Buffonet. Nel 1769 morì la moglie ad appena 37 anni. Nel 1771 cadde seriamente malato, si riconciliò col padre e, assieme, firmarono un trattato di famiglia che lo vide erede universale. Nel 1773 venne nominato conte di Buffon e il 16 aprile 1788, all'età di 80 anni, morì probabilmente per l'aggravio dei problemi renali che lo assilavano da tempo.

## 8.2 Opere

Come si è visto sommariamente parlando della vita, Buffon si interessò di numerosissime discipline scientifiche e non. La sua letteratura è pertanto sterminata, piena di traduzioni, saggi, dissertazioni, memorie e quant'altro.

Tralasciando per il momento la *Histoire naturelle*, tra i suoi scritti più famosi ricordiamo: le traduzioni di *Method of Fluxions* di Isaac Newton dove la sua prefazione fece storia nel calcolo infinitesimale (1740) e *Vegetable Statics* di Stephen Hales, anch'essa con una propria prefazione (1735). Suoi sono anche *Sur le jeu du franc-carreau* [Sul gioco del quadrato francese], uno studio probabilistico su un gioco molto in voga all'epoca (1733, 1736),<sup>230</sup> la *Dissertation sur les causes du strabisme* [Dissertazione sulle cause dello strabismo] (1743); delle memorie relative alla resistenza del legno (1737-44) e sulle misure (1738), queste ultime purtroppo andate perdute.

### 8.2.1 Histoire naturelle

Proprio la cultura illuminista diede vita ad un nuovo enciclopedismo con lo scopo di trattare tutte le conoscenze umane in modo scientifico, libero dai dogmi tradizionali e religiosi. In questo ambito nacque un'opera la *Enciclopedia* (35 volumi usciti dal 1751 al 1780) i cui i direttori furono Denis Diderot e Jean

---

<sup>228</sup> Henri Louis Duhamel du Monceau (1700-1782)

<sup>229</sup> <http://www.mnhn.fr/museum/foffice/tous/tous/HistNatMuseum/histoire/histdeHistNat/timeline2.xsp>

<sup>230</sup> <http://www-irem.univ-fcomte.fr/bulletins/067/067-article1-franc-carreau.html>

d'Alembert<sup>231</sup> nella quale collaborarono anche personalità come d'Holbac, Jacourt, Voltaire, Montesquieu, Rousseau e tanti altri, allo scopo di “unificare le conoscenze sparse sulla faccia della terra; di esporre il sistema e di trasmetterlo a quelli che verranno dopo di noi; [...] Ci siamo resi conto che l'Enciclopedia poteva essere tentata solo in un secolo filosofico, e che questo secolo era giunto”<sup>232</sup>.

In campo naturalistico Buffon si impegnò a produrre un'opera altrettanto valida dal titolo *Histoire naturelle, générale et particulière*. Si trattava di un'opera monumentale, una enciclopedia composta da 44 volumi, 36 dei quali furono pubblicati dal 1749 al 1788, mentre gli altri 8 furono curati, dopo la sua morte, dal naturalista francese Bernard Lacépède.<sup>233</sup>

Per stendere questa opera Buffon si avvale di numerosi collaboratori tra cui Louis Jean-Marie Dauberton, Philippe Guéneau de Montbeillard, Barthélemy Faujas de Saint-Fond, l'abate Bexon e Charles-Nicolas-Sigisbert Sonnini de Manoncourt. Per la maggior parte l'opera fu composta da una serie di monografie, che alcuni ritengono “superbe, sia dal punto di vista letterario che dal punto di vista scientifico”<sup>234</sup>, ma sicuramente incomplete trattando solamente una parte del mondo naturale. In particolare: 15 volumi sui quadrupedi (dal 1749 al 1767); 9 sugli uccelli (dal 1770 al 1783); 5 sui minerali (dal 1783 al 1788), l'ultimo dei quali conteneva il *Traité de l'aimant* [Trattato sul magnete], ultima opera di Buffon; 7 volumi supplementari tra cui *Les époques de la nature* [Le epoche della natura] (1778). La *Histoire naturelle* fu tradotta in numerose lingue: quasi immediatamente in tedesco, inglese, olandese (in italiano venne pubblicata nel 1783) e ottenne un immenso successo diventando il testo scientifico più letto in occidente. Buffon divenne altrettanto famoso di Rousseau e Voltaire.

### 8.3 Il suo pensiero

#### 8.3.1 Sugli organismi viventi

Buffon modificò il suo pensiero nel corso degli anni. Dapprima negò totalmente l'esistenza di un ordinamento naturale e ritenne inutili le classificazioni che considerava artificiali. Secondo il giovane Buffon la Natura raccoglieva gli esseri viventi in un unico grande insieme dove il passaggio da un individuo all'altro, da una specie all'altra, da un genere all'altro, e così via, era del tutto graduale. La suddivisione in specie sviluppata il secolo precedente da Ray si basava su criteri arbitrari. Criteri che potevano variare da scienziato a scienziato e che si fondavano semplicemente sul confronto di qualche carattere morfologico scelto spesso per convenienza. Il *concetto morfologico* (le specie sono quei gruppi di individui che differiscono uno dall'altro per certi caratteri morfologici) esisteva, quindi, solo per comodità. Più avanti negli anni Buffon cambiò idea, seguendo un percorso simile a quello che il secolo precedente aveva fatto Ray. Col passare del tempo si stava convincendo che il raggruppamento *specie* fosse naturale e che si potesse trovare un *concetto biologico di specie* obiettivo e non influenzato da scelte discutibili. Nel 1749 prendendo dall'esempio dell'asino e del cavallo, che possono incrociarsi ma che dal loro incrocio nasce una prole non feconda (muli e bardotti), pensò che la *barriera riproduttiva* fosse la discriminante che separasse,

<sup>231</sup> Denis Diderot (1713-1784); Jean d'Alembert (1717-1783)

<sup>232</sup> Enciclopedia, voce “Enciclopedia”, cit. in U. Perone *et al.*, *op. cit.*, vol. 2, p. 296.

<sup>233</sup> Bernard-Germain-Étienne de La Ville-sur-Ilion, comte de Lacépède, (1756-1825)

<sup>234</sup> E. Mayr, 1992, *op. cit.*, p. 131

nella realtà, una specie da un'altra. Se si fosse riusciti a riunire i viventi in gruppi i cui organismi fossero stati incapaci di incrociarsi con organismi di altri gruppi, allora questi raggruppamenti potevano essere chiamati *specie*, inconfutabilmente. Come si può notare questo ragionamento rispecchia fedelmente il pensiero illuminista. Buffon, infatti, più che cercare spiegazioni filosofiche inseguì l'idea della obiettività. La trovò nella barriera riproduttiva, base per la classificazione. Così scrisse:

[...] ci siamo fatti un'idea chiara di ciò che si chiama *specie* e il raffronto del numero o della somiglianza degli individui è solo un'idea accessoria e spesso indipendente dalla prima [...] difatti l'asino somiglia al cavallo più che lo spaniel al levriero e tuttavia lo spaniel e il levriero formano una sola specie, poiché, unendosi, producono individui che possono anch'essi produrne altri, mentre il cavallo e l'asino sono specie diverse, poiché, unendosi non producono se non individui viziati e sterili [...] si può sempre tracciare una linea di separazione fra due specie, cioè fra due successioni di individui che si riproducono e non possono mescolarsi, come si possono anche riunire in una sola specie due successioni di individui che si riproducono mescolandosi.<sup>235</sup>

Queste osservazioni potevano essere molto utili dal punto di vista pratico, purtroppo però non risolsero i problemi. Già diversi studiosi avevano notato che molte specie di piante potevano incrociarsi con grande facilità, poi, lo stesso Buffon si accorse che alcuni uccelli si ibridavano dando vita ad una prole fertile. Inoltre, se questa difficoltà si presentava raramente negli organismi complessi, per quelli semplici le eccezioni diventavano la regola.<sup>236</sup>

Parallelamente alle riflessioni sul concetto di specie si sviluppò in Buffon la convinzione che, per paragonare tra loro tutti gli organismi, dalle specie, ai generi, agli ordini, alle classi, non fosse sufficiente osservare un singolo carattere o, tutt'al più, due o tre. Mentre Linneo sosteneva che il confronto di numerosi tratti distintivi avrebbe portato ad una eccessiva confusione, Buffon pensò (giustamente e con grande preveggenza) che i diversi caratteri di un organismo erano strettamente correlati fra loro. In altre parole per Buffon esisteva una *unità del piano* corporeo per cui al variare di un carattere sarebbero variati anche gli altri secondo un ordine preciso che dava a quell'organismo un determinato ruolo nella Natura. "L'interno, negli esseri viventi, è il fondo del disegno della natura" scrisse Buffon nei *Quadrupèdes*. Questa e altre acute osservazioni furono in seguito rese più organiche da Cuvier nel *concetto di tipo*.

### 8.3.2 Sulla storia della Terra

Abbiamo già visto le ardite ipotesi sulla storia della Terra di Cartesio, Burnet oltre che di Linneo. L'argomento era molto stimolante così da interessare gli studiosi di ogni disciplina. Anche il filosofo tedesco Kant scrisse un'opera, la *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* [Storia universale della Natura e teoria dei cieli] (1755), con la quale cercò una spiegazione meccanicista della costituzione e

---

<sup>235</sup> G.-L. Leclerc Buffon, *Histoire Naturelle*, 1753, cit. in: A. La Vergata, 1979, *op. cit.*, p.117-8

<sup>236</sup> Il dibattito sul concetto di specie, allora acceso e animato, permane tutt'ora. Nonostante siano state proposte numerose versioni e definizioni, tra gli scienziati non si è raggiunto un accordo unanime. Oggi sappiamo che la ragione risiede nel fatto che gli organismi sono legati da un diverso grado di parentela, così che: più il loro genoma è compatibile e maggiore è la probabilità che possano incrociarsi. Può capitare che esistano gruppi di individui separati da una barriera geografica o da abitudini e che, quindi, non si incrocino. Se lo facessero, però, darebbero vita a una prole feconda. Sono, queste, due specie o no? Il confine, come si vede, è molto elastico. Al tempo di Buffon l'essentialismo, ancora molto forte, non permetteva di pensare ad una tale flessibilità.

dell'origine dell'universo formulando la celebre ipotesi della nebulosa primitiva (ripresa poi per suo conto da Laplace)<sup>237</sup> dalla quale sarebbe derivato, per un processo semplicemente meccanico, l'attuale sistema astronomico.

Anche l'ecclettico Buffon non si risparmiò nel proporre alcune speculazioni. Seguendo l'insegnamento dell'Illuminismo che si basava sulla forza della ragione e sugli esperimenti, Buffon cercò nella nuova fisica di Newton una base di partenza. Considerando la legge di gravitazione universale pensò ad un impatto tra il Sole ed una cometa, questo impatto avrebbe prodotto dei detriti che sarebbero andati a formare i pianeti. Tra questi, la Terra primordiale era una globo incandescente che, col tempo, si era raffreddato fino ad arrivare ai giorni nostri. Per calcolare i tempi necessari, Buffon decise di compiere degli esperimenti. Dapprima preparò delle palle di materiale metallico e non metallico, di dimensioni crescenti, successivamente le riscaldò fino al punto di fusione e infine misurò i tempi di raffreddamento. Ovviamente se la palla era grande il tempo era maggiore. Fatte le dovute proporzioni calcolò l'età della Terra in 75000 anni. Era, questo, un tempo enorme se confrontato ai 6000 anni della posizione ufficiale della Chiesa. Un secolo prima, infatti, l'arcivescovo anglicano James Ussher<sup>238</sup> aveva compiuto dei calcoli basandosi sugli anni di età e sulle generazioni dei personaggi descritti dalla Bibbia e ne aveva tratto l'età del mondo. Con incredibile precisione il prelado scrisse che la Creazione Divina aveva avuto luogo il 23 ottobre 4004 a.C., a mezzogiorno in punto!

La tesi di Buffon, a confronto con quella di Ussher, sembrava assolutamente grossolana e la Chiesa la considerò eretica, nonostante lo stesso Buffon avesse voluto precisare quanto segue:

Ma, pria d'andar più lungi, affrettiamoci a prevenire una grave obbiezione, che potrebbe anche degenerare in imputazione. Come accordate voi, dirassi, quest'alta antichità, che date alla materia colle sacre Tradizioni, che danno al mondo sei o otto mille anni al più? Sieno pur forti le vostre prove, sieno pur fondati i vostri ragionamenti, evidenti i vostri fatti, quei che sono riferiti nel Libro sacro, non son essi ancor più certi? Il contraddirli non è mancare a Dio, che ha avuta la bontà di rivelarci? Io m'attristo ogniqualvolta si fa abuso di questo grande, di questo santo Nome di Dio; io sono altamente ferito tutte le volte che l'uomo lo profana, e che prostituisce l'idea del primo Essere a quella del fantasma delle sue opinioni. Quanto più ho penetrato nel seno della Natura, tanto più ho ammirato e profondamente rispettato il suo Autore; ma superstizione sarebbe un cieco rispetto: la vera Religione suppone al contrario un rispetto illuminato.<sup>239</sup>

Buffon, da buon illuminista, andò avanti per la propria strada e, supportato dalle osservazioni del mondo materiale, ricostruì tutti i probabili passaggi che la Terra primordiale poteva avere compiuto fino all'epoca attuale e ne produsse una dettagliata descrizione ne *Les époques de la nature*, volume facente parte della *Histoire naturelle*. Ipotizzò si fossero succedute ben sette grandi epoche. Nella prima, sopra descritta, si era verificata la collisione tra il Sole ed la cometa che aveva prodotto i pianeti. Nella seconda la Terra si era raffreddata fino alla solidificazione delle rocce, ora profonde, che non contenevano fossili in quanto la vita

---

<sup>237</sup> Pierre-Simon Laplace, marchese di Laplace (1749-1827),

<sup>238</sup> James Ussher (1581-1656)

<sup>239</sup> G.-L. Leclerc Buffon, *Storia Naturale Generale e Particolare: Che Contiene L'Epoche Della Natura*, [www.googlebook.it](http://www.googlebook.it), 1783, p.32-3

non esisteva ancora. Nella terza epoca, grazie all'abbassamento ulteriore della temperatura, il vapore condensò in acqua formando gli oceani. Dal materiale inorganico si organizzò una abbondante vita marina. Durante questa fase si formarono le rocce sedimentarie più profonde, colme di fossili. Nella quarta epoca entrarono in attività i vulcani e gli oceani iniziarono a ritirarsi così da fare emergere i continenti. Nel corso della quinta epoca la vita si originò sulla terra ferma vicino ai poli poiché le regioni tropicali erano ancora troppo calde. In questa fase anche gli elefanti prosperarono nelle regioni artiche, lo provavano le ossa fossili rinvenute nei depositi superficiali del Nord Europa e del Nord America. Il continuo raffreddamento terrestre portò ad una sesta epoca dove divennero abitabili anche le zone tropicali, mentre al nord il freddo divenne più intenso. Gli elefanti, inadatti a quel clima, migrarono verso sud nelle zone che ancor oggi li ospitano. In questa stessa epoca i continenti, una volta uniti, iniziarono a separarsi gradualmente. La prova di ciò era la straordinaria somiglianza tra le faune del Nord America, dell'Europa e dell'Asia. Nella settima ed ultima fase, quella più recente, aveva fatto la sua comparsa l'uomo che, dato il breve tempo, non aveva lasciato fossili.

Come esemplifica bene il numero sette (le sette epoche paragonate alle sette giornate del genesi), Buffon cercò in qualche modo di trovare delle assonanze con il racconto biblico per abbonirsi il mondo ecclesiastico, anche se non negò le palesi incongruenze. In particolare le osservazioni sulla fauna del Vecchio e del Nuovo Mondo erano in contrasto con la diffusione della vita da un unico punto. Siccome le singole specie erano straordinariamente adattate al luogo in cui vivevano, piuttosto che una unica creazione Buffon suggeriva l'ipotesi di una pluralità di creazioni, speciali e distinte, nello stesso luogo ove ora le specie vivevano.

Le deduzioni appena accennate di Buffon, che come vedremo più avanti avrebbero dato luogo a profonde controversie, al momento sembrarono poco importanti. Più scottante era la questione sull'incredibile età della Terra. Buffon, su questo punto, venne ampiamente criticato, ma, sicuro di sé e dei suoi esperimenti, difese strenuamente la propria posizione. La sua sicurezza era basata sul fatto che si era mantenuto molto cauto nelle dichiarazioni ufficiali. In privato i suoi calcoli mostravano che la Terra doveva essere vecchia di diversi milioni di anni addirittura. Il filosofo e storico Paolo Rossi riporta così:

Le tavole cronologiche relative alla storia della Terra successivamente adottate da Buffon fra il 1749 e il 1778 sono state ricostruite pazientemente da Jacques Roger nella sua prefazione all'edizione critica (1962) di *Les époques de la nature* (1778). La Terra si è consolidata in circa 3.000 anni; si è raffreddata in 35.000; ha raggiunto la sua temperatura attuale in 74.382; fra circa 45.000 anni (a 168.000 anni dalla sua formazione) tutto sarà nuovamente gelato e la vita scomparirà dalla Terra. Queste cifre, pubblicate nel 1775, ritornano nelle *Epoche della Natura*. Ma lo studio delle redazioni manoscritte vale a documentare le esitazioni e le incertezze di Buffon. Egli ritiene di avere trascurato l'azione delle *causae latentes*: abbandona la cronologia "corta" per una cronologia "lunga": parla di 117.000 anni (invece che di 3.000) per la solidificazione della Terra, di un periodo che va da 700.000 ad un milione di anni anziché di 25-30.000; l'età della Terra è di quasi tre milioni di anni invece che di 75.000 circa. Ma le nuove cifre restano

nel manoscritto e la nuova cronologia, così ampia da apparire inconcepibile, non viene comunicata ai contemporanei [...]<sup>240</sup>

Ecco perché Buffon non rivelò mai le sue supposizioni. Non solo sarebbe risultato incomprensibile agli occhi dei contemporanei, la sua posizione eretica si sarebbe aggravata e sarebbe sembrato oltremodo provocatorio.

### 8.3.3 Zoogeografia

Per ricostruire alcune fasi della storia della Terra, Buffon si era basato su un grande numero di osservazioni e successivi ragionamenti. In particolare aveva curato lo studio della disposizione degli animali nei vari continenti, una analisi che darà l'avvio alla disciplina definita *zoogeografia*. Lo scienziato francese si soffermò a comparare i grandi animali di Europa, Asia e America. Innanzitutto nelle zone tropicali del Vecchio Mondo c'erano animali che non esistevano nelle Americhe (ad esempio gli elefanti, i rinoceronti, gli ippopotami ecc.). Poi, quelli che si rassomigliavano non erano uguali, ma differivano in parti sostanziali. Tra loro molti insetti, uccelli e mammiferi (ad esempio il castoreo, l'alce americano e il cervo canadese [wapiti]). Osservando più attentamente i grandi felini, sottolineò che i leoni, le tigri e i ghepardi erano evidentemente diversi dai puma e dai giaguari americani, tuttavia il loro aspetto e il loro comportamento faceva pensare appartenessero ad un unico gruppo.

Le considerazioni che seguirono rivelarono aspetti contraddittori. La diversità degli animali del Vecchio e del Nuovo Mondo, ad esempio, poteva essere giustificata pensando a grandi migrazioni, tuttavia l'oceano ghiacciato e il freddo intenso dei poli non avrebbe permesso alcun spostamento. Gli animali tropicali non sarebbero riusciti a vivere a basse temperature. Forse, allora, gli animali erano migrati quando il nord era temperato, ma in questo caso non si capiva la ragione per la quale alcuni di loro avevano scelto di andare a ovest e altri ad est. Se poi si pensava che gli animali migrati fossero inizialmente uguali a quelli rimasti sul territorio originale, si sarebbe dovuta ammettere l'ipotesi che le specie potevano trasformarsi nel tempo. Ad esempio i felini avrebbero dovuto avere un antenato comune prima di diversificarsi in leoni, tigri, puma e via dicendo, ma anche questa spiegazione creava non pochi problemi. Qualunque fosse la realtà era necessario un deciso cambiamento di pensiero: o si era verificata una Creazione speciale (Dio aveva creato le specie nelle diverse regioni terrestri e in diversi momenti) o le specie non erano costanti e si modificavano nel tempo.

Dopo aver analizzato le diverse possibilità, Buffon fu propenso a sostenere quest'ultima ipotesi. Alcuni animali si erano modificati nel tempo ed erano andati incontro a *degenerazioni* di ogni tipo.<sup>241</sup> Prendendo, ancora una volta, l'esempio dei grandi felini, concluse che probabilmente avevano un'origine comune ma che, essendo migrati da tempo ed avendo abitato differenti territori, quelli americani erano diversi (in altri termini l'ambiente li aveva cambiati). Nelle *Oeuvres philosophiques* [Lavori filosofici] Buffon scrisse:

senza invertire l'ordine della natura, potrebbe darsi che tutti gli animali del Nuovo Mondo siano  
fondamentalmente gli stessi del Vecchio Mondo da cui essi si originarono. Si potrebbe inoltre suggerire

---

<sup>240</sup> P. Rossi, *I segni del tempo*, Feltrinelli, 1977, p. 135. In inglese: P. Rossi, *The Dark Abyss of Time: The History of the Earth & the History of Nations from Hooke to Vico*, translated by Lydia G. Cochrane, The University of Chicago Press, 1987, p.107-8

<sup>241</sup> G.-L. Leclerc Buffon, *Supplément à l'Histoire des Animaux quadrupèdes*, Paris, Imprimerie Royale, 1776

che essendo stati separati da questi ultimi animali da mari immensi o da una terra inattraversabile, e avendo ricevuto col tempo tutte le influenze e subito tutti gli effetti del clima, che è esso stesso cambiato dalle stesse cause che produssero la separazione, questi animali si sono accorciati, si sono deformati ecc.. Questo, tuttavia, non dovrebbe impedirci di considerarli ora come animali di specie differenti.<sup>242</sup>

Nonostante quest'ultima affermazione, il dubbio di Buffon rimase. Per essere certi di quanto sostenuto, infatti, sarebbe stato necessario tentare degli esperimenti di incrocio per accertarne o meno l'interfecondità. Buffon pensò ad esperimenti fra i bisonti, nativi dell'America, e i bovini di allevamento, introdotti dagli europei. Da un lato le differenze morfologiche tra i due tipi animali sembravano sufficienti per classificarli come specie separate, tuttavia era probabile che alcuni bovini primitivi, provenienti dall'Eurasia, avessero trovato un passaggio verso il Nord America e che successivamente si erano trasformati in bisonti sotto la pressione del nuovo ambiente e del nuovo clima.

Indipendentemente da questo aspetto particolare, tuttavia, la cosa importante era comprendere che animali e ambiente erano in stretta relazione, così come Linneo aveva rilevato per le piante. Questa raggiunta consapevolezza che tutti gli organismi e il mondo inorganico fossero parte di un sistema complesso, si pose alla base di quella nuova scienza che sarebbe nata ad inizio XX secolo e che prese il nome di ecologia. Per il momento erano necessarie indagini più accurate. Sull'onda degli studi zoologici di Buffon e botanici di Linneo, molti giovani naturalisti si imbarcarono per viaggi avventurosi intorno al mondo alla scoperta della disposizione delle diverse specie nei diversi ambienti, una disciplina che prese il nome di *biogeografia*. Ne risultò la conferma che ciascun territorio era peculiare e differiva dagli altri sotto tutti gli aspetti: dall'orografia, al clima, al numero delle specie, al loro modo di rapportarsi una all'altra ecc.. Ogni zona del globo era abitata da gruppi che andavano a formare unità coerenti di piante e animali che condividevano regioni geografiche esclusive. I naturalisti di fine XVIII secolo iniziarono a imparare che esistevano diverse *provincie biologiche* ciascuna particolare per il proprio assemblaggio di specie native del luogo. Era una ulteriore conferma di quanto fosse inconcepibile l'idea di un'Arca di Noè o di un'isola dispersa in mezzo all'oceano. Un'Arca, o anche un'isola per quanto grande fosse, non avrebbe potuto contenere la miriade di specie esistenti. Inoltre erano impensabili le migrazioni: fuori dal proprio ambiente le specie sarebbero perite. Se ancora si voleva credere alla Bibbia bisognava modificare la stessa idea di creazione pensando ad una moltitudine di *centri di creazione* in quanto ogni animale ed ogni pianta era originaria dell'area in cui viveva. La Chiesa iniziò a prendere in considerazione questa possibilità.

Tuttavia, non passò molto tempo che anche la creazione speciale, invocata da Buffon come possibile sostituta di quella biblica, mostrò le sue debolezze. Se Dio aveva creato le specie in modo che fossero in stretti rapporti le une con le altre e con l'ambiente inorganico, si sarebbero dovuti trovare assemblaggi simili in zone climatiche simili. In altri termini le piante e gli animali nei territori simili, sia per latitudine che per clima, si sarebbero dovute assomigliare. Così, invece, non era. Le notizie e i reperti di ogni parte del mondo raccontavano della unicità di ogni singolo territorio. Anche grossolanamente era evidente che gli animali del Sud America differivano marcatamente dalla fauna del Nord America e da quella del Sud del Vecchio Mondo, climaticamente paragonabili.

---

<sup>242</sup> G.-L. Leclerc Buffon, *OEuvres philosophiques*, p. 382, cit. in E. Mayr, 1992, *op. cit.*, p. 233 e in W. Coleman, *Studies in History of Biology*, 1984, vol. 7 p.15.



### 8.3.4 Idee evolutive?

Durante il XVIII secolo la scienza naturalistica conseguiva i primi importanti risultati anche se nessuno, per quanto geniale fosse, era in grado di enunciare un quadro generale sufficientemente coerente. Da un lato le stesse osservazioni scientifiche apparivano troppo spesso contraddittorie e parziali, dall'altro lato le credenze tradizionali continuavano a costringere i punti di vista e le proposte.

La stessa idea della vita era fonte di dubbi e controversie. Molti studiosi pensavano ancora che potesse nascere dalla materia inorganica (abiogenesi) attraverso una *generazione spontanea*, anche se due biologi italiani, Francesco Redi<sup>243</sup> prima e Lazzaro Spallanzani<sup>244</sup> poi, avevano dimostrato sperimentalmente che ciò non poteva avvenire. Il prete inglese John T. Needham,<sup>245</sup> sacerdote della Chiesa Cattolica Romana, si disse convinto di avere osservato nascere dei vermi dal sugo di carne. Evidentemente, anche se la posizione ufficiale della Chiesa rimaneva ancorata alla sola Creazione Divina, stava tornando in auge la visione pagana di antiche origini che tutti gli esseri (e non solo quelli *inferiori* quali vermi ed insetti) potessero emergere dalla materia inorganica e che potessero modificarsi nel corso del tempo. Buffon e molti suoi colleghi illuministi erano su questa linea.

Nella sua storia della Terra il biologo francese ipotizzò che tutti gli organismi, compresi quelli *superiori*, erano apparsi grazie ad una forza, una *matrice interna*, che aveva ordinato e organizzato gli elementi in *particelle organiche*. Quando le condizioni esterne cambiavano, però, la fornitura di queste particelle veniva ad alterarsi col risultato che le specie subivano dei cambiamenti. Ma se a prima vista questa idea di modificazione a seconda dell'ambiente poteva sembrare una anticipazione dell'idea evolutiva che Jean-Baptiste Lamarck, successore di Buffon al Jardin des Plantes, espresse nella sua *filosofia zoologica* del 1809, in realtà così non è. Buffon non aveva in mente alcun meccanismo, credeva piuttosto che la trasformazione delle specie potesse essere solamente un processo di decadimento negativo, una *degenerazione* di quelle specie che avevano vissuto in ambienti degradati. Ad esempio sostenne che la Natura americana era inferiore a quella del Vecchio Mondo perché non presentava animali grandi e potenti quali elefanti e rinoceronti. Secondo la sua opinione, anche gli uomini originari delle Americhe erano inferiori e meno virili degli Europei perché avevano vissuto per molto tempo in mezzo alle foreste o nelle vicinanze di paludi malsane. D'altra parte pensava, così come Linneo e altri colleghi, che le scimmie potessero essere uomini degenerati. Così scrisse:

[...] se ammettiamo che ci siano famiglie di piante e di animali, così che l'asino appartenga alla famiglia del cavallo, e che un individuo possa differire da un altro per degenerazione da un antenato comune, potremmo credere che la scimmia appartenga alla famiglia dell'uomo, che altro non sia se non un uomo degenerato e che essa e l'uomo avrebbero avuto un antenato comune [...]<sup>246</sup>

---

<sup>243</sup> Francesco Redi (1626-1697)

<sup>244</sup> Lazzaro Spallanzani (1729-1799)

<sup>245</sup> John Turberville Needham (1713-1781)

<sup>246</sup> S. Butler, *Evolution, old and new*, Hardwicke and Bogue, 1879, p. 90

#### 8.4 Linneo vs Buffon

Linneo e Buffon furono entrambi protagonisti della biologia del XVIII secolo, tuttavia, nonostante fossero contemporanei (nacquero entrambi nel 1707) ebbero un approccio assai differente e non solo perché il primo si concentrò sui vegetali ed il secondo sugli animali. *L'aria che respiravano* era diversa e questa condizionò il loro pensiero. Linneo visse in Svezia, lontano dalla mondanità internazionale, Buffon visse nella Parigi illuminista, impregnata dei valori di analisi meccanicista che rimarrà alla base della filosofia occidentale. Non stupisce, quindi, che Linneo aderì alla filosofia di Platone e alla logica tomista<sup>247</sup> mentre Buffon fu influenzato da Newton, dal Leibniz e dal nominalismo.

Linneo credeva nell'essenzialismo, concezione per la quale ogni gruppo di organismi viventi era ben separato dall'altro in una discontinuità a più livelli che veniva riconosciuta mediante l'osservazione di qualche caratteristica peculiare. Era inutile soffermarsi sull'intero organismo in quanto complicazione superflua che avrebbe portato solo ad una maggiore confusione. Bastava individuare uno, o pochi, caratteri *essenziali* per procedere ad una corretta classificazione.

Buffon, al contrario, era un nominalista e, soprattutto all'inizio della carriera, disinteressato alle categorie logiche, alle essenze e alle discontinuità. Nel primo volume della *Storia naturale*, scrisse che la Natura non conosceva né le specie, né i generi e neppure tutte le altre categorie, ma conosceva solo i singoli individui. Successivamente riconobbe la specie come raggruppamento naturale, tuttavia rimase dell'idea che gli esseri viventi fossero disposti in Natura secondo un *continuum* ininterrotto. Da questo ne ricavò l'idea che le classificazioni fossero una inutile pignoleria. Quello che interessava degli organismi viventi era il modo in cui erano fatti e le tante differenze che li distinguevano gli uni dagli altri. Ma il come erano fatti non comprendeva solamente la loro morfologia o la loro fisiologia, gli organismi differivano anche per il comportamento e per i rapporti con l'ambiente naturale. Buffon, su questo punto, fu irremovibile. Di un organismo non si doveva tralasciare nulla. Bisognava studiarne la forma esterna, l'anatomia interna, il comportamento, la distribuzione sul territorio ecc.. Al passare degli anni, però, questa rigidità si attenuò. Non solo Buffon arrivò a credere che le specie fossero raggruppamenti naturali, ma ne fornì anche una definizione come comunità riproduttive<sup>248</sup> e ammise che le specie potevano essere imparentate e raggruppate in insiemi più grandi (cosa che Linneo diceva da tempo) tanto che i suoi libri sugli uccelli posero il genere come fondamento della classificazione.

Più tempo trascorreva e più Buffon si avvicinava a Linneo. D'altra parte anche Linneo negli anni riconobbe certe argomentazioni di Buffon. Entrambi gli scienziati avevano capito che la ragione non stava unicamente dalla loro parte. Nel loro intimo riconobbero la veridicità degli argomenti altrui, ma la loro personalità forte ed arrogante impedì loro di dichiararlo apertamente alimentando di continuo la rivalità. A volte la modestia non è una dote dei grandi e purtroppo capita ancor oggi che si debba alzare i toni per essere ascoltati. Per fortuna i successori di Linneo e Buffon guardarono più al contenuto che alla polemica e capirono ben presto che i metodi dei due scienziati erano entrambi indispensabili. I nuovi naturalisti furono in grado di cogliere da entrambi i loro predecessori le parti più proficue e scartare quelle erronee.

---

<sup>247</sup> E. Mayr, 1992, *op. cit.*, p.130

<sup>248</sup> G.-L. Leclerc Buffon, *Histoire Naturelle*, 1753, *op. cit.*, iv p. 384-6



## 9 Rocce in movimento

Il valore permea tutte le scienze; il suo grado, tuttavia, varia; qualcuna è più grandemente utile rispetto ad un'altra e ha una relazione più immediata coi bisogni della vita. [...] La mineralogia, la storia naturale dei minerali, è una delle più utili in generale ed è quasi indispensabile alla società.<sup>249</sup>  
(A.G. Werner, *A treatise on the external characters of minerals*)

Le teorie sulla storia della Terra erano molto affascinanti ma anche troppo fantasiose. D'altronde scienziati quali Linneo e Buffon, pur se spinti da grandi motivazioni, erano troppo impegnati nelle loro rispettive discipline per produrre risultati consistenti. All'uopo servivano, invece, studi specifici che prendessero nota della realtà geologica. Purtroppo per molti decenni dalla morte di Stenone non si registrarono novità di rilievo, forse perché la geologia era meno affascinante della botanica e della zoologia o forse perché non si pensava potesse nascondere quella dinamicità che oggi sappiamo essere grandiosa. A dare un forte impulso in questa direzione ci pensò un gruppo di scienziati di diversa nazionalità come i francesi Guettard e Desmarest, il tedesco Werner, lo scozzese Hutton. I loro lavori furono determinanti per la comprensione dei fenomeni geologici e diedero un corposo contributo anche alla biologia. Non a caso l'evoluzione e i movimenti geologici erano strettamente connessi, come vedremo parlando di Smith e Brongniart.

### 9.1 Jean-Étienne Guettard e Nicolas Desmarest

Nel XVIII secolo si pensava che i fenomeni vulcanici fossero da imputare a combustione localizzata di depositi sotterranei di carbone o di qualche altro materiale incendiabile. Furono due scienziati francesi, Guettard e Desmarest, a riconoscerne la vastità. Jean-Étienne Guettard,<sup>250</sup> che era stato nel sud Italia per studiare il Vesuvio, una volta tornato in patria si accorse che l'orografia del Massiccio Centrale, una vasta regione centro-meridionale francese,<sup>251</sup> aveva caratteristiche tali da poter essere il risultato di una intensa attività vulcanica antica. Nel 1752 pubblicò i risultati delle sue ricerche.

Un decennio più tardi, un altro geologo francese, Nicolas Desmarest<sup>252</sup> riconobbe che molte formazioni basaltiche dello stesso Massiccio non erano altro che antiche colate laviche. Nel 1763 compì, infatti, numerose osservazioni nella zona di Auvergne e vi identificò delle strutture simili alle colonne esagonali dei famosi basalti di Giant's Causeway (il selciato del gigante) nella contea di Antrim in Irlanda del Nord.

---

<sup>249</sup> A. G. Werner, *A treatise on the external characters of minerals*, Edited by Wernerian Club, George Barclay, 1850, p. 13

<sup>250</sup> Jean-Étienne Guettard (1715-1786)

<sup>251</sup> Il Massiccio Centrale francese (*Massif Central*) ha una estensione di 85000 km<sup>2</sup>, poco meno di tutto il nord Italia, Emilia-Romagna esclusa.

<sup>252</sup> Nicolas Desmarest (1725-1815)

## 9.2 Abraham G. Werner

Il riconoscimento della dimensione a volte enorme del vulcanismo fu importante, tuttavia il fenomeno era ancora considerato troppo limitato per giustificare l'innalzarsi di intere catene montuose. Su questa base anche il geologo Abraham G. Werner,<sup>253</sup> proveniente dalle zone minerarie di Freiberg, non credeva a movimenti geologici imponenti. Egli produsse, infatti, una storia della Terra con importanti novità ma che ipotizzava, ancora erroneamente, l'acqua degli oceani come la maggiore protagonista. Nonostante questa inesattezza, Werner comprese come caratterizzare le diverse rocce così da produrne una classificazione ancor oggi moderna e attuale. Riprendendo le idee di un suo anziano collega tedesco Johann G. Lehmann<sup>254</sup> che aveva fatto una prima distinzione tra rocce primarie e secondarie, nel suo scritto *Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gesteinsarten* [Breve classificazione e descrizione delle differenti rocce]<sup>255</sup> pubblicato nel 1786 sostenne che la superficie terrestre era composta da una successione ordinata di strati disposti secondo l'età della loro formazione. Identificò, così, tre tipi di roccia che chiamò *primaria*, *secondaria* e *terziaria*. Le rocce primarie, le più antiche perché più profonde, erano generalmente cristalline, non contenevano fossili ed erano ricche di minerali. Al di sopra di queste le rocce secondarie erano stratificate e contenevano dei fossili marini. Ancora sopra le rocce terziarie erano stratificate, consistenti di argilla e sabbia, contenenti fossili. Dopo ulteriori ricerche Werner capì la necessità di distinguere altri tipi di rocce. Definì *rocce di transizione* quelle che si trovavano interposte tra le primarie e le secondarie; definì *alluvionali* quelle più superficiali, composte dei sedimenti del dilavamento; infine definì *vulcaniche* quelle rocce prodotte dal raffreddamento di flussi lavici antichi fuoriusciti dai vulcani.

Nella sua ricostruzione Werner confutò la tesi di Buffon secondo la quale la Terra era, inizialmente, un corpo incandescente. Da un raffronto con le rocce vulcaniche pensò che la forma cristallina delle rocce primarie lo escludessero. Queste, probabilmente, si erano cristallizzate depositandosi nelle acque oceaniche primordiali che ricoprivano l'intero globo. Il fatto che a volte si trovassero inclinate o piegate era dovuto al fondale che, in origine, doveva essere fortemente tormentato. Dopo quella prima fase se ne sarebbero succedute altre caratterizzate da un continuo abbassamento e innalzamento delle acque. Quando le acque si abbassavano le montagne ricche di fossili emergevano rimanendo soggette alle forze erosive di pioggia e vento. I detriti staccatisi dalle pareti, crollati o trascinati a valle, andavano a formare nuove rocce stratificate fossilifere. Poi, quando le acque tornavano ad alzarsi, il ciclo riprendeva.

La tesi di Werner, conosciuta con il nome di *nettunismo* perché considerava protagonista le acque dell'oceano (Nettuno è, infatti, il Dio del mare), risultò, tutto sommato, plausibile ma rimaneva ancora da chiarire il come e il perché del continuo abbassarsi e alzarsi delle acque. D'altra parte l'ipotesi alternativa, costituita dall'innalzamento e abbassamento delle terre invece che del mare, venne esclusa da Werner che non riteneva potesse esistere una qualche forza interna alla Terra così grande da giustificare una dinamica imponente.

---

<sup>253</sup> Abraham Gottlob Werner (1749-1817)

<sup>254</sup> Johann Gottlob Lehmann (1719-1767)

<sup>255</sup> G. A. Werner, *Kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gesteinsarten*, Abhandlung böhmische Gesellschaft der Wissenschaften auf das Jahr 1786, Prag., pp. 272-97

### 9.3 James Hutton

L'ipotesi di massicci movimenti rocciosi venne, invece, proposta da uno scienziato scozzese più anziano di Werner: tale James Hutton.<sup>256</sup> Questa ipotesi, definita *plutonismo* dal Dio del mondo sotterraneo Plutone, si oppose al *nettunismo*.

Hutton presentò una propria idea sulla storia della Terra nel primo volume del *Transaction* della *Royal Society* di Edimburgo nel 1788. Il nostro pianeta, secondo la sua visione, era una enorme macchina progettata da Dio allo scopo di sostenere la vita. Egli notò che il suolo fertile era derivato dalle rocce che nel corso del tempo si erano sgretolate e sbriciolate dalle montagne. La continua erosione, nel corso delle ere, avrebbe però dilavato verso il mare tutte le terre smosse che si sarebbero esaurite. A questo punto era necessario ricreare i terreni attraverso un qualche fenomeno opposto all'erosione, un riscatto che ricostruisse da capo le montagne pronte per essere di nuovo erose. Tale fenomeno non poteva essersi verificato con il movimento verticale delle acque perché non c'era alcuna prova a riguardo. Al contrario dovevano essersi verificati poderosi innalzamenti dei suoli. La dimostrazione dell'intero processo era l'erosione manifesta nelle rocce sedimentarie e l'eruzione dei vulcani in piena attività come l'Etna o quelli estinti come il Massiccio Centrale. Il vulcanismo, dunque, nascondeva una forza interna enorme, non limitata al semplice calore prodotto dall'incendio dei combustibili fossili. I suoi effetti erano evidenti ovunque si mostrassero fratture e contorcimenti del suolo. Evidentemente il nostro pianeta doveva essere straordinariamente antico per permettere alle frane e agli smottamenti di degradarlo e ai vulcani, e probabilmente ai terremoti, di ripristinarlo. Forse, pensò Hutton, non esisteva né una nascita della Terra né una sua morte. I cicli avrebbero potuto compiersi indefinitamente in un continuo rimescolarsi della crosta terrestre, in un continuo decadimento e riscatto che mostrava la grandezza di Dio.

Per cercare conferme, Hutton compì diversi viaggi, e proprio nella sua patria, la Scozia, trovò gli esempi più calzanti. A Glen Tilt, nelle montagne Grampian, notò del granito che tagliava quasi verticalmente gli strati rocciosi; nell'isola di Arran il granito si era introdotto all'interno di strati più vecchi e li spingeva verso l'alto incurvandoli. Erano, queste, evidenti prove che sedimentazione e vulcanismo non erano sufficienti a spiegare tutti movimenti rocciosi. Forse il granito era una lava che si era raffreddata prima che potesse essere eruttata. Il suo lento consolidamento gli aveva fatto assumere la forma che Werner aveva interpretato come cristallizzazione sotto il livello del mare. A Siccar Point, sempre in Scozia, Hutton notò delle rocce sedimentarie disposte con un angolo molto pronunciato ricoperte da altri strati quasi orizzontali. Sembrava evidente che i primi strati si fossero depositati orizzontalmente, quindi la forza interna della Terra li aveva inclinati e su di loro si erano andati depositando altri strati più giovani. La teoria dei continui movimenti geologici era, dunque, giusta. Dopo la sua ricerca in campo Hutton decise di sintetizzare tutte le sue esperienze in una opera che avesse lo stesso titolo dello scritto sul *Transaction* del 1788, *Theory of the Earth*, ma questa volta sarebbe stata ben più corposa: ne risultarono due volumi che vennero pubblicati nel 1795.

---

<sup>256</sup> James Hutton (1726-1797)

#### 9.4 William Smith e Alexandre T. Brongniart

Le teorie di Hutton trovarono molti detrattori, ma le sempre nuove osservazioni finirono col dargli ragione. Le forze del sottosuolo erano enormi e le rocce si muovevano pur nel corso di tempi lunghissimi. Il plutonismo aveva sconfitto il nettunismo e filosofo naturale John Playfair,<sup>257</sup> amico e collaboratore di Hutton, parlò di *vertigine* pensando agli *abissi del tempo*.

Chiariti in maniera generale i meccanismi del movimento roccioso, si trattava di rendere la geologia una disciplina matura. Bisognava comprendere una miriade di fenomeni locali e collocarli in un quadro sempre più vasto, bisognava interpretare i fossili e leggere gli strati rocciosi come pagine di un libro. William Smith<sup>258</sup> in Inghilterra e Alexandre T. Brongniart<sup>259</sup> in Francia esaminando le sequenze locali negli strati rocciosi capirono che ogni formazione geologica conteneva una serie specifica di fossili, così che era possibile riconoscere la diversità di formazioni che sembravano simili e riconoscere la similitudine di strati rocciosi anche molto distanti l'uno dall'altro. Grazie a questa importante deduzione fu possibile procedere ad una mappatura dettagliata delle rocce di tutto il mondo, stabilendone l'età relativa e ricostituendo i possibili movimenti nel corso delle ere geologiche. Questa tecnica, chiamata *stratigrafia*, legò in maniera indissolubile i fossili e le rocce così da fornire dati sempre più precisi sul profondo trascorrere del tempo. La storia geologica e biologica andavano appaiate, ad un passo scandito dalla paleontologia. Così come il lavoro del geologo Brongniart fu determinante per il biologo Georges Cuvier, quello del geologo Charles Lyell lo fu per Charles Darwin.

---

<sup>257</sup> John Playfair (1748-1819)

<sup>258</sup> William Smith (1769-1839)

<sup>259</sup> Alexandre Théodore Brongniart (1770-1847)

## 10 George Cuvier, Étienne Geoffroy e l'*filosofia anatomica*

[...] applichiamo un incessante confronto tra gli esseri, diretto dal principio della *subordinazione dei caratteri*, che è derivato da quello delle condizioni di esistenza. Le parti di un essere possiedono un reciproco adattamento, alcune caratteristiche ne escludono altre mentre, al contrario, ci sono altre che le richiedono.<sup>260</sup> (G. Cuvier, *The animal kingdom*)

Ora, tutte le eccezioni scompaiono, possiamo proclamare la LEGGE DI NATURA, l'*unità di composizione organica di tutti gli animali vertebrati*.<sup>261</sup> (E. Geoffroy Saint-Hilaire, *Philosophie anatomique*)

Nel corso del XVIII secolo, grazie al contributo di Hooke, i fossili vennero riconosciuti come resti di organismi. Un dubbio, però, rimaneva. Erano i resti antichi di specie ancora in vita o, al contrario, di specie estinte? Quest'ultima ipotesi era piuttosto sgradita perché significava affermare che Dio aveva creato organismi imperfetti, inadatti alla vita. Ciò, oltre ad essere blasfemo, andava contro la ragione cartesiana di un Dio sincero e affidabile. Solo alcuni scienziati avevano avuto il coraggio di affermarlo. Ad esempio Buffon scrisse:

Ci sono monumenti raccolti dal grembo della terra, specialmente dal fondo di miniere di ardesia e di carbone, che ci mostrano come alcuni pesci e alcune piante contenuti in questi materiali non appartengano a specie attualmente viventi.<sup>262</sup>

Era, tuttavia, solo questione di tempo: sul finire del secolo Georges Cuvier dimostrò che l'estinzione di animali vissuti nel passato era una realtà.

Ma, qual era la ragione di queste estinzioni? O, in alternativa, perché Dio le aveva permesse? Qual era la sua idea di mondo? Quale ordine aveva dato alla Natura? Allo scadere del XVIII secolo, il Muséum National d'Histoire Naturelle<sup>263</sup> di Parigi (istituito nel 1793 allo scopo di collezionare reperti naturalistici ma soprattutto di partecipare attivamente alla ricerca scientifica) divenne il centro principale di questa

---

<sup>260</sup> G. Cuvier, *The animal kingdom: arranged in conformity with its organization*, G. & C. & H. Carvill, 1833, p.13

<sup>261</sup> E. Geoffroy Saint-Hilaire, *Philosophie anatomique, Pièces osseuses des organes respiratoires*, Méquignon-Marvis, 1818, p. 389

<sup>262</sup> J. Avery, *Information Theory and Evolution*, World Scientific, 2003, p. 4

<sup>263</sup> Inizialmente furono istituite 12 cattedere (1. Anatomie des animaux; 2. Anatomie humaine; 3. Arts chimiques; 4. Chimie générale; 5. Botanique dans la campagne; 6. Botanique dans le muséum; 7. Culture (agriculture et culture des Jardins, des arbres fruitiers et des bois); 8. Zoologie (quadrupèdes, cétacés, oiseaux, reptiles, poissons); 9. Zoologie (insectes, vers et animaux microscopiques); 10. Minéralogie; 11. Géologie; 12. Iconographie naturelle ou de l'art de dessiner et de peindre toutes les choses de la nature) che negli anni sono state riarrangiate più volte vedi:

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Mus%C3%A9um\\_national\\_d%27histoire\\_naturelle](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mus%C3%A9um_national_d%27histoire_naturelle)



riflessione. In quella sede due eminenti professori, lo stesso Cuvier (docente di anatomia comparata) ed Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (docente di zoologia dei vertebrati), diedero una propria interpretazione alla organizzazione degli animali, organizzazione che indicava una diversa filosofia della Natura o un diverso Disegno Divino. Le loro linee di pensiero, rispettivamente il *funzionalismo* e il *formalismo*, si scontrarono nel dibattito biologico-filosofico più interessante dell'epoca pre-evoluzionista. In breve, secondo Cuvier e la scuola del funzionalismo gli animali erano organizzati in modo da compiere una data funzione, da questa ne derivava la loro forma; all'opposto per Geoffroy e la scuola del formalismo gli animali avevano una forma precisa, forma che li costringeva a compiere una data funzione. All'occhio moderno questa disputa potrebbe sembrare una semplice polemica se non fosse che una nuova disciplina, l'evo-devo di cui parleremo, ha, difatto, riportato alla ribalta questi due diversi modi di concepire le specie viventi.

## 10.1 Georges Cuvier

### 10.1.1 Vita

Georges Cuvier<sup>264</sup> nacque in una cittadina di nome Montbéliard, ora capoluogo del dipartimento francese di Doubs, ma a quei tempi in territorio tedesco (si chiamava Mömpelgard del ducato di Württemberg). Dal 1784 studiò per quattro anni alla Académie Caroline (Karlsschule) di Stoccarda, poi (tra il 1788 e il 1795) si trasferì in Normandia lavorando come tutore presso la nobile famiglia del conte d'Héricy. Durante la bella stagione trascorse le estati al mare, in un paese di nome Fécamp residenza estiva della famiglia del conte. In quell'ambiente Cuvier, già appassionato di animali, poté dedicarsi allo studio dei molluschi che dissezionava come aveva imparato all'accademia e che studiava con pignoleria. La sua vita ebbe una svolta decisiva quando conobbe un importante naturalista francese che all'epoca del loro incontro era in Normandia per sfuggire al Regno del Terrore<sup>265</sup> durante la Rivoluzione francese: il professore Henri A. Tessier.<sup>266</sup> Questi lo introdusse nei circoli scientifici parigini presentandolo come giovane di grandi qualità allo zoologo Étienne Geoffroy Saint-Hilaire. Con questo suo coetaneo Cuvier allacciò una fitta corrispondenza, in quanto accumulato dalla stessa passione per la zoologia. Per le sue riconosciute qualità, nel 1795 il governo francese lo nominò assistente di Jean-Claude Mertrud alla cattedra di anatomia degli animali al Muséum National d'Histoire Naturelle, cattedra che, nel 1802 prese il nome di anatomia comparata e Cuvier ne divenne titolare.

Fra i due giovani, Cuvier e Geoffroy, sembrava poter iniziare una salda e fruttuosa amicizia tanto che Cuvier appena giunto a Parigi venne ospitato per qualche tempo in casa di Geoffroy e già nel 1795 fu

---

<sup>264</sup> Georges Cuvier (1769-1832), è il nome abbreviato di Jean Léopold Frédéric Cuvier o anche Georges Leopold Chrétien Frédéric Dagobert Cuvier

<sup>265</sup> Il "Regno del Terrore" o "Regime del Terrore" o solo "Terrore" fu il periodo più aspro della Rivoluzione Francese, durato circa 11 mesi, dal settembre 1793 al Luglio 1794. La radicalizzazione delle posizioni portò ad un inasprimento dei conflitti e ad esecuzioni barbare. I tribunali rivoluzionari condannarono sommariamente a morte, migliaia di civili innocenti, che vennero ghigliottinati. Si calcola che durante questo periodo furono uccise dalle 35000 alle 40000 persone.

<sup>266</sup> Henri Alexandre Tessier (1741-1837) era, all'epoca dell'incontro con Cuvier, capo medico dell'ospedale militare di Fécamp. Fu membro dell'Accademia delle Scienze di Francia, della Accademia Nazionale di Medicina, del Consiglio dell'Agricoltura del Ministero degli Interni, nonché professore di agricoltura e di commercio e ispettore generale della pastorizia. Prima della rivoluzione francese nei suoi lavori compare col titolo di "abbé" [abate] ma non prese mai gli ordini.

pubblicato uno studio congiunto sulla classificazione animale. Ben presto, però, emersero i loro caratteri ambiziosi e superbi<sup>267</sup> che li portarono dapprima ad una cauta convivenza, poi ad uno scontro sempre più aspro sia sui metodi che sulla sostanza del loro lavoro.

Qualche anno dopo il suo arrivo a Parigi, Cuvier rifiutò di partecipare come naturalista alla campagna di Napoleone in Egitto (1798-1801) dedicandosi anima e corpo alla ricerca scientifica in patria raggiungendo traguardi importanti in anatomia comparata e in zoologia. Cuvier coltivò altri interessi al di fuori del campo strettamente scientifico. Fu protagonista della vita accademica e venne chiamato a partecipare alla vita politica e sociale del suo Paese apportando grandi riforme nella educazione, ottenne l'incarico di ispettore imperiale della pubblica istruzione e collaborò alla istituzione delle università provinciali francesi. Per questi servizi venne insignito del titolo di Cavaliere. Nel 1814 fu eletto nel Consiglio di Stato e nel 1817 divenne vice presidente del Ministero degli Interni. Georges Cuvier ebbe un fratello minore, Frédéric (1773-1838), impegnato anch'egli al Muséum d'Histoire Naturelle e per il quale venne istituita la cattedra di fisiologia comparata nel 1837.

### 10.1.2 Studi e teorie

#### 10.1.2.1 Anatomia comparata e correlazione delle parti

Le idee dell'epoca sugli animali erano sintetizzate bene dal pensiero di Buffon. Dapprima aveva creduto che fossero disposti in Natura secondo un *continuum* ininterrotto, poi iniziò a convincersi che potesse esistere una qualche suddivisione naturale che rispecchiasse il Disegno del Creatore. Ma qual era questo Disegno?

Per Cuvier gli animali, essendo stati creati per essere funzionali all'ambiente, avevano diverse strutture anatomiche. Dio, al momento della Creazione, aveva in mente un progetto organico che dava agli animali una funzione appropriata per certe *cause finali*, quelle *cause finali* che Cuvier aveva appreso dai libri di Aristotele studiati durante la sua permanenza in Normandia. Se un animale aveva una data forma (esterna e interna) voleva dire che quella forma l'aveva ricevuta perché svolgesse un determinato compito in Natura. Dissezionando gli animali Cuvier aveva notato che i loro organi erano coordinati come elementi di un'orchestra allo scopo di produrre un tutto armonico che si evidenziava nel corpo esteriore rendendo l'intero animale funzionale all'ambiente circostante. Un erbivoro aveva la forma di erbivoro perché svolgesse il compito di mangiare i vegetali e concimare i prati con le sue deiezioni. Un carnivoro aveva la forma di carnivoro perché il suo compito era quello di cacciare gli erbivori. Tutto in Natura aveva uno scopo, proprio come aveva detto Aristotele.

Le idee che Cuvier espresse nelle sue lezioni di anatomia comparata alla École Centrale du Pantheon, dal 1796 in avanti, iniziarono ad essere pubblicate a partire dal 1800 in un'opera voluminosa composta da cinque libri chiamati semplicemente *Leçons d'anatomie comparée*. Queste lezioni di anatomia comparata contenevano una grande e importante novità. Mentre i lavori precedenti erano strutturati in modo da presentare il mondo animale secondo la tradizionale *Scala della Natura*, le *Leçons* affrontavano, volta per volta, uguaglianze e differenze di questa o quella funzione trasversalmente a tutto il regno animale. Così i

---

<sup>267</sup> S. J. Gould, *La struttura della teoria dell'evoluzione*, Codice Edizioni, 2003, p. 383

vari capitoli non descrivevano separatamente i quadrupedi, i cetacei, gli uccelli, i pesci, i rettili, gli anfibi, gli insetti, gli animali microscopici, che pure erano trattati al Muséum come insegnamenti distinti, ma il primo volume analizzava *les organes du mouvement* (gli scheletri e i muscoli), il secondo il sistema nervoso e i sensi, il terzo il sistema digestivo e i denti, e così via. L'idea di Cuvier era, così, resa tremendamente esplicita. L'ordine naturale non andava cercato nella forma ma nella funzione.

La funzione spiegava mirabilmente ciò che Cuvier intendeva per le *condizioni di esistenza* o *cause finali*.<sup>268</sup> In breve gli animali erano organizzati secondo due regole precise: 1) la correlazione delle parti e 2) la subordinazione dei caratteri. La prima regola affermava che ogni elemento del corpo non era a sé stante ma, essendo parte di un organismo che funzionava perfettamente nel complesso, partecipava alla coordinazione funzionale del corpo affinché quel dato animale potesse vivere il suo peculiare stile di vita. Così scrisse: “[...] è evidente che una corretta armonia tra gli organi che agiscono uno sull'altro è una condizione necessaria di esistenza per la creatura alla quale appartengono”.<sup>269</sup> Non poteva quindi esistere un animale i cui organi non lavorassero uno per l'altro. Con la seconda regola, la subordinazione dei caratteri, Cuvier sostenne che, per ottenere una classificazione corretta, si dovevano tenere maggiormente in considerazione quei caratteri che erano poco influenzati dallo stile di vita dell'animale.

Se si intendeva procedere ad una classificazione corretta bisognava studiare minuziosamente tutte le parti di un animale e confrontarle con le parti funzionalmente simili di tutte le altre specie. Era, questa, una pratica innovativa in quanto fino ad allora la maggior parte dei sistematici paragonavano le specie soltanto per due, o poco più, caratteri. L'intera struttura doveva essere vista come un insieme correlato di parti dove, al variare di un organo ci si doveva aspettare delle variazioni compatibili negli altri organi. Solo così, comparando non solo i mammiferi fra loro, o i vertebrati fra loro, ma tutte le specie del regno animale, si potevano trovare quelle assonanze o quelle divergenze che caratterizzavano i diversi piani costruttivi degli esseri viventi.

Per compiere queste analisi era necessario dotarsi di tecniche raffinate che potessero fare emergere anche le impercettibili sfumature. A riguardo Cuvier studiava i particolari con una cura quasi maniacale. Ad esempio, dovendo confrontare il sistema circolatorio iniettava dei fluidi colorati nei vasi sanguigni affinché fossero messi in evidenza anche i più piccoli capillari. Questo minuzioso lavoro venne compiuto persino nei minuscoli invertebrati, crostacei e molluschi compresi.

#### 10.1.2.2 *Non più Scala della Natura*

Con la regola della subordinazione dei caratteri, Cuvier demolì in modo pressoché definitivo l'idea che gli organismi viventi si potessero collegare in linea retta; ovvero in quella *Scala della Natura* o *Catena dell'Essere* che, fino ad allora, pochi avevano messo in discussione. La classificazione del regno animale di Cuvier, pubblicata dapprima in quattro volumi nel 1817 e poi in cinque volumi tra il 1829 e il 1830,<sup>270</sup> mostrava in modo chiaro che per produrre una classificazione corretta bisognava tenere in considerazione

---

<sup>268</sup> G. Cuvier, 1833, *op. cit.*, p. 11

<sup>269</sup> Cit. in S. J. Gould, 2003, *op. cit.*, p. 374

<sup>270</sup> G. L. Cuvier, *Règne Animal distribué d'après son Organisation pour servir de base à l'Histoire Naturelle des Animaux et d'Introduction à l'Anatomie Comparée*, Deterville, 1817

solamente quelle caratteristiche, come già accennato, che erano meno influenzate dallo stile di vita. Secondo lo scienziato francese la parte meno variabile del corpo era il sistema nervoso, il più importante dal punto di vista funzionale e quindi il più utile per riconoscere i diversi piani corporei. Gli altri sistemi (respirazione, circolazione etc.) erano funzionalmente subordinati al sistema nervoso e plasmati dalle necessità del sistema nervoso stesso. In questo modo Cuvier riconobbe che:

esistono quattro forme principali, quattro piani generali, se così si può dire, in cui tutti gli animali sembrano siano modellati e l'ulteriore loro divisione, con qualsiasi nome li chiamino i naturalisti, sono soltanto lievi modificazioni fondate sullo sviluppo o sull'aggiunta di alcune parti, ma che in nessun modo cambiano l'essenza stessa del piano.<sup>271</sup>

Questi quattro piani erano: i vertebrati (Vertebrata), i molluschi (Mollusca), gli artropodi (Articulata) e gli animali dotati di forma radiale (Radiata). I diversi piani di organizzazione di questi gruppi animali non avevano nulla in comune tra loro così che non potevano essere sistemati secondo una linea di complessità crescente. Non c'era nessuna continuità nel piano corporeo, ad esempio tra insetti (appartenenti agli artropodi) e i mammiferi (appartenenti ai vertebrati); solo all'interno dei singoli gruppi era possibile ritrovare un andamento lineare come tra i pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi, tutti quanti vertebrati. Nonostante le prove di Cuvier fossero schiaccianti alcuni studiosi rimasero legati all'idea che la *Scala della Natura* rispecchiasse bene la realtà, fra questi Geoffroy e i suoi allievi. Questo concetto, tuttavia, dopo la già citata controversia tra Cuvier e Geoffroy venne definitivamente accantonato.

#### 10.1.2.3 *Correlazione delle parti, resti fossili ed estinzioni*

Nella pratica le intuizioni di Cuvier risultarono fondamentali nello studio dei fossili e furono elaborate grazie anche al contributo del geologo Brongniart di cui abbiamo già parlato. Come è facile intuire, molto spesso i ritrovamenti fossili sono costituiti da denti, ossa e loro frammenti, più raramente parti di scheletro e, quasi mai, scheletri completi. Inoltre i fossili vengono spesso ritrovati come cumuli di ossa eterogenee appartenute ad animali di specie diverse. Districarsi tra questi frammenti era, ed è ancora, arduo e non privo di errori. Non sempre si può essere certi che due ossa siano appartenute allo stesso animale e il rischio di ricostruire non la realtà del passato ma ciò che si spera di trovare è sempre presente.

La correlazione delle parti permetteva di evitare, o quantomeno limitare, errori di valutazione. Così Cuvier scrisse nel 1798:

Oggi l'anatomia comparata ha raggiunto un tale punto di perfezione che, dopo aver ispezionato un singolo osso, si può spesso determinare la classe, e qualche volta anche il genere dell'animale al quale appartiene, soprattutto se tale osso fa parte della testa o degli arti.<sup>272</sup>

Per la verità questa affermazione, comoda e altisonante ma non proprio rispondente alla realtà, venne fomentata dagli stessi paleontologi che ne potevano trarre grande profitto e Cuvier, uomo di mondo, non fece nulla per ridimensionarla.<sup>273</sup>

---

<sup>271</sup> G. L. Cuvier, *The animal kingdom*, London: WM. S. Orr and Co. Amen Corner, Paternoster Row., 1849, p. 32

<sup>272</sup> Cfr. R. M. J. Rudwick, *Georges Cuvier, Fossil Bones, and Geological Catastrophes*, University of Chicago Press, 1997, p. 36

Senza dubbio, però, l'idea di un insieme correlato delle parti aiutava molto la ricostruzione degli animali fossili. Cuvier, infatti, aveva notato che un determinato animale presentava solo quelle caratteristiche, e non altre, che lo rendevano adatto a svolgere un determinato compito. Un predatore quale il leone o il lupo, ad esempio, era sempre dotato di gambe adatte alla corsa, artigli atti ad afferrare la preda, mascelle e denti aguzzi per strappare e lacerare le carni. Al contrario un erbivoro, come una gazzella o un daino, aveva mascelle e denti atti a macinare i vegetali e degli zoccoli adatti al pascolo. Era impossibile trovare un animale con gli zoccoli che avesse anche una dentatura da carnivoro e viceversa un animale con gli artigli con dentatura da erbivoro, perché denti e zampe lavoravano in coordinazione dando all'animale un *pacchetto* armonico adatto ad un certo stile di vita e non ad un altro. Quando si trovava un dente canino vicino ad uno zoccolo non si doveva cadere nel tranello di assegnare le due parti allo stesso animale, ma si era certi che i due reperti avessero provenienza diversa. Era probabile, allora, che scavando tutt'attorno si trovassero altri resti dei due diversi animali. Oggi questo ragionamento può sembrare scontato, ma allora rimaneva viva la credenza che potessero esistere animali mitologici quali l'ippogrifo (un cavallo alato) o la chimera (testa di leone, una testa di capra sulla schiena e coda di serpente)!

Per Cuvier tutta la struttura degli animali era coordinata in un tutto armonico. Anche gli organi, i sistemi e gli apparati interni erano caratteristici per la loro specifica funzione. L'apparato digerente dei carnivori era sempre più corto di quello degli erbivori perché differenti erano le necessità digestive. Compito dell'anatomia comparata era proprio quello di evidenziare le diverse funzioni e come esse fossero correlate le une alle altre così da dare precise indicazioni ai sistematici affinché potessero giungere ad una corretta classificazione. Così scrisse Cuvier:

Per esempio: se i denti di un animale sono fatti come devono essere fatti perché si nutra di carne, possiamo essere certi senza compiere ulteriori esami che l'intero sistema dei suoi organi digestivi sono appropriati per quel tipo di cibo; e che il suo intero scheletro e i suoi organi locomotori, così come i suoi organi di senso, sono arrangiati in modo tale da renderlo atto ad inseguire e a cacciare la sua preda. Perché queste relazioni sono condizioni necessarie per l'esistenza dell'animale; se le cose non stessero così, non sarebbe in grado di sopravvivere.<sup>274</sup>

A queste considerazioni Cuvier era giunto dopo una enorme esperienza in campo. Già poco dopo il suo arrivo a Parigi, era il 1796, si trovò ad analizzare alcuni resti fossili di un grande animale proveniente dal Paraguay. Data la mole lo chiamò *megatherium* (grande bestia) e ne notò strette rassomiglianze con i bradipi sudamericani viventi, nonostante la stazza fosse impressionante. Quei resti di animale erano, secondo Cuvier, la prova definitiva che le specie potevano estinguersi, era infatti assai improbabile che gli esploratori non si fossero mai imbattuti in un animale di quel tipo ancora in vita.

Il *Megatherium* affascinò oltremodo Cuvier (chi vede dal vivo il suo scheletro non può rimanere indifferente!) che decise di approfondire le ricerche sui grandi mammiferi, viventi e fossili. La scelta fu oltremodo facile: dal punto di vista strategico quell'attività gli avrebbe dato lustro, dal punto di vista tecnico c'era molto materiale su cui lavorare. Tra l'altro poteva contare sui reperti che Buffon aveva raccolto

<sup>273</sup> Cfr. S. J. Gould, *Bully for Brontosaurus*, W.W. Norton, 1991. In italiano, *Bravo brontosauo*, Feltrinelli, 1992, cit. in: S. J. Gould, 2003, *op. cit.*, p. 375

<sup>274</sup> R. M. J. Rudwick, 1997, *op. cit.*, p. 36

decenni prima e che si trovavano lì, al Muséum. Reperti provenienti in gran parte dai depositi alluvionali del Nord Europa, della Siberia e del Nord America.

Cuvier iniziò il lavoro confrontando le ossa degli elefanti viventi e degli animali fossili che somigliavano loro. Comparò vertebre, costole, zanne, ma soprattutto la superficie dei denti molari che mostravano increspature caratteristiche. Tra l'altro rilevò, confrontando i pachidermi ancora in vita, che gli elefanti africani e asiatici erano così differenti da doverli collocare non solo in due specie differenti, ma addirittura in due generi distinti. Ancor più interessante fu il paragone tra le ossa fossili e le ossa attuali dei grandi mammiferi. Le differenze erano così marcate che nessun osso fossile apparteneva ad alcun animale in vita e nessun osso di animale ancora in vita era stato trovato allo stato fossile: era la conferma schiacciante che le specie si estinguevano. Dopo la pubblicazione del suo *Discours préliminaire* nelle *Recherches* del 1812 l'estinzione fu considerata un fatto indubitabile e non più una sola ipotesi scientifica.<sup>275</sup>

Ora la prospettiva dei biologi cambiava. Ovunque si guardasse, si trovavano resti di specie estinte: cervi, elefanti, ippopotami, rinoceronti e altri grandi mammiferi estinti venivano scoperti qua e là, compresi i dintorni di Parigi. Inoltre, più si scavava e più venivano alla luce resti di animali sempre più dissimili rispetto ai viventi. Cuvier riassunse i suoi studi nel già citato *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes* [Ricerche sulle ossa fossili dei quadrupedi]. Tra l'altro descrisse un mammifero antichissimo simile ad un tapiro cui venne dato il nome di *palaeotherium* (antica bestia), rettili enormi, alcuni dei quali simili ai dragoni delle fiabe medievali e che ora sappiamo essere dei dinosauri volanti.

Le ripercussioni sui pensieri dell'epoca si rivelarono traumatiche! La religione dovette affrontare l'evidenza delle estinzioni; la scienza e la filosofia dovettero fare i conti con un mondo tutt'altro che armonico, privo di quella *economia della Natura* tanto decantata nei decenni passati. Era il momento di ripensare ad un mondo più ostile. Cuvier tentò una propria ricostruzione nella sua *teoria delle catastrofi*.

#### 10.1.2.4 Cuvier e l'idea evolutiva

A quel tempo iniziava a farsi strada l'idea che le specie animali potessero cambiare nel corso del tempo. Se Buffon aveva limitato la possibilità a trasformazioni degeneranti, altri insigni studiosi iniziavano a credere che le specie potessero modificarsi e migliorarsi per adattarsi all'ambiente in cui vivevano: tra questi Erasmus Darwin, il nonno di Charles, e il cavaliere Lamarck. Per Cuvier, invece, quest'idea era inconcepibile. Gli animali erano così specializzati nella loro funzione e così adattati alle proprie condizioni di esistenza che non avrebbero potuto sottostare a nessun tipo di trasformazione. D'altra parte come dargli torto? Secondo la sua concezione, la trasformazione di una parte avrebbe richiesto migliaia di altre trasformazioni contemporanee in tutto l'individuo e questo sembrava francamente impossibile. Le varie parti erano così strettamente interconnesse, così adattate e coordinate allo stile di vita dell'animale, che non avrebbero potuto sottostare a nessun cambiamento significativo. Per questa concezione che vedeva le specie come fisse ed immutabili Cuvier rimase un *fissista*.

---

<sup>275</sup> Cfr. S. J. Gould, 2003, *op. cit.*, p. 375

### 10.1.2.5 *La teoria delle catastrofi*

Il lavoro dei paleontologi portò all'accumularsi di una lunga serie di reperti fossili appartenuti ad animali estinti. Erano mammiferi ancestrali dall'aspetto strano, ma con caratteristiche comuni ai mammiferi viventi. Ad esempio il *palaeotherium* (simile ad un tapiro), l'*anoplotherium* (un ungulato coi denti canini corti e deboli), il *megalonix* (un bradipo gigante), il *mastodon* (un mammoth). Tutto lasciava pensare a una grande estinzione di massa verificatasi, probabilmente, in occasione del Diluvio Universale raccontato nelle Sacre Scritture. Così si espresse Cuvier in *Espèces des éléphants* [Specie di elefanti] del 1796:

Tutti questi fatti, coerenti fra loro e non contraddetti da nessun riscontro, mi sembra provino l'esistenza di un mondo precedente al nostro, distrutto da un qualche tipo di catastrofe. Ma qual era la terra primitiva? Qual era questa natura che non era soggetta al dominio umano? E quale rivoluzione fu in grado di spazzarlo via, fino al punto di non lasciare nessuna traccia se non qualche osso parzialmente decomposto?<sup>276</sup>

Nel *Discours préliminaire* del suo *Recherches* Cuvier tentò delle spiegazioni. Nei dintorni di Parigi erano state trovate ossa fossili di vertebrati assieme a conchiglie di molluschi marini alternati a conchiglie di molluschi di acqua dolce. La transizione da una condizione all'altra sembrava essere drastica e Cuvier concluse che l'acqua del mare poteva essere arrivata sulla terra ferma più di una volta. L'ultimo di questi eventi poteva essere identificato col racconto biblico del Diluvio Universale. In questo venne supportato dal geologo e paleontologo inglese William Buckland<sup>277</sup> che trovò dei depositi geologici di fango e ghiaia lontani dai fiumi, persino nella caverna di Kirkdale nel nord del Yorkshire. Chiamò questi strati *diluvium* per distinguerli dagli strati alluvionali dovuti all'accumulo di materiale portato dai fiumi. Probabilmente, pensò, si erano verificate delle ondate catastrofiche, degli tsunami biblici.

Ma il registro fossile doveva riservare molte altre sorprese. Creature sempre più strane e incredibili arrivarono sotto gli occhi dei paleontologi. Nel 1784 un italiano, Cosimo Collini,<sup>278</sup> aveva descritto il primo fossile di rettile volante,<sup>279</sup> era lo *pterosaurus* che Cuvier chiamò *Pterodactylus* dopo averne esaminato un esemplare nel 1809. Nel 1828 la paleontologa britannica Mary Anning<sup>280</sup> ne rinvenne un altro lungo le coste meridionali dell'Inghilterra, a Lyme Regis, nello stesso luogo in cui, diversi anni prima, quando era appena dodicenne, aveva rinvenuto il primo scheletro completo di *Ichthyosaurus*, un rettile dall'aspetto misto di un pesce, un coccodrillo e un delfino. Un altro rettile acquatico, il *Mosasaurus*, così chiamato perché rinvenuto nei pressi del fiume Mosa (a Maastricht nel Belgio) fu esaminato nel 1808 dallo stesso Cuvier. Nel 1821 il geologo William D. Conybeare<sup>281</sup> assieme al collega Henry De la Beche<sup>282</sup> descrissero un *plesiosaurus*, anche questo un rettile acquatico. Se già i mammiferi preistorici avevano destato grande incredulità, questi

<sup>276</sup> R. M. J. Rudwick, 1997, *op. cit.*, p. 24

<sup>277</sup> William Buckland (1784-1856)

<sup>278</sup> Cosimo Collini (1727-1806)

<sup>279</sup> Nel 1757 Karl Theodor trovò un fossile in un armadietto del palazzo Manheim. Nel 1764 lo inviò all'italiano Cosimo Collini di Firenze (1727-1806) che lo descrisse e pubblicò i risultati in: C. A. Collini, *Sur quelques Zoolithes du Cabinet d'Histoire naturelle de S. A. S. E. Palatine & de Bavière, à Mannheim*, Acta Theodoro-Palatinae Mannheim 5 Pars Physica, 1784, pp. 58-103 (1 plate)

<sup>280</sup> Mary Anning (1799-1847)

<sup>281</sup> William Daniel Conybeare (1787-1857),

<sup>282</sup> Sir Henry Thomas De la Beche (1796-1855)

nuovi ritrovamenti lasciarono stupefatti. Se, dopo tutto, era abbastanza plausibile immaginarsi animali estinti simili ai tapiri, ai bradipi e agli elefanti attualmente viventi, tutt'altra cosa era prevedere rettili con le ali o con le pinne.

Una cosa sembrava chiara: più si andava indietro nel tempo e più gli animali differivano dalle forme attuali. Qual era, ci si chiese, il *filo conduttore* che legava questi strani esseri? Coloro i quali pensavano che le specie potessero modificarsi nel tempo si immaginavano una lenta trasformazione, dovuta alla necessità di adattarsi al mutare dell'ambiente circostante. Ma se così era si sarebbero dovuti trovare resti fossili con caratteristiche intermedie tra l'una e l'altra forma. E invece nulla evidenziava una continuità, un cambiamento graduale. Per Cuvier il registro fossile confermava l'opinione che le specie fossero fisse ed immutabili e, non una, ma una serie di catastrofi si dovevano essere abbattute sul nostro pianeta causando grandi estinzioni.

Un'altra cosa era poco chiara: chi, o cosa, aveva ripristinato la biodiversità dopo le catastrofi? Probabilmente, alcuni sostennero, Dio era intervenuto più volte nel corso delle ere geologiche con nuove Creazioni, atte a ripopolare il pianeta. Su questo punto Cuvier non si sbilanciò. Non volendo confutare i dettami delle Sacre Scritture che parlavano di una sola catastrofe e di una sola Creazione sostenne che le *sue* catastrofi non si erano sviluppate a livello globale, ma solo localmente. Cosicché era sempre possibile che le zone devastate si fossero ripopolate grazie alla migrazione dalle zone rimaste intatte. Scrisse:

[...] non pretendo che sia stata necessaria una nuova creazione perché si producessero le specie oggi esistenti; dico soltanto che esse non esistevano nei luoghi in cui sono visibili adesso e che hanno dovuto venirvi da altrove.<sup>283</sup>

La sua risposta era diplomatica e affatto soddisfacente. Se gli animali erano fissi ed immutabili e nessuna nuova creazione aveva ripopolato *ex novo* il pianeta, allora tra i fossili antichi si sarebbero dovuti trovare i resti delle specie viventi e non solo di quelle estinte.

Per queste incongruenze il *catastrofismo*, così venne chiamata la teoria di Cuvier, non convinse tutti gli scienziati, soprattutto quelli che iniziavano a credere veramente che le specie potessero modificarsi nel corso del tempo. Come vedremo più avanti, la teoria evolutiva sembrò negare il catastrofismo in quanto prevedeva una lenta trasformazione delle specie, senza grandi balzi, secondo la locuzione latina *Natura non facit saltus*. Successivamente si capì che catastrofi ed evoluzione non erano in contraddizione. Possiamo, qui, anticipare che ad oggi si hanno prove schiaccianti sia di catastrofi a livello globale accompagnate da grandi estinzioni, che di catastrofi di piccole e medie dimensioni a carattere più o meno locale.<sup>284</sup> Alcune teorie evolutive come quella degli *equilibri punteggiati* (o *puntuati*) sostengono una alternanza di periodi di stasi e periodi di estinzioni a cui fa seguito una accelerazione dei ritmi evolutivi.<sup>285</sup>

---

<sup>283</sup> G. L. Cuvier, *A discourse on the revolutions of the surface of the globe*, Carey & Lea, Philadelphia, 1831, p.79.

<sup>284</sup> D.M. Raup, *Extinction, Bad Genes or Bad Luck?*. In italiano: *L'estinzione. Cattivi geni o cattiva sorte?*, Einaudi, 1994

<sup>285</sup> S. J. Gould, N. Eldredge, *Punctuated Equilibria: The Tempo and Mode of Evolution Reconsidered*, *Paleobiology*, n. 3, 1977, pp. 115-51. N. Eldridge, *Time Frames: The Rethinking of Darwinian Evolution*, Simon & Schuster, 1985; S. J. Gould, *The Structure of Evolutionary Theory*, Harvard University Press, 2002. In italiano, 2003, *op. cit.*



## 10.2 Étienne Geoffroy Saint-Hilaire

Di Geoffroy abbiamo già accennato in precedenza. Ne parliamo ora in maniera estesa perché si mise in evidenza a partire dal secondo decennio del XIX secolo, aprendosi favorevolmente all'idea che le specie non erano qualcosa di immutabile, ma fossero soggette a modificazioni nel corso del tempo.

Geoffroy era più giovane di tre anni rispetto a Cuvier ma aveva iniziato la carriera scientifica prima di lui perché, all'età di appena 21 anni, gli era stata offerta la cattedra di *zoologia dei quadrupedi, cetacei, uccelli, rettili e pesci* al Muséum National d'Histoire Naturelle. Come abbiamo detto, quando Tessier gli raccomandò Cuvier, Geoffroy fu felice di accoglierlo a Parigi e, in un certo qual senso, gli fece da tutore. Dapprima i due giovani divennero amici, accumulati dallo stesso interesse nella zoologia, ma ben presto il loro carattere ambizioso li portò a rivaleggiare. Dopo aver pubblicato assieme le prime ricerche (nel 1795) le loro strade si separarono. Mentre Cuvier rimase a casa a curare gli studi e la propria immagine, Geoffroy accettò di accompagnare la campagna di Napoleone in Egitto sia perché sperava di ricavarne buoni spunti di ricerca, sia perché pensava portasse notorietà. Così non fu. Tornato in patria, con qualche animale impagliato e nulla più, si accorse di essere rimasto in ombra mentre Cuvier, con le sue lezioni, le sue pubblicazioni e le sue indubbie capacità di coltivare le relazioni pubbliche, aveva fatto una rapida carriera. Nel 1795 era già membro della Académicien des Sciences e nel 1800 aveva già iniziato a dare alle stampe le sue *Lezioni di anatomia comparata*. Dalla sua Geoffroy dovette attendere il 1807 per entrare alla Académicien e non pubblicò nulla di importante fino al 1818, anno di uscita della sua *Philosophie anatomique*.

L'iniziale amicizia dei due degenerò, quindi, fino a sfociare in una forte rivalità. Ma questa rivalità fu personale più che scientifica, ne sono testimonianza alcuni comportamenti di Geoffroy tutt'altro che onesti. La loro famosa disputa, di cui parleremo fra poco, fu dunque uno scontro fra due forti caratteri oltre che fra diverse concezioni di intendere la biologia. Alcuni sospettano addirittura che Geoffroy si mise alla guida del *formalismo* proprio perché era in contrasto con il *funzionalismo* di Cuvier e demolire il *funzionalismo* significava, non solo smantellare un concetto, significava abbattere Cuvier, e la sua popolarità, dalle fondamenta.<sup>286</sup>

Come era dunque logico aspettarsi, usciti di scena i due protagonisti, la disputa si sgonfiò e i naturalisti loro successori compresero che le due diverse posizioni non erano necessariamente in contrasto. *Funzionalismo* e *strutturalismo* potevano convivere in una nuova teoria che, dopo la metà del XIX secolo, venne chiamata evoluzionismo.

### 10.2.1 Vita

Étienne Geoffroy<sup>287</sup> nacque a Étampes, un paesino nell'area metropolitana di Parigi (una ventina di chilometri a sud-est della capitale francese). Fu il settimo di 14 figli ma solo il terzo di quelli sopravvissuti.

Di indole carismatica e vivace si mise subito in evidenza e venne iniziato alla vita clericale. Studiò dapprima al collège d'Étampes, poi al collège de Navarre a Parigi dove ebbe come insegnanti di filosofia e

---

<sup>286</sup> S. J. Gould, 2003, *op. cit.*, p. 379

<sup>287</sup> Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844)

storia naturale Mathurin J. Brisson<sup>288</sup> e Henri A. Tessier, allora abate, e dove divenne bacelliere in diritto nel 1790. Frequentò le lezioni del naturalista Louis-Jean-Marie Daubenton<sup>289</sup> al Collège de France e del chimico Antoine François, comte de Fourcroy<sup>290</sup> al Jardin des Plantes. Durante i massacri di settembre del 1792<sup>291</sup> si distinse per un atto eroico: riuscì a far evadere, e quindi a salvare loro la vita, alcuni amici finiti in prigione. Tra questi c'era il suo insegnante di mineralogia, l'abate René de Haüy,<sup>292</sup> amico dell'influente Daubenton. L'anno seguente, grazie al suo comportamento eroico, alla sua bravura ed anche alle sue capacità dialettiche, Daubenton gli propose il posto di custode in seconda e assistente dell'ufficio di storia naturale del Jardin reso vacante dalle dimissioni del conte di Lacépède. Quando venne istituito il Muséum National d'Histoire Naturelle, il 10 giugno 1793, Daubenton fu eletto Direttore e Geoffroy, ormai suo protetto, venne chiamato a dirigere la cattedra di zoologia dei vertebrati.<sup>293</sup> Aveva appena compiuto i 21 anni!

Quando Napoleone, nel 1798, chiamò a sé alcuni studiosi e artisti affinché lo accompagnassero nella campagna di Egitto, Geoffroy, romantico sognatore, fu felice di accettare l'incarico e tornò in Francia nel gennaio 1802 con alcuni reperti, "in uno stato di ottima preservazione [...] mummie di gatti, cani, scimmie, la testa di un toro, uccelli da preda, ibis e coccodrilli".<sup>294</sup> Un paio d'anni dopo (1804) sposò Pauline Brière de Mondetour e l'anno successivo nacque il figlio Isidore.

Étienne Geoffroy divenne membro dell'Académie des Sciences nel 1807 e nel 1809 assunse l'incarico di professore di zoologia all'Università di Parigi. Nel luglio del 1840 iniziò ad avere problemi alla vista, per una infezione contratta, si dice, in Egitto, e poco dopo fu colpito da un ictus che lo portò ad avere problemi motori. Quindi, nel 1841, all'età di 69 anni, si dimise dalla cattedra al Muséum a cui succedette il figlio Isidore. Sempre più inabile Geoffroy morì nel 1844. Nella sua vita ricevette numerosi riconoscimenti: divenne Chevalier de la légion d'Honneur [Cavaliere della Legion d'Onore], Chevalier d'Empire [Cavaliere dell'Impero]. Il suo nome aggiuntivo *Saint-Hilaire* deriva da un villaggio vicino a Parigi in cui il padre aveva una proprietà.

### 10.2.2 Studi e teorie

Come i suoi contemporanei tedeschi, il filosofo Johann G. Herder,<sup>295</sup> il naturalista Lorenz Oken,<sup>296</sup> il poeta Johann W. Goethe<sup>297</sup> e l'anatomista Johann Friedrich Meckel,<sup>298</sup> Geoffroy si opponeva all'idea che le

---

<sup>288</sup> Mathurin Jacques Brisson (1723-1806)

<sup>289</sup> Louis-Jean-Marie Daubenton (1716-1800)

<sup>290</sup> Antoine François, comte de Fourcroy (1755-1809)

<sup>291</sup> Con "massacri di settembre" si intendono le ondate di violenza che attraversarono Parigi alla fine dell'estate del 1792. La folla, sobillata da agitatori, riuscì a superare le difese di diverse carceri parigine, raggiunse i prigionieri, molti dei quali aristocratici, e li massacrò barbaramente. Si racconta, ad esempio, che la Principessa di Lamballe, intima amica della regina venne trascinata all'aperto, denudata, stuprata ripetutamente e torturata prima di venire decapitata e squartata. I registri dell'epoca riportano, però, che il corpo venne consegnato intero al Commissariato di città.

<sup>292</sup> René Just Haüy (1743-1822)

<sup>293</sup> In realtà la cattedra era di "zoologia dei quadrupedi, cetacei, uccelli rettili e pesci" che l'anno seguente, 1794, venne suddivisa in "zoologia dei mammiferi e uccelli" e "zoologia di rettili e pesci", cattedra che andò a Lacépède

<sup>294</sup> Grant Robert Edmond, "Lectures on Comparative Anatomy", *The Lancet*, 1834, p.90. "in a state of high preservation [...] mummies of cats, dogs, monkeys, the head of a bull, birds of prey, ibises, and crocodiles"

<sup>295</sup> Johann Gottfried Herder (1744-1803)

specie fossero statiche. Per quanto alcuni vedessero nel mondo una spinta intrinseca verso lo sviluppo e il miglioramento, non si trattava di una vera e propria concezione di tipo evolutivo nel senso moderno del termine. In *Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit*<sup>299</sup> [Idee per la filosofia della storia dell'umanità] Herder vedeva la Natura come una organizzazione unitaria dove tutto era collegato, dove una condizione tendeva verso l'altra e la preparava.

Dalla pietra al cristallo, dal cristallo ai metalli, da questi ai vegetali, dalle piante all'animale, e dagli animali all'uomo, abbiamo visto elevarsi la forma dell'organizzazione e, con essa, articolarsi anche le forze e gli impulsi della creatura. Questi, alla fine, si congiungono tutti nella figura dell'uomo, nella misura in cui essa è capace di raccogliarli.<sup>300</sup>

Per Oken:

La struttura dell'uomo è la sintesi di tutte le forme viventi, la ricomposizione di aspetti umani sparsi nel resto della natura organica.<sup>301</sup>

Come si vede la concezione di *Scala dell'Essere* rimaneva ancora viva in alcuni.

Per i *naturphilosophen* gli animali erano tutte modificazioni di un unico prototipo. Al suo interno, ciascuna specie animale era composta dalle stesse parti, ovviamente mescolate e modificate nelle dimensioni e nello spazio, ma sempre uguale in numero al modello originario. Anche l'uomo era una copia del prototipo, copia adeguata secondo alcuni, compendio perfetto del prototipo secondo altri o anche prototipo esso stesso.<sup>302</sup>

Per Geoffroy la Natura era dotata di plasticità e il mondo organico era in grado di modificarsi continuamente attraverso una metamorfosi dinamica, una ristrutturazione continua delle sue basi di partenza. Tutti gli animali rappresentavano delle modificazioni di un unico piano generale, modificazioni che avvenivano sottostando a precise leggi: 1) la legge delle connessioni secondo la quale le parti *analoghe* mantenevano tra loro gli stessi collegamenti; 2) la legge della permanenza secondo la quale le parti nuove non erano generate, ma derivavano da altre strutture; 3) la legge di equilibrio secondo la quale lo sviluppo di una parte veniva fatto a spese di altre parti.

#### 10.2.2.1 Unità del piano

Geoffroy era deista, credeva in Dio ma non considerava le Sacre Scritture come depositarie della rigorosa narrazione della storia del mondo. Per lui, come per gli altri deisti, le leggi di Dio potevano essere comprese attraverso l'osservazione della Natura. Non sorprende, quindi, che, studiando gli animali cercasse anch'egli, come Cuvier e gli altri zoologi del tempo, l'ordine del Creato. Mano a mano che i suoi studi

---

<sup>296</sup> Lorenz Oken (1779-1851)

<sup>297</sup> Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832)

<sup>298</sup> Johann Friedrich Meckel (1781-1833)

<sup>299</sup> J. G. Herder, *Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit*, J. F. Hartinich, 1841

<sup>300</sup> J. G. Herder, *Ideas towards a philosophy of the history of man*, In: M. E. Sharpe, *Nature's Web: Rethinking Our Place on Earth*, Environmental Studies, 1996, p. 282. Traduzione italiana tratta da U. Perone et. al., 1980, *op. cit.*, v. 3, p. 16

<sup>301</sup> A. La Vergata, 1979, *op. cit.*, p. 227

<sup>302</sup> *ibidem*

progredivano si convinse sempre più, soprattutto a partire dal 1820, che tutti gli animali avessero come base un singolo modello, un singolo archetipo. Questo concetto, di cui divenne il massimo esponente, venne da lui chiamato con diverse locuzioni quali: *unità del piano* o *unità del tipo* o, ancora, *unità di composizione organica*, *unità di struttura*. Per cercarne la conferma Geoffroy si concentrò nello studio dell'anatomia, della embriologia e della teratologia<sup>303</sup> perché aveva intuito che gli organi vestigiali,<sup>304</sup> i diversi stadi di sviluppo embrionale e la grande diversità dei vertebrati nascondessero i segreti del programma divino. Iniziò quindi a parlare di *analogie* (le odierne *omologie*)<sup>305</sup> come corrispondenze dirette tra le varie parti del corpo di tutti gli animali.<sup>306</sup>

### 10.2.2.2 *Analogie e principio di connessione*

Inizialmente Geoffroy cercò le *analogie* tra gli scheletri degli animali vertebrati. Tra quelli terrestri era abbastanza facile fare corrispondere le varie ossa del corpo, il problema si complicava quando si prendevano in considerazione i pesci. Come districarsi tra ossa così diverse, soprattutto nel cranio, negli arti e nelle pinne, nel cinto scapolare? Ne discusse nel suo primo lavoro di un certo spessore, pubblicato nel 1807,<sup>307</sup> quando confrontò le diverse anatomie.

Il *principio di connessione* divenne il concetto chiave della *teoria degli analoghi*, di cui rivendicò la paternità nella sua opera più importante e dal titolo altisonante: *Philosophie anatomique* [Filosofia anatomica] che venne pubblicata in due volumi nel 1818 e nel 1822,<sup>308</sup> così come nel libro: *Histoire Naturelle des Mammifères* [Storia naturale dei mammiferi] del 1819.

---

<sup>303</sup> La teratologia è lo studio delle mostruosità corporee congenite, ossia la scienza che studia i difetti presenti fin dalla nascita, ovvero le malformazioni del neonato. Le teratologie, nella scienza moderna, sono considerate come anomalie accidentali, eccezionali e sporadiche, estranee perciò al normale campo di variazione di una popolazione. Immagini impressionanti di feti deformati si possono vedere sul web alla pagina della Università di Bologna, patologia veterinaria:  
[http://www.sma.unibo.it/patologiaveterinaria/teratologiad\\_ita.html](http://www.sma.unibo.it/patologiaveterinaria/teratologiad_ita.html)

<sup>304</sup> Gli organi vestigiali sono quegli organi rudimentali, poco sviluppati, atrofizzati presenti negli animali. Tipici esempi sono i muscoli erettori dei peli (detti anche orripilatori) dell'uomo; gli abbozzi delle ossa degli arti posteriori dei cetacei; le ali degli uccelli inetti al volo, come quelle degli struzzi.

<sup>305</sup> Oggi per caratteri omologhi si intendono quei caratteri che possono essere ritrovati in organismi diversi sebbene possano apparire profondamente differenti per volume, forma, funzione. Sono caratteri o strutture di organismi diversi originati da una comune forma embrionale, che derivano dalla stessa linea filogenetica. Ad esempio gli arti dei vertebrati, le pinne dei delfini e le ali dei pipistrelli, sebbene appaiano decisamente diversi gli uni dagli altri, sono organi omologhi in quanto hanno la medesima origine. I caratteri analoghi sono invece quelli che hanno un'apparenza molto simile e una simile funzione ma hanno origine filogenetica diversa. La pinna dei delfini (mammiferi) è analoga a quella dei pesci. Sono analoghi gli occhi di molti animali come il nautilus, la chiocciola, il pecten, la seppia, i vertebrati. Hanno la stessa funzione, vedere il mondo circostante, ma la loro origine è totalmente diversa. Geoffroy per analogia intendeva la odierna omologia.

<sup>306</sup> A.L. Panchen, *Étienne Geoffroy St.-Hilaire: father of "evo-devo"*, *Evolution & Development*, 2001, v. 3, n. 1, pp. 41-6.

<sup>307</sup> E. Geoffroy Saint-Hilaire, *Premier mémoire sur les poissons, où l'on compare les pièces osseuses des leurs nageoires pectorales avec les os de l'extrémité antérieure des autres animaux à vertèbres*, *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, 1807, v. 9, pp. 357-372, specialmente pp.360-361

<sup>308</sup> Il primo volume aveva il sottotitolo meno enfatico di *Pièces osseuses des organes respiratoires*, ovvero: "parti ossee degli organi respiratori"; il secondo di *des monstruosités humaines, ouvrage contenant une classification des monstres*, alcune mostruosità umane, lavoro contenente una classificazione dei mostri.

Secondo la *teoria degli analoghi* i vertebrati erano formati in base ad un unico modello di cui mantenevano la stessa quantità di elementi, nessuno in più, nessuno in meno. La forma di questi elementi, però, poteva essere diversa da una specie all'altra. Ogni elemento, infatti, poteva essere lungo o corto, arcuato o dritto, gonfio o contratto ecc., poteva essere presente solo nella fase embrionale oppure fuso assieme ad altri nell'adulto. Questi elementi, inoltre, si presentavano, nelle diverse specie, secondo un ordine preciso e con le stesse interrelazioni esistenti nel modello archetipo di base, secondo quello che chiamò il *principio di connessione*. Va da sé che lo studioso, per identificare le *analogie*, doveva tenere in considerazione le disposizioni spaziali e non la forma degli elementi, in quanto la loro forma poteva variare affinché compissero una funzione diversa.

Al passare del tempo e all'accumularsi delle conoscenze questo principio iniziò a mostrare i suoi limiti. C'erano tante eccezioni al fatto che gli elementi mantenessero le stesse posizioni e le stesse relazioni nei diversi animali, cosicché Geoffroy fu costretto a scrivere che gli elementi potevano essere riconosciuti "in base all'ordine spaziale invariato [...] tranne quando non si può"<sup>309</sup>. Ma siccome le eccezioni si facevano sempre più numerose e difficili da spiegare, fu costretto ad introdurre il concetto di metastasi, ovvero: movimento verso posizioni anomale. Quando, ad esempio, Cuvier (nel 1817)<sup>310</sup> gli fece notare che le ossa della testa dei pesci erano in numero maggiore rispetto a quelle dei tetrapodi, Geoffroy rispose che alcune ossa dell'opercolo dei pesci (quelle in sovrannumero) nei vertebrati terrestri si trovavano spostate e trasformate nelle piccole ossa dell'orecchio interno.

Questa spiegazione sembrò plausibile e Geoffroy, rincuorato dal successo, si convinse che l'*unità del piano* non si limitava ai soli vertebrati ma abbracciava tutto il regno animale. Se fosse riuscito a dimostrarlo ne avrebbe ricavato grandi vantaggi come quello di screditare l'ex amico, e ormai aperto rivale, Cuvier. Così fece, o almeno tentò di fare come vedermi più avanti. Ad aiutarlo si fece avanti un amico, il biologo scozzese Robert Edmond Grant<sup>311</sup> che scrisse:

[L'anatomia comparata] ci svela delle analogie inaspettate nella forma e nella struttura delle parti appartenenti ad animali distanti l'uno dall'altro nella scala, ed estendendo queste stesse analogie ci porta a percepire una rassomiglianza della struttura in classi di animali molto diverse e una uniformità di sistema (una unità di piano) nella organizzazione dell'intero regno animale.<sup>312</sup>

Le prove di questa unità del piano sembrarono arrivare proprio da Grant che verso la fine degli anni 1820 annunciò di aver identificato la ghiandola pancreatica nei molluschi e propose l'idea che gli insetti potessero essere dei vertebrati ribaltati su se stessi che vivevano dentro, e non fuori, le proprie vertebre. Accecato dall'entusiasmo Geoffroy sostenne quest'idea balzana senza ponderare a sufficienza e subito Cuvier lo accusò di superficialità: l'unità del piano non era estendibile oltre ai vertebrati.

---

<sup>309</sup> S. J. Gould, 2003, *op. cit.*, p. 381

<sup>310</sup> *ivi*, p. 383

<sup>311</sup> Robert Edmond Grant (1793-1874) fu docente di anatomia comparata all'Università di Londra e insegnante di Charles Darwin

<sup>312</sup> R. E. Grant, *Lectures on Comparative Anatomy*, The Lancet, 1834, p. 51

### 10.2.2.3 Geoffroy e l'idea evolutiva

Geoffroy, comunque, era ancora convinto che tutti gli animali della Terra fossero dotati dello stesso piano corporeo. Ma, se così era, qual era la ragione per la quale le loro parti assumevano forme diverse, a volte erano assenti nell'adulto, altre volte erano fuse assieme e altre volte ancora avevano cambiato posizione? Secondo Geoffroy bisognava entrare nell'idea che il mondo vivente fosse dotato di un mutamento dinamico. Con quest'ottica tutte le domande sembravano avere risposte adeguate. Doveva esistere una sorta di *principio di compensazione*, una *loi de balancement* o *legge di bilanciamento*<sup>313</sup> che all'accrescersi di un certo elemento ne portava un altro alla diminuzione. Era ovvio, poi, che alcune parti fossero presenti perché utili e necessarie mentre altre rimanessero come rudimenti o venissero eliminate nella fase adulta di quelle specie che non le utilizzavano. Un ragionamento simile, poi, poteva suffragare la diversa localizzazione.

I mutamenti dinamici ipotizzati da Geoffroy erano molto affascinanti e sembravano collimare con una idea nuova che stava facendosi strada nelle menti dei contemporanei. Si trattava della consapevolezza del mutamento delle specie ma non secondo una deriva peggiorativa come aveva ipotizzato Buffon, ma verso una tendenza ad adattarsi all'ambiente migliorando quelle parti che potessero risultare più utili. Era una vera e propria ipotesi evolutiva molto ardita avanzata dal collega cavaliere di Lamarck in una pubblicazione del 1809 dal titolo *Philosophie Zoologique*. Geoffroy, pensando di cavalcare l'onda innovativa, si affrettò a contribuire allo sviluppo di quella idea sostenendo che le modificazioni avvenivano preferibilmente nell'embrione, più malleabile rispetto all'adulto. Le diverse circostanze ambientali, quindi, sarebbero state il motore della modificazione. Soprattutto i cambiamenti nella proporzione di ossigeno nell'aria avrebbero prodotto modifiche negli organi respiratori prima e in tutto l'organismo poi.<sup>314</sup>

### 10.3 La controversia Cuvier-Geoffroy

La discussione sull'evoluzione era appena agli inizi date le conoscenze scarse e sporadiche. Il solo strumento a disposizione degli scienziati era la mera speculazione filosofica, l'unica che potesse proporre idee originali in attesa di trovare riscontro nella realtà osservata. Così come la fisica aveva scoperto leggi universali che governavano il mondo, così la biologia era alla ricerca dei principi a cui sottostavano gli organismi viventi. Cuvier e Geoffroy, in questo clima, si scontrarono sulla organizzazione del mondo animale e sulla possibilità che le specie potessero modificarsi nel tempo.

Il dibattito che ne scaturì fu, secondo Goethe, addirittura più importante della rivoluzione del luglio 1830 a Parigi, e caratterizzò la biologia dei decenni successivi. Così scrive Toby A. Appel:

Mentre i disaccordi nella scienza sono cosa comune, in ogni secolo ci sono poche controversie scientifiche che, in un momento critico, cristallizzano i temi chiave di un'intera disciplina. Portata alla ribalta nel dibattito Cuvier-Geoffroy del 1830 ci fu la divisione fondamentale nelle scienze biologiche: se la struttura animale doveva essere spiegata principalmente riferendosi alla funzione o alle leggi morfologiche. Questa controversia, richiamando attenzione all'approccio morfologico della struttura animale conosciuta in

---

<sup>313</sup> Cfr. S. J. Gould, 2003, *op. cit.*, p. 382

<sup>314</sup> A. La Vergata, 1979, *op. cit.*, p. 229

Francia e in Gran Bretagna come «filosofia anatomica», ebbe un ruolo primario nel fermento della biologia teorica che precedette l'arrivo della dottrina della evoluzione darwiniana.<sup>315</sup>

Cuvier, sostenitore del *funzionalismo*, si era soffermato a riflettere sull'armonia dei singoli animali, sulla correlazione delle loro parti. Un animale con artigli, infatti, non poteva avere i denti piatti perché era strutturato da carnivoro. Allo stesso modo i ruminanti avevano gli zoccoli, i molari a mo' di macina, e tutte le altre parti del corpo adatte ad una alimentazione vegetale. La spiegazione stava, secondo Cuvier, nelle cause finali degli organismi viventi, quelle cause finali di cui Aristotele aveva parlato e quel principio di finalità che Immanuel Kant aveva elaborato nella recente *Critica del Giudizio* (1790)<sup>316</sup> quando parlò anche, prendendo probabilmente spunto da Buffon, di una *reale parentela* delle forme viventi e di una loro derivazione da una *madre comune*.<sup>317</sup>

In Natura ogni animale aveva uno proprio scopo, una propria funzione, un fine ultimo, per il quale aveva ricevuto una determinata forma, forma riconducibile a uno dei quattro piani corporei di cui si è detto. Il piano corporeo degli insetti, ad esempio, era fondamentalmente diverso da quello dei vertebrati, perché diverse erano le loro funzioni. Lo stesso concetto valeva per i singoli organi. La Natura aveva dato loro una funzione particolare affinché si coordinassero in un tutto coerente. Proprio per la loro estrema specializzazione gli animali non potevano essere soggetti ad alcun cambiamento. Anche una leggera modifica di una piccola parte avrebbe comportato il fallimento dell'intera struttura. Solo se avesse interessato contemporaneamente tutti gli organi, il cambiamento si sarebbe potuto verificare, ma ciò era impensabile. In definitiva, dunque, la funzione dell'animale e delle sue parti determinava il suo aspetto, i suoi lineamenti, la sua forma che rimaneva fissa ed immutabile nel tempo. Se due animali si assomigliavano era per il fatto che dovevano compiere funzioni simili.

Al contrario Geoffroy, il principale sostenitore del *formalismo*, aveva notato che, comparando le parti anatomiche dei diversi animali, queste avevano forme diverse nell'adulto, ma avevano una origine simile: ad esempio, le pinne natatorie dei delfini e gli arti anteriori dei quadrupedi. Iniziò, dunque, a cercare le *analogie* tra le stesse parti nei diversi animali e si convinse che tutti derivavano da una unica forma archetipa. Questo piano corporeo non era esclusivo dei vertebrati, ma tutto il regno animale vi si era conformato, molluschi e insetti compresi. La Natura aveva quindi modellato la forma dei vari animali e delle loro parti affinché potessero svolgere al meglio la loro funzione. Le modificazioni erano reali, così che le specie potessero fare fronte al mutamento delle condizioni ambientali.

### 10.3.1 Le basi della disputa

Per comprendere le ragioni della disputa bisogna considerare i diversi aspetti (caratteriali, filosofici, scientifici) dei due contendenti. Della loro rivalità, del loro desiderio di primeggiare ad ogni costo, abbiamo già parlato a proposito delle vite personali. Ma se il loro carattere si assomigliava per arroganza ed egocentrismo si discostava enormemente sotto il profilo filosofico. Cuvier era un illuminista, capace di un lucido approccio empirico, mentre Geoffroy aveva un carattere sognatore, trascendente, romantico, che lo

---

<sup>315</sup> A. T. Appel, *The Cuvier-Geoffroy Debate: French biology in the decades before Darwin*, Oxford University Press, 1987, p. 2

<sup>316</sup> A. La Vergata, 1979, *op. cit.*, p. 230

<sup>317</sup> N. Abbagnano, *Storia della filosofia*, Gruppo Editoriale l'Espresso, 2006, v. 4, p. 570

avvicinava alla *Naturphilosophie*. Queste loro caratteristiche si rispecchiavano anche nel metodo di lavoro: Cuvier era molto rigoroso e pignolo, mentre Geoffroy si lasciava spesso prendere dall'entusiasmo col rischio di dover ritrattare le proprie conclusioni.<sup>318</sup>

Tuttavia, ciò che più condizionò le loro opinioni, fu l'angolatura sotto la quale compirono le loro (acute per entrambi) osservazioni. Non a caso le *opinioni* hanno un sinonimo in *punti di vista*, in questo caso non metaforici ma reali. Cuvier studiando l'anatomia era portato a concentrarsi sull'armonia dei singoli animali, su come ciascuna parte fosse specializzata e funzionale all'intero. Ma se da un lato questo approccio gli consentì di meglio districarsi tra i cumuli di ossa fossili evitando la ricostruzione di scheletri di animali improbabili, dall'altro lato gli fece notare l'aspetto statico del mondo animale. Le sue osservazioni erano fotografie di singoli istanti. Geoffroy, al contrario, studiando la zoologia e l'embriologia era portato a osservare la dinamicità dei tessuti biologici attraverso la trasformazione degli embrioni in adulti. Osservava, come in un film, il fluire degli stadi successivi di sviluppo. Inoltre la teratologia gli forniva, seppure attraverso aberrazioni mostruose, degli ottimi esempi della plasticità organica. Se i tessuti e gli organi potevano trasformarsi così velocemente, apparendo sotto una determinata forma per poi scomparire o tramutarsi in qualche cosa d'altro nei vari stadi embrionali fino all'adulto, perché non pensare che tutto il mondo vivente potesse sottostare a grandi cambiamenti? Se da una semplice cellula uovo, indifferenziata, nel giro di poche settimane nasceva un piccolo pulcino, perché credere che le specie fossero fisse ed immutabili? Con ogni probabilità la Natura aveva un tipo originario su cui lavorava per ottenere tutta la diversità animale.

### 10.3.2 Storia della disputa

La disputa tra i due scienziati ebbe un lungo periodo di incubazione, tuttavia esplose in un breve lasso di tempo, dal febbraio all'aprile del 1830, e si consumò in una piccola serie di dibattiti tenuti all'Accademia delle Scienze di Parigi. Dopo un breve battibecco in febbraio, prima Geoffroy e poi Cuvier disertarono un paio di occasioni e il tutto si risolse nei tre appuntamenti di inizio primavera. Nel corso di questi incontri, seguiti da un gran numero di curiosi, Geoffroy e Cuvier giocarono le loro carte, poi Geoffroy, dichiarando di non voler degenerare in colpi di teatro non volle più replicare. In realtà, con un po' di scaltrezza e malizia, stava preparando la contromossa e il 15 Aprile pubblicò il suo *Principi di filosofia zoologica* (un titolo molto simile a *Filosofia zoologica* pubblicato qualche anno prima da Lamarck e di cui parleremo nel prossimo capitolo). I cronisti dell'epoca decretarono vincitore Cuvier, ma la sua morte nel 1832 lasciò 12 anni di vantaggio a Geoffroy che tentò di tutto per ribaltare a proprio favore il risultato. Col senno del poi abbiamo il dovere di aggiungere che in realtà la disputa fu più costruita che reale. Entrambi gli studiosi avevano ragione per alcuni versi e per altri erano nel torto. Nei decenni successivi tutto sarebbe stato chiarito.

Terminata la breve cronaca torniamo agli argomenti. L'unità del piano di Geoffroy prevedeva che tutti le parti di una specie animale (in egual numero) dovessero essere presenti nelle altre specie animali. Se Cuvier avesse trovato un esempio in cui due animali erano costituiti da un numero diverso di parti avrebbe

---

<sup>318</sup> H. Le Guyader, *Geoffroy Saint-Hilaire: A Visionary Naturalist*, University of Chicago Press, traduzione dal francese di M. Grene, 2004



demolito il *formalismo* di Geoffroy. Al contrario Cuvier sosteneva che tutte le parti di una specie animale avevano una propria funzione caratteristica. Se Geoffroy avesse trovato due parti *analoghe* con funzione diversa in due animali distinti, avrebbe demolito il *funzionalismo* di Cuvier.

Le prime discussioni di inizio '800 rimasero limitate ad una semplice polemica accademica. Infatti, fin tanto che Geoffroy si limitò a sostenere *l'unità del piano* nei soli vertebrati i punti di contrasto rimasero pochi. Per quanto riguardava i singoli anfibi, rettili, uccelli e mammiferi non esistevano problemi seri. Sia Geoffroy che Cuvier sostenevano fossero derivati da un unico piano corporeo anche perché le loro *analogie* erano bene evidenti. All'interno dei vertebrati lo scheletro dei pesci era, invece, piuttosto diverso. Soprattutto le ossa del sistema respiratorio non potevano essere messe facilmente in corrispondenza biunivoca con quelle dei tetrapodi. Dovendo trovare una correlazione, Geoffroy nel 1807 sostenne che la forcula degli uccelli (il così detto osso dei desideri) aveva un suo analogo in una costola presente in alcuni pesci e in un osso branchiale negli altri. Se l'analogia fosse stata confermata il funzionalismo di Cuvier avrebbe subito un duro colpo: l'osso incriminato aveva funzioni diverse in specie diverse. In particolare un osso dell'archetipo unico proposto da Geoffroy, avendo le potenzialità di modificarsi, aveva assunto una forma utile per il volo negli uccelli e svolgeva funzioni diverse nei pesci. La forma determinava la funzione.

Cuvier, ricevuta la prima stoccata, non si scompose, anche per il fatto che l'articolo del 1807 di Geoffroy aveva incontrato una accoglienza tiepida e la sua affermazione era da considerarsi ancora una semplice congettura. Anzi, ne fece una recensione cauta nel suo rapporto annuale come segretario dell'Accademia delle Scienze, oltre a dimostrarsi entusiasta del metodo di contare i centri di ossificazione dei feti e incoraggiare l'approccio morfologico.<sup>319</sup>

Dopo essersi accuratamente preparato, però, Cuvier passò al contrattacco. Nel 1812 confutò la tesi di Geoffroy e sostenne che le quattro ossa dell'opercolo dei pesci ossei fossero loro esclusive e non si trovassero nei mammiferi. In altre parole i mammiferi non avevano nessuna parte che potesse essere correlata con quelle quattro ossa dei pesci.

A difesa di Geoffroy e del suo formalismo si schierò lo zoologo francese Henri de Blainville<sup>320</sup> il quale affermò che le quattro ossa in questione facevano parte della mandibola dei vertebrati terrestri. Cuvier, dopo aver raccolto ulteriori prove, nel 1817 chiuse definitivamente la faccenda sostenendo che le ossa della mandibola dei pesci corrispondevano alle ossa della mandibola dei vertebrati terrestri e quindi le ossa dell'opercolo dei pesci non avevano corrispondenti. Rimaneva, quindi, per Geoffroy, l'incombenza di trovare dove erano finite, nei mammiferi in particolare e nei tetrapodi in generale, quelle quattro ossa. Le trovò nell'orecchio medio dei mammiferi anche se erano ampiamente modificate e migrate. Oggi sappiamo che questa ipotesi non ha ragione d'essere (lo vedremo più avanti), tuttavia a quei tempi non c'erano sufficienti dati per obiettare e Geoffroy, esultando, si convinse sempre più delle sue tesi. Ora doveva allargare l'unità del piano oltre i vertebrati.

Le piccole scaramucce basate su dettagli minuziosi delle ossa opercolari si fecero aperti scontri quando, nel 1820, Geoffroy si apprestò a sostenere che gli insetti avevano lo stesso piano corporeo dei vertebrati, vale a dire che confutava apertamente la tesi di Cuvier sulla esistenza di 4 piani corporei -vertebrati,

<sup>319</sup> C. Limoges, *A Clash between Naturalists: The Cuvier-Geoffroy Debate*, Science 22 January 1988, v. 239, pp. 421-2

<sup>320</sup> Henri de Blainville (1877-1850) alla morte di Cuvier gli succedette alla cattedra di anatomia comparata al Muséum

molluschi, artropodi (comprensivi di insetti) e radiati-. Provare che gli insetti (artropodi) avessero lo stesso piano corporeo dei vetrebrati significava non solo dare un duro colpo a Cuvier come scienziato, ma fomentare una credenza che nel mondo accademico stava prendendo sempre più piede e stava incendiando la fantasia dei giovani scienziati francesi. Pensare che la Natura avesse un unico archetipo su cui le modificazioni avevano giocato per adattarlo alle diverse condizioni ambientali era per davvero un sogno e Geoffroy stava per realizzarlo portando le prove per una legge universale del mondo organico della portata paragonabile alla legge sulla gravitazione di Newton.

In un articolo del 1822,<sup>321</sup> Geoffroy mise per iscritto che l'esoscheletro degli insetti (gli anelli duri che costituiscono lo scheletro esterno) erano niente altro che vertebre. La differenza tra vertebrati e insetti stava nel fatto che mentre i primi avevano i loro organi disposti all'esterno della colonna vertebrale, i secondi li avevano all'interno. Secondo il suo schema le zampe degli insetti dovevano essere le costole dei vertebrati!<sup>322</sup>

Il conflitto si inasprì. Geoffroy rincarò la dose rifiutando il credo di Cuvier sulle cause finali e suggerì che le specie potessero modificarsi in seguito alle variazioni delle condizioni ambientali grazie ad interazioni teratologiche agenti sugli embrioni. Cuvier ribatté con veemenza nel 1825 ed espresse il suo rifiuto delle teorie di Geoffroy nel suo primo volume della *Historie naturelle des poissons* [Storia naturale dei pesci] del 1828 asserendo, tra l'altro, che Geoffroy non basava la sua scienza sui fatti ma su speculazioni filosofiche tutte da dimostrare.

Ma Geoffroy si sentiva sicuro di quel che diceva, rincuorato dalla sua fama e dal numero crescente di sostenitori. Altre prove, infatti stavano arrivando. Come abbiamo prima ricordato il biologo scozzese Grant aveva appena trovato la ghiandola pancreatica nei molluschi, dando vigore alla speranza che anche loro potessero essere considerati derivati dallo stesso archetipo di vertebrati e insetti. Se così fosse stato, tre dei quattro piani corporei ipotizzati da Cuvier, venivano raggruppati in un unico archetipo.

Nel frattempo (1828) l'embriologo tedesco Karl E. von Baer<sup>323</sup> studiando col microscopio i vari stadi di sviluppo embrionale stava dimostrando che dalla cellula uovo fino alla nascita le modalità di sviluppo erano diverse nei quattro gruppi di animali definiti da Cuvier. In altre parole lo sviluppo embrionale rappresentava un processo di specializzazione progressiva che partiva da un piano di base generale che si trovava nell'embrione iniziale. Un embrione di vertebrato poteva essere riconosciuto subito, ma se questo apparteneva ad un rettile, un uccello o un mammifero si poteva capire solo più tardi. Il modello iniziale di sviluppo non era lo stesso per tutti i gruppi di animali. Per esempio lo sviluppo iniziale era simile tra i molluschi, ma era molto differente da quello dei vertebrati.

Forse per mettersi in luce e per salire su di un treno che sembrava ormai in corsa due giovani ricercatori francesi, Lauceret e Meyranx, nell'ottobre del 1829 presentarono una loro memoria all'Académie dal titolo *Quelques considérations sur l'organisation des mollusques* [Alcune considerazioni

---

<sup>321</sup> E. Geoffroy Saint-Hilaire, *Considérations générales sur la vertèbre*, in: *Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle*, v. 9, pp. 88-119

<sup>322</sup> S. J. Gould, a riguardo, entra più approfonditamente nella questione: vedi S. J. Gould, 2003, *op. cit.*, p. 387-8; in inglese S. J. Gould, 2002, *op. cit.*, p. 305-6

<sup>323</sup> Karl Ernst von Baer (1792-1876)

sull'organizzazione dei molluschi] dove, di fatto, proponevano che i cefalopodi e i vertebrati derivassero da un unico piano corporeo.<sup>324</sup> Leggendo questo scritto Geoffroy rimase sbalordito: i due naturalisti gli stavano proponendo su un piatto d'argento l'occasione di inserire nell'unità del piano anche i molluschi. Come spesso accade quando si desidera fortemente qualcosa e si perde in lucidità, Geoffroy sposò entusiasticamente la tesi dei due sconosciuti ricercatori. Secondo la loro opinione i cefalopodi dovevano essere visti come fossero vertebrati, ad esempio un pesce, ripiegati in due in modo tale che la testa toccasse, all'indietro, la coda, alla stregua di un saltimbanco che, ripiegandosi all'indietro si appoggi sulle mani e sui piedi contemporaneamente.

Questa affermazione era assolutamente senza fondamento, ma all'epoca divise gli scienziati. Alcuni, come detto, sostennero la vittoria di Cuvier, ma Appel mostra che in realtà nessuno vinse la contesa e i che i naturalisti francesi negli anni 1830-40 raggiunsero un grado straordinario di unanimità e integrarono entrambi gli approcci nelle loro teorie zoologiche.<sup>325</sup> Anche Gould scrive:

[...] né Geoffroy né Cuvier possono aver «vinto» perché nessuno dei due aveva fin dall'inizio gli strumenti per trionfare. Formalismo e funzionalismo rappresentano gli estremi di un'eterna dicotomia, entrambi validi rappresentanti di modi diversi di presentare la realtà. Entrambi gli estremi possono soltanto essere considerati come profondamente corretti, ognuno poi ha bisogno dell'altro perché l'asse completo della dicotomia operi come una lancia che, gettata, attraversa e si infila nel mondo empirico.<sup>326</sup>

Da parte sua lo zoologo italiano Alessandro Minelli ritiene Geoffroy il vero precursore della nuova disciplina *Evo-Devo* (Evolution-Development, ovvero Evoluzione-Sviluppo di cui parleremo) e quindi il vincitore della disputa. Innanzitutto, riporta la convinzione del biologo di inizio secolo XX Edward Stuart Russell che considera teleologica (e quindi erronea alla luce della visione evoluzionistica neo-darwiniana) la visione di Cuvier,<sup>327</sup> inoltre:

Il tempo avrebbe dato ragione, in larga misura, a Geoffroy, sia sul principio generale dell'unità di piano strutturale comune a tutti gli animali, sia su diverse questioni più specifiche, come l'equivalenza fra il lato dorsale dei vertebrati e il lato ventrale degli artropodi e di altri animali. Si tratta, in effetti, di questioni di tale importanza nell'ambito della biologia evoluzionistica dello sviluppo che Geoffroy Saint-Hilaire si è trovato più volte, in questi ultimi anni, a impersonare il ruolo di precursore di questa nuova disciplina.<sup>328</sup>

Infine:

---

<sup>324</sup> E. Geoffroy Saint-Hilaire, *Principes de philosophie zoologique*, Pichon et Didier Libraires, Rousseau Libraires, 1830, p. 37

<sup>325</sup> T. A. Appel, 1987, *op. cit.*, p. 145

<sup>326</sup> S. J. Gould, 2003, *op. cit.*, p. 396

<sup>327</sup> Così scrive Russell: "It was a struggle between «comparative anatomy» and «morphology,» between the commonsense teleological view of structure and the abstract, transcendental." In: Russell Edward Stuart, "Form and Function. A Contribution to the History of Animal Morphology", London, John Murray, Albemarle Street, W. 1916. In [http://mybebook.com/download\\_free\\_ebook/e-s-edward-stuart-russell\\_ebooks/form-and-function-a-contribution-to-the-history-of-animal-morphology/ebook8489.html](http://mybebook.com/download_free_ebook/e-s-edward-stuart-russell_ebooks/form-and-function-a-contribution-to-the-history-of-animal-morphology/ebook8489.html) Ovvero, in italiano: "Fu una lotta tra la «anatomia comparata» e la «morfologia,» tra la visione del senso comune teleologico della struttura e quella dell'astratto, trascendentale".

<sup>328</sup> A. Minelli, *Forme del divenire*, Biblioteca Einaudi, 2007, p. 10; in inglese: A. Minelli, *Forms of Becoming: The Evolutionary Biology of Development*, Princeton University Press, 2009

Una dozzina d'anni fa, una breve nota pubblicata sulla prestigiosa rivista inglese «Nature» annunciava che era il momento di ridare credito alle ardite comparazioni di Geoffroy Saint-Hilaire. Nei vertebrati e negli insetti, infatti, le prime tappe del differenziamento dei cordoni nervosi longitudinali sono controllate dalla stessa coppia di geni, quelli della drosophila sono stati chiamati *short gastrulation* and *decapentaplegic* e che nei vertebrati hanno il loro preciso equivalente, rispettivamente, in *chordin* e *Bone Morphogenetic Protein-4*.<sup>329</sup>

Molto inchiostro è stato versato per giustificare un dibattito così aspro. Ad esempio è stata chiamata in causa la politica del tempo e la paura di Cuvier che la teoria di Geoffroy avrebbe potuto costituire una minaccia per l'intera società, ma si tratta di speculazioni. In realtà le idee che stava portando avanti il cavaliere di Lamarck, e di cui parleremo fra poco, erano molto più rivoluzionarie ed in contrasto con quelle di Cuvier, eppure fra i due il dibattito rimase sempre nei limiti. Cuvier non ingaggiò mai con Lamarck uno scontro formale probabilmente perché non aveva mai seriamente minacciato la sua egemonia sulla scena biologica francese. Geoffroy, al contrario di Lamarck, aveva creato una situazione totalmente diversa che metteva in gioco l'autorità decretata di Cuvier.

---

<sup>329</sup> A. Minelli, 2007, *op. cit.*, p. 12



## 11 L'ereditarietà dei caratteri acquisiti: Erasums Darwin e Jean-Baptiste Lamarck

Relativamente alle abitudini è curioso osservarne il prodotto in particolare nella forma e nelle dimensioni della giraffa (*camelo-pardalis*). Sappiamo che questo animale [...] è costretto a brucare il fogliame degli alberi che si sforza continuamente di raggiungere. È il risultato di questa pratica, esercitata per lungo tempo in tutti gli individui della sua razza, che le sue gambe anteriori sono diventate più lunghe di quelle posteriori e che il suo collo si è così tanto prolungato, che la giraffa, senza ergersi sulle gambe posteriori, alza la testa e raggiunge i sei metri di altezza.<sup>330</sup>  
(J.B. Lamarck, *Philosophie zoologique*)

Quando il dibattito sulla *filosofia anatomica* doveva ancora accendere gli animi dei naturalisti, la questione che gli organismi potessero modificarsi era cristallizzata. Da un lato si credeva che le specie fossero state create più o meno come potevano essere viste allo stato selvatico, d'altra parte si ammetteva qualche possibile eccezione per spiegare alcuni fenomeni osservati. Abbiamo accennato, ad esempio, alla linaria a proposito di Linneo e ai felini americani a proposito di Buffon. La questione, tuttavia, non preoccupava gli scienziati perché pensavano ad un fenomeno marginale e spesso peggiorativo: la linaria poteva trasformarsi in peloria (la mostruosa), in America i felini, simili ai maestosi esemplari dell'Africa, potevano essere regrediti in puma e giaguari a causa di condizioni ambientali sfavorevoli. Al cambiare del secolo, tuttavia, due personaggi ben più anziani di Cuvier e Geoffroy avanzarono indipendentemente l'uno dall'altro l'ipotesi che le specie potessero modificarsi grazie ad una forza interna che le portava a massimizzare la loro efficacia nell'utilizzo delle risorse ambientali. Si trattava di un processo migliorativo spinto da forze teleologiche interne agli stessi organismi. Il primo scienziato, Erasmus Darwin, inglese, nonno di Charles, ne fece qualche menzione; il secondo, il francese Jean-Baptiste cavaliere di Lamarck, produsse una vera e propria teoria che, però, non determinò alcun effetto immediato anche per la scarsa stima di cui godeva il suo autore. Questa teoria, sintetizzata dalle frasi *la funzione crea l'organo* ed *ereditarietà dei caratteri acquisiti*, venne riscoperta qualche decennio più tardi mentre sulla scena dell'epoca fece solo qualche breve apparizione essendo adombrata dalla disputa sulla *filosofia anatomica*. Fu chiamata in causa da Geoffroy a sostegno del suo formalismo e fu avversata dal fissista Cuvier che riuscì a screditarla.

---

<sup>330</sup> J.B. Lamarck, *Philosophie zoologique*, J.B. Baillièrè, 1830, v.1, pp. 256-7

## 11.1 Erasmus Darwin

Erasmus Darwin,<sup>331</sup> di cui abbiamo parlato a proposito del libro *The Botanic Garden* e della ironia sul sesso delle piante, elaborò il suo lavoro più importante tra il 1794 e il 1796: un trattato dal titolo *Zoonomia: or the laws of organic life*<sup>332</sup> [*Zoonomia: o le leggi della vita organica*]. Nel capitolo *Generazione* scrisse che meditando sulla grande somiglianza degli animali, sulle grandi modificazioni che subiscono, considerando la piccola porzione di tempo in cui sono stati prodotti molti cambiamenti, si potrebbe pensare che essi siano sorti da un filamento vivente, a cui la Prima Grande Causa conferì il potere di acquisire delle parti nuove, permettendogli così di continuare a migliorare e a trasmettere questi miglioramenti di generazione in generazione alla posterità.<sup>333</sup>

Secondo Erasmus le specie si modificavano spinte dai loro bisogni, dai loro desideri e dai loro gusti. Il bisogno e il gusto del mangiare, per esempio, aveva diversificato le specie animali e ciò era evidente dalla forma del becco degli uccelli, adatti alle differenti fonti di cibo. Mano a mano che il tempo passava queste forme tendevano a specializzarsi e migliorare per essere maggiormente efficienti e prosperare. Il motore del cambiamento era una sorta di attività interna non meglio specificata.

In un poema finale dal titolo *The Temple of Nature*, pubblicato nel 1803 e inizialmente chiamato *The Origin of Society*, Erasmus Darwin volle spingersi oltre presupponendo un processo evolutivo che partiva dai microorganismi e finiva con le società umane. Questo suo lavoro, elogiato per la prosa da poeti quali Coleridge e Wordsworth, fornì diversi spunti di riflessione. Purtroppo la buona idea di base non venne sviluppata come forse meritava.

## 11.2 Jean-Baptiste Lamarck

Ben più a fondo alla questione andò il francese Jean-Baptiste Chevalier de la Marck, conosciuto da tutti col nome di Lamarck. Costui produsse una vera teoria, un caposaldo nella storia delle idee evolutive, teoria che però non venne riconosciuta se non qualche decennio più tardi. Professore assieme a Cuvier e Geoffroy al Museo Nazionale di Storia Naturale di Parigi, Lamarck visse una vita di sofferenza e rimase sempre in una posizione subordinata rispetto ai colleghi, più abili e potenti.

### 11.2.1 Lamarck: vita

Lamarck<sup>334</sup> nacque nel villaggio di Bazentin-le-Petit, Picardie, nel nord della Francia in una famiglia nobile ma non prosperosa i cui membri erano stati, per generazioni, al servizio dell'esercito. Da qui il titolo di cavaliere. Essendo l'undicesimo ed ultimo figlio, il padre pensò di avviarlo alla carriera ecclesiastica e lo mandò a studiare nel collegio gesuita di Amiens. Ma Lamarck non sentiva alcuna vocazione, così, alla morte del padre, attratto dal sentimento che pervadeva la famiglia, comprò un cavallo e a 17 anni si unì all'esercito francese in Germania che combatteva quella guerra dei sette anni (1756-1763) che coinvolse l'intero mondo e che può essere quindi considerata la prima vera guerra mondiale.

---

<sup>331</sup> Erasmus Darwin (1731-1802)

<sup>332</sup> E. Darwin, *Zoonomia: or the laws of organic life*, Vol. I, Edward Earle, Philadelphia, 1818

<sup>333</sup> E. Darwin, 1818, *op. cit.*, p. 397

<sup>334</sup> Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet Chevalier de La Mark (1744-1829)

Secondo Cuvier<sup>335</sup> quella battaglia fu un disastro e i generali francesi si accusarono l'un l'altro prima della ritirata. Della compagnia di Lamarck, sotto il fuoco dell'artiglieria nemica, rimasero 14 uomini senza nessun ufficiale. Forse per evitare ritorsioni, un soldato propose che il diciassettenne si prendesse la responsabilità di ordinare la ritirata. Lamarck accettò il comando ma ordinò a tutti di rimanere al proprio posto fino a nuove disposizioni. Poco dopo sopraggiunse un colonnello che, ammirando il coraggio e la lealtà del giovane, lo nominò immediatamente ufficiale.

Nel 1763 fu dichiarata la pace e Lamarck passò cinque anni in una guarnigione a Monaco, ma per un banale scherzo fra commilitoni riportò un danno al collo e fu trasferito a Parigi per le opportune cure. Il susseguente intervento chirurgico aggravò la situazione e Lamarck fu costretto a congedarsi. Con una piccola pensione lavorò per qualche tempo come impiegato bancario a Parigi, poi pensò di riprendere gli studi che aveva lasciato fin dai tempi del collegio. Abbandonò la medicina e si dedicò con grande passione allo studio delle piante. Dopo avere approfondito la botanica per dieci anni, grazie all'aiuto di Buffon pubblicò un catalogo della piante francesi, catalogo che conteneva alcune sue interessanti innovazioni dal punto di vista sistematico. Il trattato, intitolato *Flore Française* (1778), ottenne grande risalto e rimase uno standard per molti anni. Sempre grazie all'aiuto di Buffon fu eletto nella prestigiosa Accademia Francese delle Scienze entrando di fatto fra i botanici più competenti della nazione. Dopo una campagna in Europa col figlio di Buffon alla ricerca di nuove piante (1781), Lamarck tornò a Parigi dove diede qualche lezione e gli venne assegnato il posto di assistente al *Jardin des Plantes*. Era, quello, un lavoro poco redditizio che permise a Lamarck una vita molto modesta. In aggiunta nel 1789 il comitato delle finanze del nuovo governo rivoluzionario francese, nell'ottica di ridurre le spese non necessarie, minacciò di abolire la sua posizione. Lamarck lottò con tutte le forze e riuscì a mantenere il lavoro dopo aver diffuso un volantino dal titolo *considerazioni in favore del Cavaliere Lamarck* dove riportava i suoi risultati come botanico.

Nel 1793, quando il *Jardin des Plantes* divenne *Musée National d'Histoire Naturelle* e furono individuate 12 cattedre, Lamarck fu chiamato a ricoprire quella degli *Insectes, Vers et Animaux Microscopiques* [Insetti, vermi e animali microscopici]. In quella nuova disciplina Lamarck non era un esperto e, a prima vista, l'incarico poteva sembrare un riconoscimento delle sue capacità di apprendimento, ma la sensazione fu che quella cattedra non fosse particolarmente ambita. Da un lato quel tipo di zoologia era considerato poco gratificante, dall'altro il lavoro da svolgere era assai gravoso. Il museo era pieno di campioni biologici (e altri ne arrivavano in continuazione) in attesa di essere ordinati e catalogati. Lamarck accettò con entusiasmo.

Il duro lavoro gli portò tante soddisfazioni, ma quella zoologia, che lui stesso chiamò *degli invertebrati*, non riuscì ad emanciparsi rimanendo in subordinazione rispetto alle ben più prestigiose *zoologia dei quadrupedi, cetacei, uccelli, rettili e pesci* di Geoffroy e alla *anatomia degli animali* del potente Cuvier. Lo stesso Lamarck non riuscì mai ad acquisire pari dignità dei colleghi al Museo e anche la sua teoria, di cui fra poco parleremo, non ebbe successo.

Della vita personale di Lamarck poco si sa. Così scrive Packard: "Lamarck non lasciò né lettere né manoscritti; nulla può essere accertato riguardo le date dei suoi matrimoni, il nome delle sue mogli e di tutti

---

<sup>335</sup> A. S. Packard, *Lamarck, the founder of Evolution: his life and work*, Longmans, Green and Co., 1901, p. 12-3. In [www.gutenberg.org/files/20556/20556-h/20556-h.htm](http://www.gutenberg.org/files/20556/20556-h/20556-h.htm), 2007



i suoi figli”.<sup>336</sup> Certo è che Lamarck fu sfortunato nei sentimenti e nella salute. La prima moglie, Marie Delaporte, gli diede sei figli ma morì presto, nel 1792. La seconda moglie, Charlotte sposata intorno al 1793-95, morì due anni dopo. La terza moglie, Julie Mallet, sposata nel 1798, morì nel 1819. Iniziò ad avere problemi alla vista intorno al 1818 e passò i suoi ultimi anni completamente cieco, aiutato da due figlie. Lamarck morì nel dicembre del 1829 in indigenza, ricevette il funerale dei poveri e fu sepolto in una tomba in affitto temporaneo. Dopo cinque anni il suo corpo fu riesumato e sepolto in un luogo sconosciuto. Le figlie rimasero senza soldi con un fratello sordo e un altro malato. Solo un figlio, Auguste, divenne ingegnere, si sposò ed ebbe figli.

### 11.2.2 Lamarck: studi e teorie

Nonostante la cattedra di *zoologia degli insetti, vermi e animali microscopici* godesse di scarso prestigio, in realtà la grande diversità degli invertebrati era una ricca fonte di conoscenza. A Lamarck spetta il merito di averne mostrato le potenzialità. Dopo 10 anni di ricerca ne sottolineò l'importanza ricordando che il termine *invertebrati* raggruppava animali molto diversi fra loro, dotati di diversi sistemi di organizzazione e altrettanti diversi sistemi di riproduzione. Erano determinanti per capire come la Natura agiva nel governare le forme viventi.

Lamarck pubblicò diversi libri sulla zoologia, ma anche sulla paleontologia, sulla fisica e sulla meteorologia. Fra i lavori basilari, i due volumi della *Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres* [Storia naturale degli animali senza vertebre (del 1815 e del 1822)] forniscono un contributo fondamentale alla classificazione riconoscendo i crostacei, gli aracnidi e gli anellidi diversi dagli insetti e separando i tunicati e i cirripedi dai molluschi.

Sempre a Lamarck spetta il merito di avere separato, fin dall'introduzione del suo libro *Flore Française* del 1778, la biologia (termine che lui stesso coniò) dalle altre scienze naturali quando, secondo la tradizione, quella specifica era superflua. Nell'idea di *Scala della Natura* allora in voga, infatti, il mondo inorganico era strettamente legato al mondo organico e ne rappresentava una forma più primitiva. Molti credevano ancora che il mondo vivente microscopico nascesse dalle cose inanimate (generazione spontanea) e, di fatto, mineralogia, botanica e zoologia si sovrapponevano. L'idea dell'unicità della vita iniziava ad alimentare le menti di molti naturalisti dell'epoca, ma fu Lamarck a volere svilupparne una analisi rigorosa. La nuova scienza della biologia avrebbe avuto i suoi concetti e i suoi metodi e avrebbe cercato di capire cosa distinguesse gli oggetti animati dagli oggetti inanimati, cosa tutt'altro che semplice, anche alla luce degli studi più recenti. Secondo Lamarck la biologia avrebbe avuto come elemento centrale l'idea che le specie viventi fossero soggette ad un processo evolutivo in quanto passavano dalle forme più semplici a quelle più complesse attraverso una tendenza interna che si sviluppava nel lungo passare del tempo. E proprio per le sue idee evolutive, espresse esplicitamente nel suo testo più importante, il libro *Philosophie zoologique*<sup>337</sup> pubblicato nel 1809, Lamarck viene ricordato nella grande storia delle idee evolutive.

---

<sup>336</sup> Ivi, p.vi

<sup>337</sup> Lamarck, *Philosophie zoologique ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux*, 1809

### 11.2.3 Lamarck: idee evolutive

Oltre al grande contributo tecnico che portò alle scienze naturali, Lamarck partecipò attivamente allo sviluppo del pensiero. D'altronde lui stesso si considerava un naturalista filosofo che amava studiare i problemi nella loro essenza profonda come quando volle tracciare una chiara distinzione tra gli oggetti inanimati e le cose viventi. E proprio su una questione assolutamente speculativa per l'epoca, la fissità delle specie, ebbe molto da dire. Dapprima era dell'avviso che non avvenissero modifiche, ma nel corso degli studi si convinse del contrario e iniziò a scriverne a partire dal 1801 quando sostenne che il tempo e le condizioni favorevoli erano i principali mezzi con i quali la Natura dava origine ai suoi prodotti.<sup>338</sup>

Lamarck, di una generazione precedente a Cuvier e Geoffroy, credeva ancora nella *Scala della Natura*, ma in maniera molto diversa rispetto ai contemporanei. Per lui non rappresentava solo una sequenza formale di esseri, ma una vera e propria serie storica prodotta dalla trasformazione. Egli pensava che gli organismi semplici venissero generati spontaneamente dalla sostanza inorganica, poi, guidati da una forza interna e col tempo, si trasformavano in organismi sempre più perfetti fino ad arrivare all'uomo. Questo processo era caratterizzato da un movimento stabile di esseri che salivano la scala grazie alla loro tendenza ad aumentare di complessità adattandosi all'ambiente. In altre parole, gli organismi nati dal mondo inorganico salivano la scala andando ad occupare il posto lasciato vacante da quegli organismi migliori che si erano andati perfezionando e, a loro volta, avevano occupato un gradino superiore. Raggiunto l'apice, la materia vivente era soggetta a morte e decadimento affinché, ritornando allo stato minerale, le forme fossero disponibili per nuove occasioni di generazione spontanea. L'intero movimento circolare non era, però, automatico. Era, piuttosto, un processo teleologico, una sorta di evoluzione pre-programmata in quanto gli esseri salivano la scala per loro desiderio intrinseco e andavano ad occupare un posto più elevato secondo i tempi dettati da coloro i quali li precedevano.

Quello di Lamarck fu il primo tentativo di formulare scientificamente la trasformazione degli organismi. L'intero impianto si basava su quattro asserzioni: 1) la vita per sua propria forza tendeva continuamente ad accrescere il volume di ogni corpo che la possedeva e ad estendere le sue parti; 2) la produzione di un nuovo organo in un corpo animale risultava dal sopravvenire di un nuovo bisogno e del nuovo movimento che questo bisogno suscitava e incoraggiava; 3) lo sviluppo degli organi e la loro forza di azione erano costantemente in ragione diretta con l'uso degli organi stessi; 4) tutto ciò che era stato acquisito, perduto o mutato nell'organizzazione degli individui era conservato e trasmesso, mediante la generazione, ai nuovi individui.<sup>339</sup> C'erano, dunque, due fasi distinte sintetizzabili con le frasi *la funzione crea l'organo* ed *ereditarietà dei caratteri acquisiti*. La prima fase si svolgeva durante la vita del singolo individuo quando, spinto da forze interne, era portato ad adattare il proprio comportamento. A seconda dell'ambiente costui sentiva il desiderio di usare in misura maggiore o minore una qualche sua parte. Le parti che venivano usate di più subivano una trasformazione diventando più funzionali e maggiormente efficienti a seconda del tempo in cui venivano utilizzate. Al contrario le parti trascurate regredivano fino ad atrofizzarsi completamente. La seconda fase si svolgeva durante la riproduzione. Le caratteristiche che l'individuo aveva accumulato durante la sua vita venivano trasmesse ai figli che le ereditavano e a loro volta le

<sup>338</sup> A. S. Packard, *op. cit.*, 1901, p. 233

<sup>339</sup> N. Abbagnano, 2006, *op. cit.*, vol 4, p. 570

trasmettevano, modificate dal loro comportamento, alla prole. I bisogni fisiologici, le attività, gli sforzi, le abitudini erano il motore del processo di cambiamento continuo e graduale. Ad esempio una antilope primitiva poteva trasformarsi lentamente in una giraffa. Il suo desiderio di brucare le foglie tenere dei rami più alti avrebbe creato in lei la volontà di crescere in statura. Il suo sforzo nel raggiungere rami sempre più alti si sarebbe tradotto nell'allungamento del collo e degli arti. Questo allungamento sarebbe passato poi alla generazione successiva che avrebbe continuato il processo fino a raggiungere la situazione attuale. Allo stesso modo gli uccelli acquatici che desideravano nuotare svilupparono piedi palmati; i trampolieri che desiderarono spingersi verso acque più profonde allungarono le zampe; i serpenti che non sentirono il bisogno di camminare rimasero privi di tutti e quattro gli arti.

Questo processo era l'unico responsabile della trasformazione delle specie. Le eccezioni che si riscontravano in Natura erano da imputare a particolari circostanze ambientali che, agendo localmente, tendevano a variare la regolarità della trasformazione. C'erano casi in cui potevano entrare in gioco altri meccanismi, tuttavia per Lamarck questi aspetti ricoprivano un ruolo marginale.

#### **11.2.4 Pro e contro il lamarckismo**

L'idea che le specie potessero modificarsi nel tempo non era originale e Lamarck stesso non pensò di rivendicarne la primogenitura. La particolarità della sua versione stava però nell'incorporazione di questa idea in una teoria di evoluzione progressiva dove il bisogno creato dal cambiamento ambientale veniva esperito da una sorta di sensibilità interiore. Questa sensibilità era una capacità di reazione inconsapevole agli stimoli esterni che si trovava in quegli animali dotati di un sistema nervoso centrale. La reazione inconscia era in grado di dirigere i fluidi vitali, i quali promuovevano variazioni in alcune parti del corpo per far fronte ai bisogni, variazioni che erano poi ereditate di generazione in generazione.

Questo pensiero era strettamente legato all'idea che esisteva un progetto della Natura o di un Creatore che avrebbe fornito ai viventi una tale proprietà. Ma una volta attivata questa proprietà erano gli eventi naturali che stimolavano la forza interna agli animali. Secondo Lamarck, dunque, il processo di trasformazione era un processo graduale di trasformazione che non prevedeva il verificarsi di quelle grandi catastrofi che Cuvier aveva ipotizzato. Secondo Lamarck i fossili fornivano la testimonianza di esseri vissuti nel passato che si erano trasformati nelle specie attualmente viventi e che, quindi, non si erano estinti.

Questa considerazione, col passare degli anni, rappresentò un punto di debolezza. Proprio in quel periodo stavano venendo alla luce tanti fossili di grandi mammiferi antichi quali cervi, elefanti, ippopotami, rinoceronti, ma Lamarck si giustificava sostenendo che quegli animali rappresentavano esemplari di antenati attualmente viventi in altre zone della Terra e che l'uomo aveva ucciso. Quando, però, furono trovati fossili di mammiferi assolutamente peculiari come il *Palaeotherium* o addirittura fossili di rettili acquatici e volanti, il ragionamento di Lamarck non resse. E a nulla valse la scusa che imputava all'uomo la responsabilità della loro scomparsa.<sup>340</sup>

---

<sup>340</sup> Per la filosofia ambientale di cui tratteremo nel capitolo finale del libro è qui importante notare come già ai tempi di Lamarck l'uomo era consapevole dei gravi danni che stava inferendo all'ambiente. Tanti indizi confermano ora le supposizioni di Lamarck

Oltre a quello dei fossili, il lamarckismo aveva altri punti deboli: ad esempio non c'era prova che i caratteri acquisiti durante la vita dei singoli individui potessero essere trasmessi alla prole, inoltre non si vedeva la ragione per la quale alcuni animali dovessero desiderare certi loro caratteri. Tornando alla giraffa, si poteva comprendere la ragione per la quale una antilope ancestrale volesse un collo e degli arti lunghi, ma non si capiva il motivo perché volesse anche una pelliccia maculata. Infine, nel 1817 Cuvier pubblicò il suo ampio lavoro sul regno animale dove dimostrava l'inconsistenza della Scala della Natura e quindi dell'intero impianto della teoria. Queste obiezioni non erano le uniche e il prestigio di Lamarck non era neppure lontanamente paragonabile a quello del potente Cuvier, per cui la teoria non ebbe successo e fu presto dimenticata. Solo qualche decennio più tardi alcuni scienziati si accorsero di certe intuizioni geniali. Lo stesso Darwin nella prefazione della *Origine delle specie* lo riconobbe quale "il primo uomo le cui conclusioni hanno attratto una grande attenzione". Parlando dei suoi lavori scrisse inoltre che Lamarck sostenne il principio che le specie, compreso l'uomo, erano discese dalle altre specie mostrando come il mondo era in un continuo cambiamento dettato da leggi naturali e non frutto di interposizioni miracolose.<sup>341</sup>

---

sulla responsabilità dell'uomo, fin dalla sua preistoria, sulla estinzione di grandi animali. Non a caso si parla di "massacro della megafauna". Cfr. Pagano P., 2005, *op. cit.*

<sup>341</sup> C. Darwin, *An Historical Sketch*, prefazione a: Darwin C., *The Origin of Species by means of Natural Selection; or, the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, John Murray, London, 1859



## 12 Geologia: catastrofismo e uniformitarismo

Noi lor diremo, che questi terreni non per mezzo di leggi naturali con operazioni lente e successive, ma prontissimamente, perché da violentissime catastrofi, avvenute in virtù di cause soprannaturali, sono stati così formati, tutti insieme [...] <sup>342</sup> (Ignazio Paradisi, *Riflessioni su le rivoluzioni del globo*)

Questa Natura è *obbligata* a procedere gradualmente in tutte le sue operazioni; ella non può produrre d'un tratto gli animali e le piante, ma deve sempre iniziare la formazione dei tipi più semplici e fuori di loro elaborare l'ulteriore composto, aggiungendo a loro, successivamente, differenti sistemi di organi e moltiplicando sempre più il loro numero ed energia. <sup>343</sup> (C. Lyell, *Principles of Geology*)

Grazie ai lavori di William Smith e Alexandre T. Brongniart la geologia era divenuta una disciplina matura. Nei primi decenni del XIX secolo si era definitivamente affermato il plutonismo di Hutton così come l'uso dei fossili per mettere in sequenza gli strati rocciosi. La stratigrafia aveva trasformato la geologia in una disciplina storica dove, tra le rocce, si poteva leggere il susseguirsi delle forme viventi. Per molti studiosi dell'epoca, tuttavia, l'avvicendamento di tali forme era stato causato dalle grandi catastrofi geologiche che Cuvier aveva ipotizzato.

Su questo si trovavano riscontri in varie discipline. Ad esempio il geologo francese Élie de Beaumont <sup>344</sup> scoprì che le montagne europee erano nate in tempi differenti e questo spesso coincideva con un cambio repentino delle specie fossili. Forse le montagne erano nate improvvisamente dal rilascio della tensione fra gli strati rocciosi. La liberazione di una quantità enorme di energia in un lasso di tempo brevissimo avrebbe potuto creare una di quelle ondate gigantesche descritte da Buckland. Anche le piante confermavano un andamento discontinuo. Adolphe T. Brongniart (1801-1876) <sup>345</sup> figlio di Alexandre, il collaboratore di Cuvier, aveva infatti osservato che i vari strati fossili contenevano alcune piante caratteristiche di quel periodo geologico. In particolare nelle formazioni secondarie più antiche erano presenti le piante più semplici, come alghe, licheni, muschi, felci. Nelle formazioni secondarie più recenti erano presenti le gimnosperme, vale a dire le piante a seme nudo come i pini e gli abeti. Inglobate nelle formazioni terziarie, quindi le più vicine a noi, c'erano le piante a fiori, le angiosperme, che dominavano l'epoca attuale. Era

---

<sup>342</sup> I. Paradisi, *Riflessioni su le rivoluzioni del globo*, Dai Tipi di Salviucci, 1830, p. 15. In appendice a: G. Cuvier, *Discorso del signor Barone Cuvier su le rivoluzioni della superficie del globo*, tomo secondo, Presso Niccolò Conti, Firenze, 1828

<sup>343</sup> C. Lyell, *Principles of Geology*, v. 1, 1837, J. Ray, Jun & Brothers, J. I. Kay, p. 489-90

<sup>344</sup> Élie de Beaumont (1798-1874)

<sup>345</sup> Adolphe Théodore Brongniart (1801-1876)

evidente, per Brongniart che al passare delle ere le piante avevano aumentato di complessità e diversità. Inoltre i passaggi da uno stadio all'altro erano improvvisi come prevedeva la teoria di Cuvier.

In sintesi la storia della Terra sembrava caratterizzata da un andamento direzionale della vita, da forme semplici a più complesse, con gli organismi adatti ad una particolare condizione ambientale, diversa nelle diverse ere. Il cambiamento doveva, poi, avere cause geologiche repentine e, forse, traumatiche.

Non tutte le evidenze confermavano questa visione. George Scrope,<sup>346</sup> geologo e politico economista inglese, non credeva alle catastrofi. Dopo aver studiato sul posto il Vesuvio, l'Etna, lo Stromboli, il centro-sud della Francia e il distretto minerario di Eifel in Germania, dichiarò di non aver riscontrato nessuna traccia di quelle ondate gigantesche e traumatiche descritte da Buckland, ma solo un processo di erosione graduale.

Nonostante le voci fuori dal coro, la teoria delle catastrofi continuava ad avere grande credito, anche per l'enorme influenza del suo ideatore. Probabilmente non fu un caso, quindi, che, più o meno in coincidenza con la morte di Cuvier, un giovane di nome Charles Lyell emerse sulla scena geologica confutando le ipotesi catastrofiste e sostenendo, nel contempo, il principio dell'uniformitarismo.

### **12.1 Charles Lyell: attualismo e uniformitarismo**

Charles Lyell,<sup>347</sup> il più vecchio di dieci figli, nacque in una famiglia benestante originaria di Kinnordy, nell'Angus scozzese, che presto si trasferì nel sud inglese, a Bartley Lodge nella New Forest. Suo padre, anch'egli di nome Charles, avvocato, conosciuto per avere tradotto *Vita Nuova* e *Convito* di Dante<sup>348</sup> gli trasferì l'amore per la Natura aiutandolo a collezionare insetti, ad osservare lo splendido territorio circostante e a leggere libri scientifici come *An Introduction to Geology* [Introduzione alla geologia] di Robert Bakewell,<sup>349</sup> uno dei primi testi divulgativi che sosteneva le opinioni di Hutton senza però menzionare il libro biblico del genesi.

Essendo, come consuetudine, indirizzato a seguire le orme del padre nella professione, il giovane Charles andò a studiare legge ad Oxford ma ben presto capì che la sua vera passione era la geologia. Dopo aver assistito con grande interesse alle lezioni di William Buckland, sentì la necessità di andare sul campo alla ricerca di conferme, dato che le idee del professore sulle ondate gigantesche non lo convincevano affatto. Influenzato dalla lettura dei testi di Scrope, nel 1819 Lyell fu eletto membro della Linnean Society e della Geological Society nel 1819, quindi nel 1822 fece la sua prima comunicazione alla Geological Society, uno scritto dal titolo *On a Recent Formation of Freshwater Limestone in Forfarshire* [Riguardo una formazione recente di roccia calcarea nel Forfarshire], poi, finalmente, nel 1828 si recò in Italia e nel sud della Francia per studiare le formazioni geologiche di cui aveva letto nei libri di testo. In Sicilia, esaminando i fossili degli strati su cui poggiava l'Etna, trovò conchiglie di molluschi ancora presenti nel Mediterraneo. Era l'evidenza di quanto giovane fosse il Vulcano. Raggiunta Parigi conobbe Cuvier che lo impressionò per l'atmosfera che lo circondava, così piena e austera. Nel 1830 pubblicò il primo volume

---

<sup>346</sup> George Julius Poulett Scrope (1797-1876)

<sup>347</sup> Charles Lyell (1797-1875)

<sup>348</sup> Tratto da: Encyclopaedia Britannica, 11th Edition, 1910-1911

<sup>349</sup> Robert Bakewell (1768-1843)

dell'opera che lo consacrò come un grande geologo del suo tempo, ovvero i *Principles of Geology* [Principi di geologia]. Tra il 1831 e il 1833 divenne professore al King's College di Londra ma in seguito preferì continuare l'attività come privato, anche perché la fama e il successo dei suoi libri gli permisero una vita agiata. Lyell, infatti, oltre ad articoli di ricerca e testi scientifici pubblicò anche libri divulgativi come quelli relativi ai viaggi compiuti in Canada e negli Stati Uniti negli anni 1840.

Fra tutti gli scritti di Lyell, i *Principi di geologia* rimase per un lungo periodo il riferimento della disciplina, sia perché introdusse novità di rilievo, sia perché venne continuamente aggiornato e ripubblicato nel corso degli anni. La ragione del successo risiedeva sia nell'ottima sintesi riguardo lo *stato dell'arte* della disciplina, sia per alcune ipotesi bene espresse e argomentate che confutavano le idee sul catastrofismo. E' mia opinione che il campanilismo inglese, contrapposto a quello francese, deve avere giocato un ruolo nella diffusione delle sue idee nel territorio anglosassone. Inoltre la presa di posizione contro la consuetudine di ritrovare nelle Sacre Scritture la Verità sulla storia della Terra coinvolgeva aspetti teologici oltre che scientifici ed evidenziava le differenze tra la Chiesa Cattolica (potente in Francia) e la Anglican Communion (potente in Gran Bretagna). La prima, infatti, era più legata al racconto biblico, mentre la seconda si basava anche sulle osservazioni e sulla ragione.

Il rifiuto del catastrofismo era nato in Lyell già ai tempi della lettura dei libri di Scrope, ma si era fortemente rafforzato dopo la visita al Massiccio Centrale francese che confermava un cambiamento geologico graduale e non traumatico. Le ghiaie nel bacino del Dordogna presentavano una ricca fauna fossile con specie di mammiferi estinti ma di generi ancora in vita: elefanti, rinoceronti, ippopotami e altre specie appartenenti, secondo Cuvier, alla fauna alluvionale. Quella stessa fauna fossile era presente, però, anche nelle ghiaie più in alto e ciò dimostrava che l'estinzione non era stata determinata da un episodio violento, ma si era prolungata gradualmente nel tempo.

L'andamento progressivo delle deposizioni e delle erosioni era bene evidente nelle formazioni rocciose del Terziario. Lyell fece notare che quelle stratificazioni potevano essere classificate secondo la proporzione di conchiglie marine fossili. Ogni strato, infatti, conteneva delle specie di molluschi specifiche di quella formazione oltre a specie più recenti ed altre ancora viventi. Il fatto interessante che provava il preciso susseguirsi delle ere geologiche stava nella proporzione relativa delle specie. Negli strati più antichi si trovavano molte conchiglie di specie estinte e poche di quelle viventi, poi, mano a mano che si analizzavano gli strati più superficiali e quindi più recenti la percentuale delle specie estinte diminuiva mentre aumentava quella delle specie viventi. Il processo sembrava graduale e Lyell distinse, per il Terziario, tre diverse epoche che chiamò, dalle più antiche ad oggi: Eocene, Miocene, Pliocene (vecchio e nuovo).

Estrapolando il ragionamento e utilizzando la logica, Lyell argomentò che, se le sue osservazioni erano corrette per il Terziario, non c'era motivo per dubitare che non valessero anche per le formazioni rocciose più antiche. Questo concetto, denominato *attualismo* venne sottolineato in maniera chiara ed evidente nel sottotitolo dei *Principi*, sottotitolo che recitava: "being an inquiry how far the former changes of the earth's surface are referable to causes now in operation" [un'inchiesta su quanto le trasformazioni della superficie della Terra siano attribuibili alle cause che operano ora]. Secondo questo principio i processi geologici osservabili oggi sono adeguati per spiegare gli eventi geologici del passato.



In effetti questo dell'attualismo era il punto cruciale su cui Lyell elaborò altri principi come l'uniformitarismo. Il suo discorso era, tuttavia più ampio e coinvolgeva la stessa filosofia della scienza.

Nel suo testo, forte dell'esuberanza giovanile, iniziò con l'affermare la tesi che le conoscenze geologiche erano state frenate dai molti pregiudizi e lui intendeva lottare contro le vecchie dottrine argomentando sulle *cause che hanno ritardato il progresso della geologia*.<sup>350</sup> Riconobbe ai predecessori l'importanza dei loro studi ad esempio sostenendo:

I lavori di Cuvier in osteologia comparata e di Lamarck nelle conchiglie recenti e fossili, hanno elevato queste discipline ad un rango che mai si pensava raggiungessero. Le indagini alla fine hanno avuto un effetto potente nel disperdere l'illusione che lungamente aveva prevalso riguardo la mancanza di analogia fra lo stato antico e lo stato attuale del nostro pianeta.<sup>351</sup>

ma criticò alcune loro posizioni incongruenti:

Se molti scrittori, compreso lo stesso Cuvier, continuarono a sostenere che «il filo dell'induzione era spezzato,» in realtà in ragione delle regole rigorose di induzione dalle specie recenti alle fossili, costoro smentirono decisamente il dogma che hanno professato in teoria.<sup>352</sup>

A Lyell premeva ribadire che gli eventi geologici ordinari, quelli che accadevano ogni giorno sotto i loro occhi, potevano apparire rapidi e violenti se visti in una scala di tempo troppo breve. Non era necessario ricorrere ad ipotesi catastrofiche se i vari eventi geologici conosciuti ed operanti in ogni momento potevano aver prodotto tutti gli effetti accaduti nel passato. Si trattava solo di vedere le erosioni, le frane, le eruzioni, i terremoti, le elevazioni e le subsidenze dei terreni con un lasso di tempo ben più lungo della semplice vita umana.

Sui fatti geologici Lyell si sentiva sicuro di sé, ma sulla storia della vita dimostrò lacune ed incertezze. Inizialmente pensò che anche in biologia si stavano commettendo errori simili a quelli compiuti nella geologia. La cattiva interpretazione del registro fossile, secondo la sua opinione, dava l'illusione che la vita procedesse verso un aumento della complessità, ma in realtà era più plausibile esistesse una sorta di stato stazionario bilanciato dove le specie erano entità reali, ma in quanto ben adattate al loro posto in Natura non potevano certo trasmutarsi come sosteneva Lamarck. Se però da un lato non poteva certo negare l'estinzione come un fatto certo, dall'altro si trovava in netta difficoltà nello spiegare come potevano essere sostituite le specie che erano scomparse nel corso delle ere. Ipotizzò qualcosa come dei centri di creazione dove di tanto in tanto nascevano nuove specie di piante e di animali, lasciando intendere che questi eventi potessero essere normali ma abbastanza rari per essere osservati. Intelligentemente Lyell, che non aveva nessun meccanismo da proporre a riguardo, lasciò in sospeso il discorso evitando accuratamente di entrare in disquisizioni troppo contorte che avrebbero prestato il fianco ad aspre critiche. D'altronde non era la biologia l'argomento che gli premeva. Si sentiva pienamente un geologo e in particolare uno stratigrafo che aveva trovato un ottimo metodo col quale aveva datato le rocce del Terziario, aveva dimostrato la continuità degli eventi e poteva essere usato per datare anche i periodi geologici più antichi.

---

<sup>350</sup> E' il titolo del capitolo V del primo libro: C. Lyell, *Principles of Geology*, 1837, *op. cit.*

<sup>351</sup> C. Lyell, 1837, *op. cit.*, p. 79

<sup>352</sup> *ibidem*

In sostanza Lyell elaborò tre concetti. Partendo dall'attualismo ne derivò l'uniformitarismo e lo stato stazionario.

1) L'attualismo di Lyell, che poteva essere sintetizzato dalla frase *il presente è la chiave del passato*, sosteneva che fosse lecito fare un ragionamento a ritroso nel tempo osservando le cause geologiche in atto e considerandole agenti anche in passato. In altre parole, ciò che rimaneva del passato geologico poteva essere spiegato come conseguenza delle cause agenti attualmente. Da questo ne derivava l'uniformitarismo.

2) L'uniformitarismo sosteneva che essendo attualmente gradualmente le cause geologiche, allora lo dovevano essere state anche nel passato. In altre parole i processi geologici avevano sempre agito lentamente e mai con una maggiore intensità. I grandi cambiamenti geologici che si osservavano erano il risultato della somma costante di piccoli cambiamenti avvenuti in un lungo lasso di tempo.

3) Essendo tutto in equilibrio, anche la storia geologica della Terra era caratterizzata da un stato stazionario bilanciato che mancava di qualsiasi andamento direzionale.

Il dibattito scientifico sui principi di Lyell non venne pienamente accettato. Sul primo punto non c'era sostanziale disaccordo, ma sul secondo e sul terzo sì. In particolare del secondo non convincevano alcune apparenti stranezze che sembravano non trovare spiegazione in un gradualismo. Ad esempio qua e là nel territorio si trovavano dei così detti massi erratici, ovvero delle rocce immense dotate di una composizione geologica totalmente differente dalla zona circostante. Come si poteva spiegare un fatto così inusuale se non attraverso un'immensa catastrofe, una gigantesca ondata la cui forza era riuscita a trascinare dei massi enormi per centinaia di chilometri?

Ancora di più il terzo punto di Lyell non reggeva la prova dei fatti. Fra l'altro, sostenere che gli organismi avevano aumentato di complessità nel corso delle ere non era in contrasto col principio dell'uniformitarismo. Anzi, più gli studi geologici progredivano e più si trovavano strati intermedi tra quelli fino ad allora descritti e in ognuno di questi si presentavano forme di vita di complessità intermedia tra quelle più antiche e quelle più recenti. Già agli inizi degli anni 1840 venne delineato l'intero registro fossile e le ere geologiche vennero suddivise in base ai fossili ritrovati. Ancora oggi, infatti, parliamo di Paleozoico, Mesozoico, Cenozoico ovvero ere della vita antica, della vita media e della vita recente.

Come successe per la controversia sulla *filosofia anatomica* che pose in contrapposizione Geoffroy e Cuvier senza ritrovare né vincitori né vinti, anche la contrapposizione tra catastrofismo e uniformitarismo finì sostanzialmente con un pareggio. Aveva ragione Cuvier quando ipotizzava degli eventi traumatici, dato che oggi abbiamo le prove che se ne siano verificati cinque di grandi dimensioni, l'ultimo dei quali ha portato all'estinzione i dinosauri, oltre ad altre di media e piccola intensità. Aveva ragione Lyell quando sosteneva che gli eventi geologici lenti e costanti hanno agito anche in passato dato che tra una catastrofe ed un'altra sono passati milioni di anni di relativa calma che, però, hanno inciso profondamente nella storia del nostro pianeta. Anche la questione dei massi erratici, infatti, poteva essere spiegato con un meccanismo lento e graduale. Diversi geologi, tra cui il naturalista svizzero Louis Agassiz,<sup>353</sup> dimostrarono che in passato si erano verificate delle glaciazioni e i ghiacciai, nel loro lento scorrere a valle, avevano trascinato quelle immense rocce, e una volta ritirati le avevano lasciate molti chilometri più a valle.

---

<sup>353</sup> Jean Louis Rodolphe Agassiz (1807-1873)



### 13 Creazione speciale o legge naturale?

Naturalmente alludo a quel mistero dei misteri, la sostituzione delle specie estinte con altre. Molti senza dubbio pensano che le vostre speculazioni siano troppo audaci, ma è bene affrontare subito le difficoltà.<sup>354</sup> (John Herschel, *Letter to Charles Lyell*)

Nel suo preoccuparsi di rendere la geologia una scienza esatta, Lyell aveva pensato che le specie, per fungere da marcatori affidabili, non potessero essere soggette ad alcuna variazione al passare del tempo. Quando ciò avveniva, ma sempre entro un margine contenuto, la causa era da imputare alle particolari condizioni ambientali. Con questo ragionamento Lyell non stava introducendo nulla di rivoluzionario. Era opinione comune che ogni specie organica facesse riferimento ad un *tipo*, ad un modello ben definito. Le singole creature, le popolazioni e le specie non potevano discostarsi troppo dal tipo originario perché, essendo così perfettamente adattate alle loro condizioni ambientali, essendo interconnesse le une alle altre e al territorio, si sarebbero trovate inadatte a vivere e sarebbero state condannate ad una veloce estinzione. Si sapeva che alcune specie potevano diffondersi più facilmente di altre, mentre i fattori limitanti potevano essere fisici e biologici. Eventuali barriere geografiche, come un deserto o una catena montuosa, impedivano la migrazione; la mancanza di un ecosistema adatto impediva la colonizzazione in un sito diverso dall'originario; l'interazione fra specie determinava una costante lotta per l'esistenza in cui il successo portava ad una espansione e il fallimento significava un restringimento o l'estinzione.

Con Lyell il concetto di interdipendenza fra specie, e fra specie e territorio, veniva ora esteso alle epoche geologiche in senso diacronico. Così come oggi, anche in passato ogni regione ospitava una particolare flora e fauna per cui un determinato strato geologico, in una determinata zona, conteneva solo una definita mescolanza di fossili.

Il ragionamento di Lyell piaceva agli studiosi del tempo ed in particolare a coloro i quali si ponevano domande sul come la scienza doveva procedere. Fra questi John Herschel<sup>355</sup> si complimentò direttamente con il geologo scrivendogli una lettera da Città del Capo dove era stato incaricato di mappare i cieli del sud. Costui era principalmente un astronomo ma i suoi interessi, che spaziavano nei diversi campi della matematica, della chimica e della fotografia -che inventò-, riguardavano anche l'epistemologia, ovvero quella branca della filosofia che si interroga sul come raggiungere la conoscenza certa. Figlio dell'insigne astronomo Friedrich Wilhelm Herschel, tedesco di nascita ma trasferito a Londra, John Herschel aveva studiato a Cambridge diventando amico di Charles Babbage e George Peacock coi quali aveva fondato la Società Analitica nel 1812. Prima di recarsi (1834) in Sudafrica aveva scritto il libro *Discorso preliminare*

---

<sup>354</sup> Lettera di John Herschel a C. Lyell da Feldhausen, Capo di Buona Speranza, 20 febbraio 1836, in: C. Babbage, *The Ninth Bridgewater Treatise*, 2nd ed., John Murray, London 1838, p. 226-7

<sup>355</sup> Sir John Frederick William Herschel (1792-1871)

sullo studio della filosofia naturale,<sup>356</sup> appellativo col quale, allora, veniva identificata la scienza.<sup>357</sup> In questo saggio spiegò che la realtà poteva essere descritta da alcune leggi empiriche che mostravano le regolarità osservate ma non le spiegavano e, in cascata, da leggi causali che cercavano la spiegazione di queste regolarità in termini di relazione causa/effetto. Ebbene: gli scienziati avrebbero dovuto cercare di ragionare sugli effetti (osservabili) e determinare, di conseguenza, le cause che li avevano prodotti. Il procedere di Lyell era conforme a queste regole e Herschel volle direttamente elogiarlo. Nella lettera che gli scrisse nel 1836 accennò al fatto che se da un lato era concorde con la realtà scientifica dell'estinzione, dall'altro doveva credere che esistesse una spiegazione naturale anche per la formazione delle specie e, quindi, non avrebbe dovuto chiamare in causa nessun intervento divino. In altre parole Herschel lodava Lyell come geologo ma non come biologo. Evidentemente, quello della nascita di nuove specie rimaneva, come scrisse, il vero *mistero dei misteri* visto che nessuno aveva idea di come potesse realizzarsi. Neppure Lamarck aveva affrontato adeguatamente la questione. Anzi, avendo negato la possibilità dell'estinzione si era tolto il problema alla radice ed aveva parlato solo di modificazione.

Per spiegare l'ormai inevitabile *mistero dei misteri* c'erano, allora, due possibilità: o si liquidava la questione sostenendo che Dio interveniva direttamente nella creazione ogni qualvolta c'era la necessità (creazione speciale) o si presupponeva esistessero delle leggi naturali per le quali ciò avveniva. Credere alla prima ipotesi significava anche la resa della ragione, credere alla seconda non bastava, bisognava trovare i possibili meccanismi. Questo dilemma divenne centrale nella discussione sulla teologia naturale rinvigorita, come si ricorderà, dall'argomento dell'orologiaio di William Paley.<sup>358</sup>

Ebbene, in quegli anni il Conte Francis Egerton<sup>359</sup> commissionò ad insigni studiosi alcuni saggi allo scopo di avere una panoramica sulla teologia naturale che sostenesse le opinioni ortodosse. Forse perché era l'ottavo Conte di Bridgewater, decise di farne scrivere otto e li pubblicò sotto il titolo *The Bridgewater Treatises on the Power, Wisdom and Goodness of God as Manifested in the Creation* [Trattati Bridgewater sul potere, la saggezza e la bontà di Dio manifestata nella Creazione]. Il terzo di questi trattati: *Astronomia e fisica generale considerate in relazione alla teologia naturale*,<sup>360</sup> fu scritto da William Whewell,<sup>361</sup> un erudito prete anglicano professore di filosofia morale a Cambridge. Whewell scrisse una frase molto esplicita che, come vedremo, colpì Darwin al punto che la inserì come citazione nella prefazione del libro *Sulla origine delle specie*. La frase era questa: “Ma, riguardo il mondo materiale, possiamo se non altro andare oltre - possiamo notare che gli eventi sono causati non da interposizioni isolate del potere Divino, esercitato in ogni caso particolare, ma attraverso un sistema di leggi generali”.<sup>362</sup> Su questo Whewell la

---

<sup>356</sup> J. F. W. Herschel, *Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy*, Longmans, 1831

<sup>357</sup> Ancora nel XIX secolo la parola “scienza” significava semplicemente conoscenza. Non esisteva la figura dello scienziato, così come lo intendiamo oggi. Coloro i quali studiavano oggettivamente la natura e l'universo fisico venivano identificati come “filosofi naturali”. Nella sua autobiografia (1876) Darwin utilizza già il termine “scienza naturale”.

<sup>358</sup> Anche oggi la questione è di grande attualità come dimostra il titolo di un libro di grande successo del genetista contemporaneo Richard Dawkins: *L'orologiaio cieco* [The Blind Watchmaker].

<sup>359</sup> Francis Egerton (1756-1829)

<sup>360</sup> W. Whewell, *Astronomy and General Physics Considered with Reference to Natural Theology*, VIII ed. H. G. Bohn, 1862

<sup>361</sup> William Whewell (1794-1866)

<sup>362</sup> W. Whewell, 1862, *op. cit.*, p. 307

pensava in maniera molto simile a Herschel, ma nel caso delle specie le loro idee differivano in modo significativo. Infatti, sempre nello stesso trattato, Whewell aveva inserito un'altra frase che sembrava contraddire la precedente. Ovvero: "Possiamo così, con la massima sicurezza, negare ai filosofi meccanicisti e matematici dei nostri tempi qualsiasi autorità riguardo le loro opinioni sull'amministrazione dell'universo".<sup>363</sup>

Insomma, se da un lato Whewell spronava gli scienziati come Lyell a cercare le leggi naturali che regolavano il mondo, dall'altro per quanto riguardava la nascita delle specie pensava che fosse tempo perso. Il fatto che tutti i grandi scienziati dell'epoca, così arguti nelle loro argomentazioni, avessero fallito nel trovare un qualsiasi motivo naturale per il sorgere di nuove specie portava a pensare che ciò dovesse essere un attributo del disegno divino.

Quella frase, sicuramente troppo radicale, suscitò un notevole disappunto fra gli scienziati ed in particolare quelli che lavoravano nella sua stessa Università. Tra questi c'era Charles Babbage<sup>364</sup> un professore di matematica e ingegnere meccanico che amava essere molto preciso. La sua scrupolosità era talmente marcata che una volta mandò una lettera di critica al noto poeta Alfred Tennyson per un frammento di una sua poesia che così recitava: "Ogni minuto muore un uomo / Ogni minuto un altro nasce". A Babbage questa inesattezza statistica non piacque e gli scrisse: "Prenderei la libertà di suggerire che nella prossima edizione del vostro eccellente poema i calcoli sbagliati a cui mi riferisco dovrebbero essere così corretti: «Ogni momento muore un uomo / E ne nasce uno più un sedicesimo»". Aggiunse anche che quella sua correzione era criticabile per il fatto che l'incremento non corrispondeva esattamente ad un sedicesimo, ma le regole della metrica non consentivano una precisione più accurata. Il battibecco continuò e Tennyson si rifece cambiando i versi in: "Ogni momento muore un uomo / Ogni momento ne nasce uno" senza nessun riferimento a "un sedicesimo" e commentando che avrebbe lasciato ai matematici la libertà di arrovellarsi il cervello su cosa significasse *momento*.<sup>365</sup> In questo caso, evidentemente, Babbage era stato eccessivamente pignolo, quasi pedante, visto che di poesia si trattava.

Sulle questioni scientifiche, invece, la scrupolosità non era solo auspicabile, era necessaria. Per rispondere alle idee di Whewell, Charles Babbage volle addirittura scrivere un intero saggio che ironicamente chiamò: *The Ninth Bridgewater Treatise. A fragment*<sup>366</sup> [Il nono trattato Bridgewater, un frammento]. Pur scrivendo che quel volume non faceva parte della serie dei trattati, ma era piuttosto una riflessione, sostenne che Dio non aveva bisogno di intervenire con miracoli *ad hoc* ogni qual volta doveva essere creata una nuova specie perché aveva, indiscutibilmente, l'onnipotenza e la lungimiranza di operare come divino legislatore, disponendo leggi e programmi che generavano specie secondo tempi adatti. In altre parole, quelli che parevano miracoli altro non erano che il frutto di leggi naturali.

L'argomento sulla generazione delle specie divenne sempre più intrigante e presto si allargò oltre i confini accademici. Ad interessare il grande pubblico contribuì un libro dal titolo accattivante *Vestiges of the Natural History of Creation* [Le vestigia della storia naturale della Creazione] pubblicato anonimo nel

---

<sup>363</sup> *ivi*, p. 287

<sup>364</sup> Charles Babbage (1791-1871)

<sup>365</sup> W. B. Stanford, *Enemies of Poetry*, Routledge, 1980, p.48

<sup>366</sup> C. Babbage, *The Ninth Bridgewater Treatise. A fragment*, John Murray, 1838

1844 in quanto il suo autore, successivamente identificato nell'editore scozzese Robert Chambers,<sup>367</sup> temeva per la propria immagine e soprattutto per le negative ripercussioni che tale libro avrebbe avuto sul proprio mercato editoriale. Chambers avanzava in modo affascinante l'idea di un Piano Divino che si svolgeva attraverso una evoluzione programmata simile, per alcuni versi, a quella di Lamarck. Disse che i nuovi dati scientifici portavano in quella direzione, ma ciò non era affatto vero. La sua idea che esistesse una evoluzione in linea retta che ad esempio, collegava gli uccelli ai mammiferi attraverso l'ornitorinco, era già stata ampiamente confutata.

Ma il libro di Chambers era così seducente che presto divenne un *bestseller* facendo adirare (giustamente) gli scienziati rigorosi che cercavano, con fatica, di capire la verità. Accadde, più o meno, ciò che sta capitando oggi con la vicenda dell'Intelligent Design. Da un lato dei ciarlatani che sentenziano frasi senza reale fondamento spacciandosi per logici rigorosi essendo, invece, dei dogmatici radicali; dall'altro gli scienziati meno propensi al protagonismo, più concentrati sulla realtà e con meno tempo da perdere; in mezzo il grande pubblico spesso influenzato più dalle roboanti parole dei primi che dai fatti meno sensazionali dei secondi. A parziale discolta di Chambers vi è da dire che il suo intento non era quello di confutare una qualche teoria che ancora non c'era, ma di esprimere un'idea generale, seppure in maniera inadeguata alla rigosità con cui certi discorsi andrebbero fatti.

Le *Vestigia* ebbe grande risalto e ampie ripercussioni nella società dell'epoca. Dal punto di vista scientifico fu respinto perché creò confusione e non contribuì a nessuna nuova idea, anche se il paleontologo e anatomo-comparato Richard Owen disse di averlo letto con *piacere e profitto*. Sul pubblico ebbe un effetto controverso, di volta in volta aspramente criticato o ampiamente elogiato. Dal punto di vista storico il suo successo ebbe l'indubbio merito di portare la questione delle specie alla ribalta, ma probabilmente rallentò il corso della scienza perché se da un lato entusiasmò, come vedremo, il giovane Wallace, dall'altro intimorì Darwin che non se la sentì di pubblicare subito le proprie idee per paura di essere considerato alla stregua dell'editore scozzese.

---

<sup>367</sup> Robert Chambers (1802-1871)

## 14 Charles Robert Darwin

Mi sforzavo di apprendere i nomi delle piante e raccoglievo ogni specie di oggetti, conchiglie, sigilli, bolli, monete e minerali. La passione per le collezioni -che porta un uomo a diventare un naturalista sistematico, uno specialista, o un avaro- era fortissima in me, ed era evidentemente innata, dato che né le mie sorelle né mio fratello hanno mai avuto una simile inclinazione.<sup>368</sup> (C. Darwin, *Autobiografia*)

Le grandi intuizioni non nascono per caso. Occorrono menti eccelse capaci di concepirle, ma anche e soprattutto un ambiente culturale adatto, ovvero quello spirito dell'epoca che i tedeschi chiamano *Zeitgeist*.<sup>369</sup> Così avvenne anche per i concetti chiave dell'evoluzione. Darwin, nella sua autobiografia si esprime in questi termini:

È stato detto che il successo dell'*Origine* dimostrò «che la questione era nell'aria» o «che le menti degli uomini si erano preparate». Non credo che questo sia esattamente vero: ebbi modo di sondare non pochi naturalisti e non mi accadde di imbattermi in uno solo il quale mostrasse di dubitare della permanenza delle specie. Vero era invece secondo me che, attraverso l'osservazione, innumerevoli fatti si erano accumulati nelle menti dei naturalisti; e che tali fatti erano pronti a sistemarsi nel posto giusto non appena fosse stata esposta con chiarezza sufficiente una teoria che li accogliesse.<sup>370</sup>

Non possiamo che condividere tale analisi. Non tutti i naturalisti erano pronti a recepire il cambiamento, ma i tempi erano ormai maturi. Verso la metà del XIX secolo Charles Robert Darwin ed Alfred Russel Wallace, indipendentemente e contemporaneamente, arrivarono alla conclusione che la selezione naturale era un meccanismo potente grazie al quale le specie nascono ed evolvono.

### 14.1 Charles Darwin: vita iniziale

Charles Darwin nacque da uomo fortunato: dal lato scientifico era *figlio d'arte*, da quello economico apparteneva ad una famiglia benestante. Il nonno paterno, Erasmus, il precursore delle idee evolutive di cui abbiamo parlato, era un medico brillante, istrionico, autoritario, che decantava le sue pretese sessuali. Il nonno materno, Josiah Wedgwood,<sup>371</sup> era un imprenditore capace, proprietario di una fabbrica di porcellane e terrecotte tra le più prestigiose al mondo. I due nonni erano amici e condividevano, oltre alla passione per la tecnologia, anche le stesse idee politiche (erano Whig) e religiose (di culto unitarianista)<sup>372</sup>.

---

<sup>368</sup> In: C. Darwin, *L'origine delle specie*, Newton, I mammut, Grandi Tascabili Economici, 1994, p. 983

<sup>369</sup> H. E. Luck, *Breve storia della psicologia*, Il Mulino, 2002, p.12

<sup>370</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 1010

<sup>371</sup> Josiah Wedgwood (1730-1795)

<sup>372</sup> L'Unitarianismo è un movimento religioso cristiano che dubita della deità di Cristo e dello Spirito Santo in quanto non credendo alla Trinità considera Dio come unica persona.



Il terzo figlio maschio di Erasmus, Robert Waring, e la primogenita di Josiah, Susannah, si sposarono nel 1796 con grande gioia per le due famiglie. Robert, che era un bravo medico e un amministratore oculato, grazie ai suoi guadagni e alla cospicua dote della moglie, comprò casa (*The Mount*) a Shrewsbury dove si stabilirono. Nacquero sei figli. Il quinto, di nome Charles Robert,<sup>373</sup> sarebbe diventato il biologo più famoso nella storia della scienza.

Nella sua autobiografia Charles ricordò che già da piccolo aveva una predisposizione per la storia naturale, pur senza rendersene conto. Furono infatti le occasioni della vita che gli permisero di imboccare la strada giusta. All'età di otto anni frequentò una scuola diurna, poi, dopo la morte della madre (15 luglio 1817) fu mandato al collegio anglicano di Shrewsbury dove rimase sette anni. Non ne trasse grande giovamento, anzi! Scrisse che: “Niente avrebbe potuto esercitare un influsso più negativo sul mio sviluppo mentale della scuola del dottor Butler<sup>374</sup> [...]”.<sup>375</sup> Charles era piuttosto abile a memorizzare le cose, non gli piacevano né i classici, né la matematica, ma rimaneva estasiato dalle dimostrazioni geometriche di Euclide. Allo studio preferiva le camminate solitarie dove rifletteva e fantasticava sui luoghi straordinari descritti dal libro *Wonders of the World*<sup>376</sup> [Le meraviglie del mondo]. Poi, siccome il collegio era poco distante, spesso tornava a casa dove poteva divertirsi liberamente. Tra l'altro si appassionò di chimica e col fratello Erasmus allestì un piccolo laboratorio nel locale per gli attrezzi del giardino dove eseguì diversi esperimenti, ma il direttore della scuola, Mr. Butler, invece di esserne contento lo rimproverò accusandolo di perdere tempo. Darwin era incompatibile con quel genere di scuola. I risultati deludenti lo fecero considerare un ragazzo non molto intelligente.<sup>377</sup> In realtà, come altri, Charles era selettivo e si impegnava solo nelle materie che più gli piacevano. Scienza e tecnica erano le preferite e ricordò di essersi entusiasmato nell'apprendere dallo zio il funzionamento del nonno.<sup>378</sup>

Raggiunti i 16 anni il padre Robert decise di mandarlo all'Università di Edimburgo (ottobre 1825) perché studiasse medicina. Lo aveva portato con sé nelle visite estive e aveva notato in lui il giusto carattere per trattare con i pazienti. Tuttavia Charles rimaneva indolente. Si era persuaso che il padre avrebbe potuto garantirgli una rendita sufficiente per vivere senza lavorare e questa convinzione bastò a cancellare in lui qualunque intenzione di imparare davvero la medicina.<sup>379</sup> Inoltre le crudeltà della chirurgia lo nausearono.<sup>380</sup>

Senza una meta precisa Charles Darwin viveva alla giornata. Andava a caccia, faceva lunghe passeggiate, frequentava amici. Di tanto in tanto aveva interessi estemporanei, come quando prese lezioni

<sup>373</sup> Charles Robert Darwin (1809-1882)

<sup>374</sup> Samuel Butler (1774-1839), direttore scolastico a Shrewsbury, vescovo di Lichfield, fu il nonno dell'omonimo romanziere: Samuel Butler (1835-1902) il quale sviluppò la teoria che il poema omerico “Odissea” fosse stato scritto da una autrice siciliana. Cfr. Butler Samuel, *The Authoress of the Odyssey*, 1897

<sup>375</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 985

<sup>376</sup> Darwin lesse il libro *Le meraviglie del mondo* dove vi comparivano anche il Vesuvio e il Monte Bianco. Cfr. S. Herbert, *Charles Darwin, Geologist*, Cornell University Press, 2005, p. 3

<sup>377</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 986

<sup>378</sup> *ivi*, p. 985

<sup>379</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 987

<sup>380</sup> *ivi*, p. 988

per imparare ad impagliare gli animali. Il suo insegnante, un uomo nero proveniente dal Guyana, lo faceva fantasticare con i suoi racconti sulle foreste tropicali del Sud America.

Il tempo passava e Darwin non riusciva a concretizzare nulla. Si unì alla Società Pliniana [Plinian Society] che raccoglieva un gruppo di studenti innamorati della storia naturale e quella frequentazione sembrò indicargli una direzione idonea al suo carattere. Durante il secondo anno a Edimburgo decise di frequentare le lezioni di geologia e zoologia del professor Robert Jameson.<sup>381</sup> Ma quelle lezioni, ricordò, “erano noiose fino all’inverosimile” e decise, per la geologia, “di non studiare mai questa scienza”.<sup>382</sup> In realtà Darwin stava solo ingannando sé stesso perché col tempo si innamorò dei suoi misteri, a cominciare dai massi erratici.

Le riunioni alla Società Pliniana erano frequentate da studenti e professori. Tra questi Robert E. Grant (1793-1874),<sup>383</sup> uno dei primi biologi di inizio secolo a Edimburgo, gli parlò positivamente delle teorie di Lamarck e dell’unità del piano di Geoffroy, poi lo invitò a partecipare alle sue attività in campo. Darwin acconsentì, studiò biologia marina e presentò i risultati delle sue ricerche davanti alla Società. Finalmente arrivavano le prime soddisfazioni ma il padre Robert, per niente appagato, continuò a pensare che Charles stesse tergiversando. Il giovane aveva bisogno di trovare un lavoro onorabile che gli desse solidità e stabilità per il futuro. Visto che nell’Inghilterra di quei tempi non esisteva un corso di studi dedicato alle scienze naturali e visto che molti suoi studiosi erano teologi, Robert iscrisse il figlio al Christ’s College di Cambridge per instradarlo verso la carriera ecclesiastica.

Charles Darwin cambiò dimora ma non abitudini. Così ricordò: “Durante i tre anni passati a Cambridge, perdetti completamente il mio tempo, per quel che riguarda gli studi accademici, così come lo avevo perso a Edimburgo e a scuola.”<sup>384</sup> Solo alcune tematiche facevano eccezione, tra queste la Teologia Naturale di Paley lo aveva affascinato, non tanto per l’argomento che considerava indiscutibile, quanto per lo sviluppo del ragionamento. -A quei tempi non sospettava che nel giro di qualche decennio avrebbe demolito la tesi che vi era descitta.- Per il resto continuava a dedicarsi alle tante attività occasionali, come l’arte, la musica, la caccia, la raccolta di coleotteri, disperdendo le energie: “Per quanto [...] ci siano stati taluni aspetti positivi nella mia vita a Cambridge, là il mio tempo fu tristemente sprecato, e peggio che sprecato”.<sup>385</sup> Con queste parole Darwin si rivelò troppo duro con se stesso. Col senno del poi, infatti, quel periodo fu fecondo di relazioni. Grazie al cugino William Darwin Fox,<sup>386</sup> iniziò a frequentare il botanico John S. Henslow,<sup>387</sup> un tipo affabile che, tra l’altro, conduceva lunghe camminate didattiche nella Natura e una volta a settimana apriva la casa a studenti e professori che si ritrovavano a discutere liberamente di filosofia naturale. In quelle occasioni Darwin conobbe William Whewell, il professore di filosofia morale di cui abbiamo parlato, e Adam Sedgwick,<sup>388</sup> uno dei maggiori geologi del tempo, col quale si unì in un viaggio di studio nel Galles.

---

<sup>381</sup> Robert Jameson (1774-1854)

<sup>382</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 989

<sup>383</sup> Robert Edmund Grant (1793-1874)

<sup>384</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 992

<sup>385</sup> *ivi*, p. 993

<sup>386</sup> William Darwin Fox (1805-1880)

<sup>387</sup> John Stevens Henslow (1796-1861)

<sup>388</sup> Adam Sedgwick (1785-1873)

Nacquero molte amicizie, ma quella tra Darwin e Henslow fu particolarmente intensa. I due, cenavano passeggiavano, discutevano. Incantato dal libro di Herschel e dai *Personal Narrative* [Ricordi Personali] di Alexander von Humboldt<sup>389</sup> Darwin gli parlò del suo desiderio di viaggiare e di “portare un contributo, fosse pure umile, alla nobile costruzione delle scienze naturali”.<sup>390</sup> Di qui la svolta decisiva. Al ritorno dal viaggio con Sedgwick, Darwin trovò una lettera di Henslow che gli comunicava di averlo indicato come giovane naturalista adatto ad accompagnare il capitano Fitz-Roy<sup>391</sup> in un viaggio di due anni attorno al mondo con il brigantino della Regia Marina Militare di Sua Maestà *Beagle* che aveva il compito di cartografare le coste del Sud America. Come naturalista Darwin avrebbe dovuto raccogliere tutte le informazioni possibili sulla storia naturale di quelle terre lontane.

## **14.2 Il viaggio sul Beagle**

Le premesse erano fantastiche e il fatto che quel lavoro non fosse remunerato non preoccupò affatto Charles che già vedeva i sogni realizzati. Ma all’entusiasmo si contrappose la reazione contraria del padre Robert che temeva una scusa ulteriore per fuggire dalle responsabilità. Per fortuna, con Charles si schierò lo zio Josiah Wedgwood [omonimo del nonno materno e successivo suocero] e, infine, l’autorizzazione fu concessa.

Ben oltre le previsioni, il *Beagle*<sup>392</sup> viaggiò per quasi cinque anni (tre più del previsto), dal 27 dicembre 1831 al 2 ottobre 1836, navigando verso ovest fino a circumnavigare l’intero globo. Attraversò l’Atlantico e passò i primi tre anni lungo le coste del Sud America quindi ritornò in patria attraversando il Pacifico, toccando la Nuova Zelanda, l’Australia, il Sud Africa e di nuovo il Sud America.

Durante le lunghe soste sulla terraferma Darwin si addentrava nel territorio alla ricerca di ogni particolarità naturale. Raccolse campioni di animali e di piante, rocce, fossili e quant’altro potesse essere di interesse, oltre a prendere appunti sulle formazioni geologiche. Spesso commentava le osservazioni con riflessioni originali, poi, appena ne aveva l’occasione spediva in patria, all’amico Henslow, il materiale accompagnato dalle note tecniche.

Per un giovane naturalista il bilancio professionale di quel viaggio non poteva essere migliore. Le indubbie capacità del giovane Darwin, infatti, si sommarono ad una buona dose di fortuna. Il *Beagle* si fermò per oltre un anno lungo le coste argentine e in particolare alle isole Falkland (in spagnolo: *islas Malvinas*) che dal dicembre 1832 erano state rioccupate dagli inglesi, poi approdò sul continente a Bahia Blanca (il 24 agosto del 1833) e proseguì a nord verso Buenos Aires. Charles Darwin, che nel frattempo era sceso dal brigantino perché aveva deciso di percorrere quella tappa sulla terraferma, si imbattè in un luogo straordinario per interesse paleontologico. A poche miglia dalla costa scoprì un deposito di ossa di animali preistorici enormi. Darwin ricordò così quella scoperta:

---

<sup>389</sup> Alexander von Humboldt (1769-1859)

<sup>390</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 996

<sup>391</sup> Robert FitzRoy (1805-1865)

<sup>392</sup> Il brigantino *Beagle* era una imbarcazione lunga 27 m e larga 7.5 con un equipaggio di 64 persone. Sul *Beagle* c’erano solo due cabine: una ospitava il capitano, l’altra ospitava Darwin e un giovane cartografo. La nave era ben fornita con libri (245 volumi) e parecchi strumenti di precisione.

A Punta Alta si trova una sezione di uno di quei piccoli pianori formatisi di recente, interessantissimo per la quantità e il tipo straordinario di resti appartenuti ad animali terrestri giganteschi. Questi resti sono stati compiutamente descritti dal Professor Owen, nella Zoologia del viaggio del Beagle, e sono depositati nel College of Surgeons. Qui fornirò solo una breve descrizione della loro natura.

Primo: parti di tre teste ed altre ossa del Megatherium, le cui enormi dimensioni sono rese esplicite nel nome. Secondo: il Megalonyx, un grande animale simile. Terzo: lo Sceridotherium, anche questo un animale simile, di cui ho recuperato uno scheletro quasi perfetto. Deve essere stato grande come un rinoceronte [...]. Quarto: il Mylodon Darwinii, un genere molto simile ma di formato più piccolo. Quinto: un altro gigantesco quadrupede sdentato. Sesto: un grande animale, con una ricopertura ossea divisa in scompartimenti, molto simile a quello di un armadillo. Settimo: un genere estinto di cavallo [...]. Ottavo, un dente di un animale pachidermico, probabilmente lo stesso del Macrauchenia, una bestia enorme con un collo lungo simile ad un cammello [...]. Infine, il Toxodon, forse uno degli animali più strani mai scoperti: nelle dimensioni uguagliava un elefante o un megatherium, ma la struttura dei suoi denti [...] dimostra che era intimo parente dei roditori [...].<sup>393</sup>

E' facile immaginare lo stupore dei naturalisti inglesi quando John Henslow mise a disposizione queste fantastiche ossa per le analisi, ed è altrettanto facile immaginare come, in patria, Charles Darwin diventò presto famoso.

Darwin ebbe altre *fortune*, se di fortuna si può parlare a proposito di eventi geologici disastrosi. Egli, infatti, assistette all'eruzione del vulcano Osorno nel gennaio 1835 e al grande terremoto del 20 febbraio di quell'anno sulla costa occidentale del Sud America con epicentro a Concepcion e al conseguente maremoto.<sup>394</sup> Dal punto di vista umano fu certamente una catastrofe se si pensa che morirono circa 5000 persone, tuttavia dal punto di vista scientifico la terribile esperienza diede al naturalista la dimostrazione tangibile della potenza delle forze naturali. Darwin, a proposito, scrisse:

I terremoti da soli sono sufficienti a distruggere la prosperità di qualsiasi paese. Se sotto l'Inghilterra le forze sotterranee ora inerti esercitassero questi poteri, che sicuramente esercitarono nelle ere geologiche antiche, in che modo l'intero stato del paese sarebbe cambiato completamente!<sup>395</sup>

Le capacità speculative del giovane Darwin erano, ai tempi, ancora immature. Fu un ottimo osservatore geologico mentre come biologo percepì la straordinarietà di alcuni aspetti senza comprenderne l'importanza: ad esempio, visitando le Galápagos. Queste isole vulcaniche situate, una vicino all'altra, sull'equatore a ovest del continente americano, ospitano una incredibile biodiversità. Tra le specie più note si trovano uccelli tropicali assieme a pinguini, foche, tartarughe, iguane marine ecc.. Ebbene le tartarughe erano così diverse che gli bastava vederne una per capire da quale isola provenisse ed anche i fringuelli delle diverse isole, nonostante la somiglianza, differivano marcatamente per alcune caratteristiche quali il becco. Scrisse infatti che:

---

<sup>393</sup> C. Darwin, *Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of H.M.S. Beagle round the world, under the command of Capt. Fitz Roy R.N.*, John Murray, 1860, p. 81-3. In italiano: C. Darwin, *Viaggio di un naturalista intorno al mondo*, Einaudi, 1989

<sup>394</sup> per ulteriori informazioni è possibile consultare il data base storico degli tsunami del Pacifico dal 47 a.C. ad oggi in: <http://tsun.sscc.ru/htdbpac/>

<sup>395</sup> C. Darwin, *The Voyage of the Beagle*, 1845, in: <http://www.literature.org/authors/darwin-charles/the-voyage-of-the-beagle/>

Non mi sarei mai sognato che tali isole, distanti una dall'altra cinquanta o sessanta miglia, e molte di loro a portata di vista una dall'altra, formate dalle stesse rocce, con un clima piuttosto simile, alte più o meno allo stesso modo, potessero essere così diversamente abitate [...].<sup>396</sup>

Nonostante avesse percepito questa straordinarietà Darwin trascurò di annotare le corrispondenze tra specie ed isole.

A sua discolpa va ricordata la giovane età e il fatto che non avesse ancora, come dirà, “una teoria su cui lavorare”.<sup>397</sup> Solo successivamente iniziò a comprendere che le diversità nelle popolazioni delle varie isole potevano essere spiegate attraverso il cambiamento graduale da una specie continentale ancestrale in tante specie discendenti, ciascuna adattatasi alle differenti situazioni ambientali e a differenti abitudini alimentari. Nella edizione del 1845 del *Journal of researches* [Viaggio di un naturalista attorno al mondo] scrisse infatti:

Quindi, sia nello spazio che nel tempo, ci sembra di essere vicini a quel grande fatto -quel mistero dei misteri- della prima apparizione di nuovi esseri su questa terra.<sup>398</sup>

### **14.3 Darwin: la maturità**

Al ritorno dal viaggio con il Beagle Darwin era uno scienziato famoso. Come già accennato, l'amico Henslow aveva diffuso le sue osservazioni scientifiche e aveva dato accesso ai campioni da lui raccolti in modo che potessero essere adeguatamente studiati. La straordinarietà degli scritti e dei reperti aveva fatto il resto. Le porte dell'eccellenza si erano aperte e Darwin iniziò una brillante carriera. Divenne presto amico di Lyell e incontrò Richard Owen che lavorava sui resti zoologici da lui raccolti in giro per il mondo.

Cronologicamente Darwin andò a Cambridge, scrisse il primo articolo sull'innalzamento geologico del sud America e Lyell lo lesse (soddisfatto di vedere confermate le sue teorie) alla società geologica a Londra il 4 gennaio 1837. Lo stesso giorno Darwin presentò i suoi campioni animali alla società zoologica. Il 17 febbraio 1837 venne eletto al consiglio della società geografica e nel discorso presidenziale Lyell presentò le scoperte di Owen sulle ossa di Darwin sottolineando la continuità geografica delle specie in supporto delle sue idee uniformitariste. Il 6 marzo 1837 Charles Darwin lasciò Cambridge per andare a Londra dove il fratello Erasmus lo presentò alla sua cerchia di amici importanti tra i quali Charles Babbage. Nel marzo del 1838 divenne segretario della società geologica, l'anno successivo (gennaio 1839) divenne membro della Royal Society.

Il 29 gennaio 1839, Charles Darwin sposò la cugina Emma Wedgwood con la quale ebbe dieci figli. Le rendite gli permettevano una vita agiata così, dal 1842, preferì lasciare Londra e ritirarsi nel Kent, in una nuova residenza (*Down House*) che lo avrebbe ospitato per tutta la vita. La nuova situazione ebbe benefici effetti sulla sua salute che dal viaggio col Beagle era sempre stata precaria. Alternava periodi di relativo benessere a momenti in cui soffriva di vari disturbi. Problemi di stomaco, vomito, pesanti ulcere, palpitazioni, tremiti, sbalzi di pressione e altri sintomi si evidenziavano soprattutto durante i periodi di

---

<sup>396</sup> C. Darwin, *Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of H.M.S. Beagle round the world, under the command of Capt. Fitz Roy*, R.N. London: John Murray, 1860, p. 394

<sup>397</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 1008

<sup>398</sup> C. Darwin, 1860, *op. cit.*, p. 378

stress. Di cosa soffrisse Charles Darwin non è chiaro. Recentemente sono state avanzate ipotesi senza, per altro, nessuna conclusione certa. Potrebbe essere stato punto da un insetto in Sud America, insetto che gli avrebbe trasmesso una parassitosi da trypanosoma, procurandogli quella che viene chiamata *malattia di Chagas*; potrebbe aver sofferto della *malattia di Ménière*, (un problema all'orecchio interno che interferisce con l'ascolto e l'equilibrio) o anche di qualche malattia psicologica. Charles era, infatti, un tipo ansioso come dimostrò la sua preoccupazione, quasi una mania, di aver dato alla luce dei figli deboli. Essendo esperto di incroci ed avendo sposato una consanguinea temeva che la morte della figlia prediletta, Annie di appena 10 anni, potesse essere stata causata da una debolezza ereditaria. Tuttavia molti suoi 10 figli non ebbero alcun problema. Uno arrivò a 67 anni, quattro superarono i 70, Henrietta arrivò a 84 anni e Leonard morì nel 1943 alla bella età di 93 anni.

A Down House Darwin poté lavorare in tranquillità occupandosi di molteplici aspetti naturalistici che in alcuni casi diedero l'avvio a nuove linee di ricerca. Tra i suoi libri ricordiamo le varie edizioni, sotto diversi titoli, del diario di viaggio sul Beagle; le osservazioni sulla struttura e la distribuzione delle barriere coralline (1842); gli studi geologici delle isole vulcaniche (1844) e del Sud America (1846), le monografie sui cirripedi (1868); vari scritti sulle piante (1875-1880); sull'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali (1872); sulla formazione dell'humus per opera dei lombrichi (1881). Non vi è dubbio, però, che le sue più importanti pubblicazioni riguardino quelle inerenti le teorie sull'evoluzione: *Sull'origine delle specie per selezione naturale* che avrebbe visto sei edizioni e che sarebbe diventato il libro di biologia più importante di sempre, la *The Variation of Animals and Plants under Domestication* [La variazione degli animali e delle piante sotto domesticazione] (1868), *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* [L'origine dell'uomo e la selezione sessuale] (1871). Di questi argomenti parleremo fra poco. Charles Darwin morì nel 1882 e fu sepolto nell'abazia di Westminster a fianco di personaggi illustri quali John Herschel e Isaac Newton.

#### **14.4 Darwin: ideazione della teoria**

Intorno agli anni 30 del XIX secolo la discussione sulle specie era nel vivo. Come abbiamo visto Herschel, Babbage, Whewell ed tanti altri erano schierati in due fazioni dove da un lato si pensava che la nascita delle specie dovesse avere una spiegazione naturale mentre dall'altro si credeva che Dio avesse proceduto ad una *creazione speciale*. Così anche Darwin si era posto il problema, ne aveva scritto a margine dei *Principi* di Lyell, che aveva con sé durante il viaggio sul Beagle, e aveva steso qualche annotazione più elaborata nel 1837. Ciò che più lo aveva colpito erano le straordinarie ossa dei giganteschi animali preistorici trovati a Punta Alta e la particolare disposizione delle specie lungo il continente sud-americano e nelle isole Galápagos. Pensò quindi che la trasformazione delle specie, o trasmutazione -un termine che venne utilizzato per primo probabilmente da Whewell<sup>399</sup> fosse una realtà e che gli organismi viventi si trasformassero da un antenato comune, diversificandosi in tante specie figlie. Secondo lo schema che aveva in mente disegnò un abbozzo di albero evolutivo con ramificazioni irregolari.

---

<sup>399</sup> Come vedremo più avanti i termini trasformazione e trasmutazione non sono perfettamente intercambiabili, il primo denota una evoluzione graduale mentre il secondo una produzione improvvisa di nuove specie. Whewell, infatti, pensava alla trasmutazione come alla creazione improvvisa di nuove essenze.

Tuttavia, il mistero dei misteri rimaneva insoluto. Bisognava spiegare il *come* avveniva e Darwin ne era consapevole: non era certo il primo ad avere avuto un'idea di evoluzione. Scrisse: “Con il credo sulla trasmutazione e sul raggruppamento geografico, siamo portati a cercare di scoprire le cause del cambiamento; il modo dell'adattamento (il desiderio dei genitori??), l'istinto e la struttura si riempiono di riflessioni e di linee di osservazione”<sup>400</sup>

Se era lecito credere che la geologia del pianeta si modificasse lentamente come diceva Lyell, allora era pensabile che anche il mondo biologico potesse fare altrettanto. Un punto chiave da risolvere era la questione del perché alcune specie non adatte a nuove condizioni ambientali si estinguessero mentre altre riuscissero a modificarsi e a sopravvivere. Era evidente che la ragione dovesse risiedere nella diversità tra organismi. Anche all'interno della stessa specie c'erano, infatti, individui più vigorosi e altri più deboli, come ben sapevano gli allevatori che da sempre cercavano di incrociare gli esemplari più adatti nel creare nuove razze. Poteva dunque esserci una analogia tra la selezione artificiale e la trasformazione in Natura. D'altronde la saggezza popolare, su questo, era da tempo consapevole: “Un inverno rigido, o la scarsità di cibo, distruggendo il debole e il malato, ha tutti i buoni effetti della selezione più intelligente.”<sup>401</sup>

Verso la fine del 1838 Darwin ebbe l'occasione di sfogliare un vecchio libro in circolazione tra i Whig che vi scorgevano spunti interessanti per le politiche sui poveri. Si trattava del *An Essay on the Principle of Population*<sup>402</sup> [Saggio sul principio della popolazione] che il reverendo Thomas R. Malthus,<sup>403</sup> un demografo ed economista, aveva pubblicato tra il 1798 e il 1826 in numerose edizioni aggiornate. Nel primo capitolo c'era una frase molto chiara:

La popolazione, se non fosse controllata, aumenterebbe geometricamente. Le risorse aumentano soltanto aritmeticamente. Basta avere familiarità con i numeri per vedere che il primo dei due incrementi è enorme se paragonato al secondo. In base alla legge naturale per la quale gli alimenti sono necessari alla vita umana, queste due forze disuguali devono essere mantenute in equilibrio. Di conseguenza la mancanza di cibo terrà costantemente sotto severo controllo la dimensione della popolazione. Questo limite ha necessariamente delle ripercussioni e viene fatalmente percepito da grande parte dell'umanità.<sup>404</sup>

In altri termini Malthus sosteneva che, se vi fosse cibo a sufficienza, la popolazione umana raddoppierebbe ogni 25 anni. Se, ad esempio, sulla Terra di oggi vivessero appena 60 milioni di persone (una popolazione simile a quella italiana), dopo appena due secoli il loro numero supererebbe abbondantemente i 15 miliardi (una popolazione doppia di quella che abita l'intero mondo attualmente)!

Darwin venne illuminato. Se questo ragionamento era vero per gli uomini doveva valere anche per gli altri esseri viventi. Essendo le risorse limitate, riuscivano a sopravvivere solo i più adatti. Quella lotta per l'esistenza che Linneo aveva evidenziato tra le specie e che era parte dell'economia della Natura (si ricordi il suo esempio sulle fiere e gli uccelli rapaci che mantenevano *fra gli animali la giusta proporzione*) doveva essere estesa anche all'interno delle specie. Solo una minima parte dei figli, in effetti, raggiungeva la

---

<sup>400</sup> C. Darwin, *The Life and Letters of Charles Darwin*, Adamant Media Corporation, 2000, p. 370

<sup>401</sup> M. D. J. Mease, J. Mease, *Archives of Useful Knowledge*, David Hogan, 1811, p. 379

<sup>402</sup> T. Malthus, *An Essay on the Principle of Population*, J. Johnson, 1798

<sup>403</sup> Thomas Robert Malthus (1766-1834)

<sup>404</sup> T. Malthus, 1798, *op. cit.*, p. 4

maturità. Molti perivano per malattie o per debolezza e solo i più forti, o meglio i più adatti, prosperavano. La Natura, insomma, agiva in modo simile agli allevatori. Mentre questi ultimi selezionavano gli esemplari scegliendo alcuni caratteri utili, così la Natura lasciava in vita solo gli individui più adatti che potevano prosperare, riprodursi e tramandare i loro tratti distintivi alla discendenza. Questa lenta selezione, che andava di pari passo con il lento cambiamento geologico, climatico e ambientale, portava ad un graduale cambiamento delle specie. Darwin poté sentenziare: “Finalmente trovai una teoria su cui lavorare”<sup>405</sup>.

Ora Darwin (1838) aveva l’idea che la selezione naturale operasse modificando le specie, ma ciò non era ancora sufficiente. Innanzitutto doveva renderla una teoria credibile, sondandone gli aspetti e confrontandola con le osservazioni in Natura, poi doveva descriverla in modo chiaro e completo perché convincesse anche i più scettici, compresi Sedgwick, Whewell e Lyell. Iniziò con l’accennarne alla moglie, ma costei, molto religiosa, temette che quei pensieri, escludenti l’intervento divino, potessero minare la sua fede.

Ancora una volta Darwin si era confrontato con i pregiudizi. La sua teoria, se confermata dai fatti, avrebbe avuto ripercussioni enormi sul modo di pensare l’uomo e il suo posto nella Natura. Non era quindi il caso di pubblicare un articolo e neppure di parlarne in giro. Questo perché una qualsiasi leggerezza, una eventuale falla nel ragionamento, avrebbe distrutto la sua reputazione. Decise di approfondire la materia e scrivere un voluminoso libro in modo da raccogliere un gran numero di argomentazioni a favore e rispondere alle obiezioni che sicuramente sarebbero arrivate. Avrebbe lavorato secondo i dettami di Whewell il quale sosteneva che si poteva riconoscere una buona ipotesi dalla sua capacità di connettere fra loro molti fattori che non sembravano connessi. La teoria che Darwin aveva in mente avrebbe risolto molte questioni ancora aperte.

Col passare degli anni gli appunti sulle trasformazioni si erano accumulati e lo scritto, che nel 1842 consisteva di 32 pagine, nel 1844 si era allargato fino a riempirne 230. Darwin decise di farlo leggere all’amico Joseph D. Hooker<sup>406</sup> per averne un parere, ma ne ottenne una risposta poco entusiastica. Inoltre proprio in quell’anno venne pubblicato *le Vestigia della storia naturale della Creazione* che, come abbiamo visto, fu considerato scientificamente una porcheria. La teoria che Darwin aveva elaborato era valida o così sembrava solo a lui? Cosa sarebbe accaduto se nel mondo scientifico fosse stata accolta come quella di Chambers?

Dopo tanto lavoro Darwin decise di abbandonare; non era il caso di rischiare la propria reputazione di scienziato rigoroso, inoltre non si sentiva le forze che sarebbero state necessarie per contrastare le critiche che, sicuramente, gli sarebbero piovute addosso. La malattia lo ostacolava oltre a distruggerlo psicologicamente. Nell’ottobre del 1846 cambiò obiettivo e iniziò a lavorare su un argomento meno stressante: lo studio e la classificazione dei cirripedi. Questa attività lo tenne impegnato per i successivi otto anni e venne conclusa con la pubblicazione di due grossi volumi.

Nel settembre del 1854, con la mente più serena, Darwin riprese in mano il lavoro sulla trasformazione delle specie con l’intento di ampliarlo e, ovviamente, migliorarlo. Iniziò col sistemare i tantissimi dati a supporto e pensò di eseguire veri e propri esperimenti. Nel frattempo qualcosa stava cambiando. Si era

---

<sup>405</sup> C. Darwin, *Autobiography of Charles Darwin, 1809-1882*, 1887, 1958 edition edited by Nora Barlow Collins, p. 120

<sup>406</sup> Joseph Dalton Hooker (1817-1911)



diffusa la notizia che un tale non scolarizzato di nome Alfred Russel Wallace, che raccoglieva campioni di animali e piante nell'arcipelago indonesiano, aveva delle idee riguardo la nascita di nuove specie. E in effetti nella tarda primavera del 1855 Lyell ricevette una missiva da Wallace contenente un articolo di 20 pagine intitolato: *On the Law which has Regulated the Introduction of New Species*<sup>407</sup> [Sulla legge che ha regolato l'introduzione di nuove specie]. Lyell rimase impressionato: in quello scritto c'erano idee molto simili a quelle di Darwin. Subito informò l'amico che, stranamente, sembrò indifferente. Darwin, nonostante fosse convinto della necessità di uscire allo scoperto, ancora temporeggiò, fintanto che il 13 Aprile 1856 invitò Charles Lyell a Down House per discutere della questione e soprattutto per parlargli del principio della selezione naturale, l'argomento chiave della sua teoria evolutiva. Lyell non si mostrò del tutto convinto della bontà dell'idea, tuttavia consigliò Darwin di accelerare i tempi per la pubblicazione. Qualche giorno dopo, tra il 22 e il 26 aprile Darwin invitò altri amici e colleghi per ascoltare anche i loro pareri. In particolare: Thomas H. Huxley,<sup>408</sup> di nuovo Joseph Hooker, John Lubbock (banchiere e politico, vicino di casa) e Thomas V. Wollaston<sup>409</sup> un importante entomologo. Ancora una volta le opinioni non furono entusiaste. Solo Hooker col quale ne aveva parlato dodici anni prima, sembrava essersi convinto.

Il 14 maggio 1856 iniziò a scrivere un saggio specifico sulla selezione naturale e un anno e mezzo dopo (il 5 settembre 1857) ne mandò un riassunto ad Asa Gray,<sup>410</sup> un amico, professore di storia naturale all'Università di Harvard negli USA, chiedendo un suo parere e supplicandolo che non ne parlasse in giro. Così specificò nella lettera di accompagnamento:

Forse, penserete male di me quando vi chiedo di non menzionare la mia teoria; il motivo è che se qualcuno, come l'Autore delle «Vestigia», ne sentisse parlare potrebbe facilmente manipolarla, e allora io sarei citato da un lavoro forse disprezzato dai naturalisti e ciò danneggerebbe seriamente qualsiasi possibilità che i miei punti di vista siano accolti da coloro i quali io penso meritino stima.<sup>411</sup>

Il 27 settembre 1857 Wallace scrisse a Darwin una lettera con numerose domande e Darwin rispose il 22 dicembre. Qualche mese dopo ... la svolta decisiva. Il 18 giugno 1858 a Darwin arrivò un'altra lettera di Wallace, questa volta accompagnata da un articolo dal titolo molto esplicativo: *On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type*<sup>412</sup> [Sulla tendenza delle varietà a divergere indefinitamente dal tipo originale]. Quell'articolo conteneva i concetti basilari della lotta per l'esistenza e della trasformazione delle specie! Il colpo fu terribile. Alcuni sostengono che le idee di Wallace differivano da quelle di Darwin in quanto Wallace mescolava la selezione naturale con la moralità in una sorta di idea utopica che, secondo Darwin, non aveva riscontro nella realtà.<sup>413</sup> E questo perché nelle conclusioni dell'articolo Wallace scrisse: “Crediamo di avere mostrato che in natura esiste una tendenza di alcune classi

<sup>407</sup> *On the Law which has Regulated the Introduction of New Species* fu scritto da Wallace nel Sarawak (Borneo) nel febbraio 1855 e venne pubblicato nel Volume 16 (seconda serie) de *Annals and Magazine of Natural History* nel settembre 1855

<sup>408</sup> Thomas Henry Huxley (1825–1895)

<sup>409</sup> Thomas Vernon Wollaston (1822-1878)

<sup>410</sup> Asa Gray (1810-1888)

<sup>411</sup> Lettera di C. Darwin ad Asa Gray, 5 settembre 1857

<sup>412</sup> A. R. Wallace, *On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type*, Journal of the Proceedings of the Linnæan Society, August 1858

<sup>413</sup> [http://www.aboutdarwin.com/timeline/time\\_06.html](http://www.aboutdarwin.com/timeline/time_06.html)

di varietà a svilupparsi sempre più distanziandosi dal tipo originario –uno sviluppo per il quale non ci sembra vi sia ragione di contenere entro limiti definiti”. Ma queste critiche, come vedremo più avanti quando parleremo più estesamente della lettera di Darwin ad Asa Gray, possono essere rivolte anche allo stesso Darwin. Quello che interessa, però, è che il meccanismo di base dell’evoluzione era straordinariamente simile. Come richiesto da Wallace, Darwin girò l’articolo a Lyell dicendogli che poteva spedirlo ad un giornale.

Subito Lyell capì la delicatezza della situazione: se l’articolo di Wallace fosse stato dato alle stampe, Darwin avrebbe perso la primogenitura dell’idea. Per evitare ingiustizie da una e dall’altra parte Lyell si consultò con Hooker ed entrambi pensarono ad una presentazione congiunta.

Dopo tanto tergiversare, finalmente il 1 luglio 1858 la teoria della selezione naturale venne presentata al pubblico, in un incontro presso la Linnean Society di Londra, col titolo *On the Tendency of Species to form Varieties; and on the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection* [Sulla tendenza delle specie a formare varietà; e sulla perpetuazione delle varietà e delle specie attraverso il mezzo della selezione]. Nell’ordine vennero letti i seguenti documenti:

(1) Gli estratti di due sezioni del manoscritto del 1839 di Darwin sulla variazione delle specie intitolati: *The Variation of Organic Beings under Domestication and in their Natural State* [La variazione degli esseri organici sotto domesticazione nel loro stato naturale] e *On the Variation of Organic Beings in the State of Nature; on the Natural Means of Selection; on the Comparison of Domestic Races and true Species* [Sulla variazione degli esseri organici in stato di natura; sui mezzi naturali della selezione; sulla comparazione tra le razze domestiche e le specie reali].

(2) L’allegato della lettera che Darwin scrisse ad Asa Gray nel settembre 1857 dove condensava le proprie idee sulla variazione delle specie;

(3) L’articolo di Wallace del febbraio 1858 intitolato, come detto, *Sulla tendenza delle varietà a divergere indefinitamente dal tipo originale*.

All’incontro non parteciparono i due protagonisti: Wallace non ne sapeva niente ed era da tempo in estremo oriente mentre Darwin era in lutto per la morte (28 giugno 1858) del figlio di due anni Charles Waring Darwin.

Inaspettatamente le reazioni furono tiepide. Lo stesso Darwin ricordò che: “...congiuntamente i nostri scritti suscitavano pochissima attenzione e l’unica nota pubblicata, della quale ho ricordo, era del professor Haughton di Dublino, il cui verdetto fu che quello che c’era di nuovo era falso e quello che c’era di vero era vecchio.” Poi, senza criticare e con molto garbo Darwin aggiunse: “Questo dimostra quanto sia necessario che tutte le nuove opinioni dovrebbero essere spiegate a lungo per destare l’attenzione del pubblico”.<sup>414</sup>

Rincuorato da quella prima uscita, Darwin non aveva più motivi per ritardare la pubblicazione del materiale che aveva raccolto negli anni. Finalmente, il 22 Novembre 1859, venne alla luce *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* [Sull’origine delle specie per mezzo della selezione naturale o sulla preservazione delle razze favorite dalla lotta per l’esistenza], il saggio più importante e famoso nella storia della biologia.

---

<sup>414</sup> C. Darwin, *The Autobiography Of Charles Darwin*, Kessinger Publishing, 2004, p. 35

Il libro ebbe un successo immediato e inatteso. I lettori si erano già resi conto che la teoria della selezione naturale escludeva l'intervento divino e presto realizzarono che anche l'uomo rientrava pienamente in questo processo meccanico della Natura. Nessuno, infatti, si fece ingannare dalla frase che Darwin aveva posto a conclusione del libro: "Luce verrà fatta sull'origine dell'uomo e sulla sua storia".<sup>415</sup> La teoria della selezione naturale sosteneva che l'uomo non fosse più un essere particolare, ma un animale come gli altri e con un antenato dai tratti scimmieschi. Lo scontro fu inevitabile. Le gerarchie ecclesistiche si scagliarono contro Darwin mentre gli studiosi senza preconcetti, soprattutto i più giovani, plaudirono a quel ragionamento che pareva l'*uovo di Colombo*.<sup>416</sup> Tra i personaggi di maggiore spicco i vecchi tutori di Darwin Sedgwick e Henslow reagirono contro il libro mentre gli amici Lyell e Hooker si schierarono a suo favore. In particolare Huxley ne fu uno strenuo sostenitore tanto da autodefinirsi *il mastino di Darwin*.

Col passare degli anni le opinioni contrastanti rimasero, ma solo tra coloro i quali credevano ad un ruolo attivo di Dio nell'evoluzione. Tra gli studiosi, invece, l'accordo alla teoria si fece sempre più ampio. Darwin, rincuorato dalla considerazione dei suoi pari, procedette ad ampliare il proprio ragionamento inglobando l'uomo nell'evoluzione.

---

<sup>415</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 488

<sup>416</sup> Lo stesso Darwin paragonò l'uovo di Colombo ad un aspetto della sua teoria. Cfr. biogr p. 1009; Lo stesso Huxley si era dato dello stupido per non averne avuto il sentore. Cfr. L. Huxley, *Life and Letters of Thomas Henry Huxley*, BiblioBazaar, LLC, 2006, p. 189

## 15 Alfred Russel Wallace e il giallo sulla primogenitura della teoria

A quei naturalisti che hanno già acquisito una conoscenza della reale condizione della nostra scienza [...] abbiamo dedicato una grande parte di questo volume. Ma poiché un numero molto maggior dei nostri lettori saranno studenti, ansiosi di vedere i primi principi di zoologia spiegati in modo semplice, riteniamo che i nostri lavori possano essere diretti utilmente a questo obiettivo [...]»<sup>417</sup> (W. J. Swainson, *A Treatise on the Geography and Classification of Animals*)

Generalmente si pensa a Charles Darwin come allo scienziato che teorizzò *l'evoluzione delle specie*, ma le cose non stanno propriamente in questi termini. La stessa parola *evoluzione* non era utilizzata nelle scienze naturali se non come vocabolo generico sinonimo di altri termini quali *progresso* o *sviluppo*. L'esempio più eclatante viene dallo stesso Darwin. Nella prima edizione della *Origine* non usa la parola *evoluzione*, o meglio non la usa come sostantivo mentre, come verbo, la inserisce solamente nell'ultima frase. Precisamente: “[la vita] si è evoluta e si evolve, partendo da cose semplici, fino a creare infinite forme estremamente belle e meravigliose.” Per il resto usa altri termini come “progresso”, ad esempio nella prefazione (“[...] e siccome tutte le forme tendono a progredire [...]”) o come “avanzamento”, alla fine del capitolo 7 (“[...] di una legge generale che impone l'avanzamento di tutti gli esseri organici, e cioè li moltiplica, li modifica e lascia che il più forte viva mentre il più debole perisca.”) Darwin iniziò ad usare frequentemente il vocabolo *evoluzione* solo successivamente, dopo che divenne di uso comune grazie all'opera del filosofo inglese Herbert Spencer<sup>418</sup> che lo introdusse nella sua concezione cosmologica. (Lo vedremo fra qualche capitolo).

L'associazione del concetto di evoluzione con Darwin scienziato è, quindi, frutto di una estrema semplificazione. Anzi, alcuni studiosi contestano perfino la primogenitura di Darwin riguardo l'idea della modificazione delle specie per selezione naturale. I dati ufficiali riportati nel capitolo scorso, infatti, sono posti in dubbio da alcune sfumature che getterebbero un'ombra critica sul comportamento di Darwin e dei suoi amici più intimi. Costoro, lungi dall'essere imparziali, avrebbero dato la precedenza, quel famoso 1 luglio 1858, agli scritti di Darwin quando invece il merito sarebbe dovuto andare principalmente a Wallace.

### 15.1 Le versioni: “convenzionale” e “revisionista”

La versione, cosiddetta, *convenzionale* della vicenda racconta di una grande nobiltà d'animo da parte di Darwin e Wallace. Entrambi erano giunti alle stesse conclusioni riguardo il meccanismo di trasformazione

---

<sup>417</sup> W. J. Swainson, *A Treatise on the Geography and Classification of Animals*, Longman, Rees, Orme, Brown, Green & Longman, 1835, p. 300; il libro che stimolò Wallace nel dedicare la sua vita agli studi naturalistici.

<sup>418</sup> Herbert Spencer (1820-1903)

delle specie ed entrambi avevano stima l'uno dell'altro. Ma Darwin era realmente in buona fede? Le note moderate della sua autobiografia sembrano confermare questa ipotesi,<sup>419</sup> tuttavia sappiamo che quelle note furono scritte molto più tardi, quando i giochi erano conclusi, le acque si erano calmate e i sentimenti si erano placati. Senza cadere nel cinismo, non si può escludere che all'epoca dei fatti la situazione fosse molto più calda di quanto si voglia ricordare. In effetti alcuni storici sono molto scettici sulla *nobiltà d'animo* di Darwin e sottolineano la possibilità che la vicenda possa essere andata diversamente da quanto viene comunemente riferito. A lato della versione convenzionale esiste quindi una versione cosiddetta *revisionista* la quale sostiene che il merito della primogenitura andasse a Wallace ma che egli era troppo lontano (nella fattispecie nell'arcipelago indonesiano) per poter seguire in prima persona l'evolversi degli avvenimenti. Inoltre Wallace, a differenza di Darwin, era del tutto privo di appoggi politici in ambito scientifico in quanto si *era fatto da solo*: aveva lasciato gli studi da ragazzo e girava il mondo raccogliendo dei campioni biologici che poi vendeva sul mercato inglese dove la gente collezionava, come si fa generalmente con le opere d'arte, animali impagliati e insetti seccati. Di questa versione revisionista esistono diverse interpretazioni, alcune si limitano a dire che Wallace fu danneggiato, altre si spingono a sostenere che Darwin non fu solo scorretto, ma si comportò anche in malafede per evitare lo smacco di arrivare secondo. Ma come andò veramente? Quali sono i fatti che supportano le due versioni così diverse e contrastanti? Hanno ragione Sir E. Ray Lankester, Loren Eiseley<sup>420</sup> e Julian Huxley<sup>421</sup> che sostengono la versione convenzionale, oppure Barbara G. Beddall,<sup>422</sup> Arnold C. Brackman,<sup>423</sup> Lewis McKinney<sup>424</sup> che sostengono una versione revisionista più o meno moderata? O, ancora, ha ragione John Langdon Brooks che sostiene la malafede?<sup>425</sup> Quest'ultimo pensa addirittura che Darwin non avesse ancora focalizzato bene il meccanismo di selezione naturale e che quindi abbia copiato alcuni spunti da ciò che Wallace gli aveva scritto in privato. Sempre secondo Brooks, Darwin, una volta imbeccato dalle lettere e dall'articolo di

---

<sup>419</sup> Così si legge in un passo attento e moderato: “[...] ma i miei progetti furono sconvolti, perché all'inizio dell'estate del 1858 il signor Wallace, il quale allora si trovava nell'arcipelago malese, mi mandò un saggio: *Sulla tendenza delle varietà a separarsi indefinitamente dal tipo originale*, in cui si esponeva una teoria identica alla mia. Il signor Wallace mi pregava di leggere il suo articolo e di passarlo in lettura a Lyell, se la mia opinione fosse stata favorevole. Nel *Journal of the Proceedings of the Linnean Society* (1858, p. 45), ho spiegato i motivi che mi spinsero ad associarmi alla richiesta di Lyell e Hooker di pubblicare un riassunto del mio manoscritto e una mia lettera a Asa Grey, in data 5 settembre 1857, contemporaneamente alla pubblicazione del saggio di Wallace. Dapprima ero molto restio a consentire, pensando che Wallace avrebbe trovato la mia azione ingiustificabile; ma non conoscevo ancora quanto egli fosse generoso e nobile. Il riassunto del manoscritto e la lettera a Asa Grey, non essendo destinate alla pubblicazione, erano scritte male. Invece il saggio di Wallace era scritto in forma mirabile e con grande chiarezza.” C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 11

<sup>420</sup> L. C. Eiseley, *Alfred Russel Wallace*, Scientific American, v. 200, n. 2, 1959; L. C. Eiseley, *Darwin's Century: Evolution and the Man Who Discovered It*, Garden City, NY, Anchor Books, 1958

<sup>421</sup> J. Huxley Julian, *T.H. Diary of the Voyage of H.M.S. Rattlesnake*, Garden City, NY, Doubleday, Doran, 1936

<sup>422</sup> B. G. Beddall, *Wallace, Darwin, and Edward Blyth: Further Notes on the Development of Evolution Theory*, J. of the History of Biology, v. 5, n. 1, 1972; B. G. Beddall, *Wallace, Darwin, and the Theory of Natural Selection: A Study in the Development of Ideas and Attitudes*, J. of the History of Biology, vol. 1, n.2, 1968

<sup>423</sup> A. C. Brackman, *A delicate Arrangement: The Strange Case of Charles Darwin and Alfred Russel Wallace*, New York: Times Book, 1980

<sup>424</sup> H. L. McKinney, *Wallace and Natural Selection*, Yale University Press, 1990

<sup>425</sup> J. L. Brooks, *Just Before the Origin: Alfred Russel Wallace's Theory of Evolution*, Columbia University Press, 1984

Wallace, avrebbe scritto 41 nuove pagine e le avrebbe attaccate al suo vecchio trattato all'inizio del giugno 1858 prima di rendere pubblica l'idea che Wallace gli aveva affidato.

Per capire meglio l'evolversi della vicenda dobbiamo scavare nella vita di Wallace e cercare di comprendere come arrivò a ipotizzare che le specie non vengono create da Dio ma nascono da specie affini.

## 15.2 Il giovane Wallace

Alfred Russel Wallace<sup>426</sup> era un giovane di Usk, nel Monmouthshire, di una generazione successiva a quella di Darwin, nato da una famiglia modesta e con problemi finanziari.<sup>427</sup> Già all'età di 14 anni, infatti, andò a lavorare: lasciò la scuola per fare esperienza come falegname presso un fratello a Londra. Successivamente, e prima di compiere vent'anni, fece apprendistato con un altro fratello agrimensore. Quell'ultimo lavoro gli piaceva perché amava stare all'aperto, primo sintomo di quella voglia di avventura che da lì a poco sarebbe esplosa. Per un po' di tempo insegnò a Leicester ciò che aveva imparato sul campo come agrimensore, poi, dopo aver letto il libro di Alexander Von Humboldt *Personal Narrative of Travels to the Equinoctial Regions of America* [Racconto personale dei viaggi nelle regioni tropicali americane] e il libro *History of the Conquest of Peru* [La storia della conquista del Perù] di William Hickling Prescott iniziò a sognare i viaggi e l'avventura. Nel frattempo conobbe Henry W. Bates,<sup>428</sup> un coetaneo che condivideva le sue stesse idee e che amava collezionare coleotteri. Presto l'attività dell'amico lo appassionò, dato che a quei tempi in Inghilterra la collezione di insetti, e in particolare di coleotteri, era diventata una sorta di mania generale. Dalle terre lontane e sconosciute arrivavano notizie sempre nuove su animali strani, dai colori brillanti e dalle forme particolari che incuriosivano e appassionavano tutti. Wallace non poté fare a meno di comprare il proprio manuale dei coleotteri britannici e, accompagnando il suo amico per boschi e prati, si mise alla ricerca degli insetti più rari e belli del paese.

Lesse il diario di Darwin sui viaggi intorno al mondo e quando finì *A Treatise on the Geography and Classification of Animals* [Un trattato sulla geografia e sulla classificazione degli animali] di William John Swainson la sua vita cambiò. In questo ultimo libro l'autore non si limitava a descrivere le varie specie, ma trattava anche della distribuzione degli animali nei vari territori e delle teorie che cercavano di spiegarla. Wallace iniziò a porsi domande profonde e dopo aver letto con entusiasmo le *Vestigia* di Chambers decise di viaggiare alla ricerca delle cause che portavano alla nascita delle specie.

Ai due amici, Wallace e Bates, venne un'idea geniale: unendo l'utile al dilettevole avrebbero raggiunto luoghi lontani alla ricerca di campioni biologici per studiarli, per capirli e soprattutto per venderli all'interno del mercato inglese. Non avendo altro mezzo per girare il mondo, in quel modo si sarebbero pagati le spese. La scelta della destinazione fu dettata dalla convenienza. Un viaggio troppo distante su una rotta non battuta era impossibile, la raccolta nelle vicinanze non avrebbe procurato reperti di grande valore. Lo spunto venne loro da un altro libro pubblicato nel 1847 da un americano di nome William Henry Edwards che aveva titolo *A Voyage up the river Amazon* [Un viaggio sul Rio delle Amazzoni]. Andare in Brasile poteva essere un'ottima soluzione. La rotta era battuta da navi commerciali, la destinazione era

---

<sup>426</sup> Alfred Russel Wallace (1823-1913)

<sup>427</sup> P. Raby, *Alfred Russel Wallace: A Life*, Princeton University Press, 2002

<sup>428</sup> Henry Walter Bates (1825-1892)

sufficientemente vicina e le potenzialità di raccolta erano enormi. La foresta amazzonica dava grandi garanzie di riuscita. Non mancava altro che cercare qualcuno che ricevesse i campioni e che li mettesse sul mercato inglese. Finalmente trovarono la persona giusta nel signor Samuel Stevens.<sup>429</sup>

### 15.3 Wallace in Sudamerica

I tempi erano maturi. All'inizio del 1848 si imbarcarono a Liverpool e arrivarono alle bocche del Rio delle Amazzoni il 26 maggio 1848. Il lungo viaggio aveva alimentato la loro euforia così che i due amici, appena appoggiati i piedi a terra, iniziarono a fare le prime escursioni. Inizialmente rimasero delusi da ciò che trovarono, o meglio da ciò che non trovarono. Si erano immaginati una foresta piena di animali strani e mai visti, ma la situazione era molto diversa. Insetti, mammiferi e uccelli colorati sembravano poco numerosi e la loro cattura più difficile del previsto. Tuttavia non si persero d'animo, avrebbero dovuto ambientarsi, abituare l'occhio a quel nuovo paese, capire i segreti del mestiere che nessuno aveva insegnato loro. Col passare dei giorni la situazione si rivelò meno complicata e in appena due mesi raccolsero un migliaio di insetti, soprattutto coleotteri e farfalle, che inviarono al loro agente a Londra.

A quel punto pensarono di spingersi all'interno del continente dove avrebbero rinvenuto reperti sicuramente più interessanti e rari, campioni di grande valore. Si addentrarono navigando sul Rio Tocantins trovando materiale molto interessante: oltre a insetti, sempre molto numerosi, raccolsero conchiglie e catturarono uccelli. Ma l'avventura non era facile e i due ragazzi impararono presto le difficoltà logistiche, come quella di trovare una barca giusta, un equipaggio affidabile, salvo poi trovarsi di fronte a difficoltà pratiche nella navigazione come rapide, cascate, mulinelli. Wallace descrisse bene la situazione nella lettera che accompagnò il secondo carico. Tuttavia, egli disse, lo scenario che si apriva ai loro occhi ripagava di tutta la fatica per l'organizzazione. Il loro agente a Londra, Samuel Stevens, fece del suo meglio per pubblicizzare le fatiche dei due giovani raccoglitori così ne *The Annals and Magazine of Natural History* [Annali e rivista di storia naturale] apparve un primo scritto di Wallace, la prima nota ufficiale della sua carriera, assieme ad una pubblicità dello stesso Stevens come *agente di storia naturale* che offriva campioni provenienti da tutto il mondo: Nuova Zelanda, India, Città del Capo oltre, ovviamente, all'Amazzonia.

Da quel momento in poi Wallace e Bates si separarono per moltiplicare la raccolta dei campioni. Wallace intraprese un viaggio risalendo il Rio delle Amazzoni e i successivi quattro anni li passò in una serie di spedizioni lungo i vari tributari. Dalle lettere che spediva regolarmente al suo agente a Londra si apprende che impiegò un mese per arrivare alla città di Santarém, dove il grande Rio Tapajos sfocia nel Rio delle Amazzoni, 500 miglia a monte dell'estuario. Siccome il territorio attorno a Santarém dava poche opportunità per la raccolta (erano abbondanti soprattutto le farfalle, come ad esempio le specie *Heliconia melpomene* e *Agraulis dido*, mentre i coleotteri erano veramente scarsi) decise di addentrarsi ancora di più nel territorio, percorse verso monte altre 500 miglia e si trovò a Barra, oggi Manao, dove il Rio Negro si congiunge al Rio delle Amazzoni. Risalì quest'ultimo facendo un paio di escursioni sul Rio Uaupés dove fu fermato da una serie di rapide e cascate. Si stabilì in zona adattandosi molto bene al clima locale nonostante la vita fosse faticosa a causa del caldo, degli insetti e delle malattie, come la malaria o la febbre gialla. In

---

<sup>429</sup> Samuel Stevens (1817-1899)

particolare soffrì di dissenteria e di dolore ai piedi dovuto, oltre che alle piaghe del camminare, anche ai parassiti. Ovviamente durante la sua permanenza imparò a conoscere migliaia di specie di animali, ma se da un lato ciò che più contava per lui era il valore monetario, d'altra parte cominciava ad evidenziare e apprezzare anche il valore storico naturale. Senz'altro la sua occupazione era meno nobile rispetto a quella dello scienziato, ma inaspettatamente quella sua caratteristica apparentemente svantaggiosa, divenne, col senno di poi, una fortuna.

#### **15.4 Wallace come naturalista**

A quei tempi i naturalisti di professione erano convinti della visione tipologica, ossia credevano che tutti gli organismi di una specie si conformassero ad un modello ideale e la variabilità naturale fosse minima. Per saperne abbastanza di una specie ritenevano adeguato studiarne uno o, al massimo, pochi esemplari al fine di individuare quei caratteri morfologici evidenti che servissero alla sua catalogazione. La forma di un'ala di un coleottero, il colore di una farfalla, il piumaggio di un uccello, ad esempio, erano spesso ritenuti sufficienti a classificare l'organismo sotto esame. Al contrario degli scienziati che lavoravano tra le comodità delle mura domestiche o anche in giro per il mondo a caccia di reperti, Wallace raccoglieva tanti rappresentanti di una stessa specie perché doveva venderli a tanti diversi compratori. Si trovava costantemente a confrontare decine di campioni della stessa specie, li doveva trattare per la conservazione, ne doveva registrare attentamente la provenienza e la data di cattura. Insomma, a causa del suo lavoro doveva osservare ciò che gli altri trascuravano e cioè le differenze tra i singoli individui, ovvero la differenza intraspecifica.

La prima volta che si imbatté in una pantera nera rimase stupefatto e non riuscì, così scrisse, neppure ad alzare il fucile per spararle. Quando capì che quell'essere non era altro che una varietà del giaguaro, si rese conto di avere davanti a sé l'esempio più eclatante di come gli individui di una stessa specie potessero differire l'uno dall'altro. Ecco allora che iniziarono a insistere nella sua mente delle domande profonde. Come catalogare gli animali senza fare errori di valutazione? Ad esempio, la versione bianca del *Cephalopterus ornatus*, comunemente nero, era solo una varietà o si trattava di una specie diversa? Se, fra l'altro, il problema della variabilità intraspecifica era grande per i mammiferi e gli uccelli, come catalogare le farfalle o i coleotteri che spesso differivano per qualche puntino sulle ali o sulle elitre?

A differenza degli accademici che discutevano attorno a qualche esemplare morto, Wallace aveva la fortuna, seppure inconsapevole, di avere sotto gli occhi la caratteristica su cui lavora il meccanismo della selezione naturale: la variabilità individuale. Oggi lo sappiamo bene, allora nessuno ci pensava, neppure lo stesso Darwin che alle isole Galapagos aveva raccolto i suoi campioni dimenticandosi, o non pensando neppure, che fosse importante registrare il luogo esatto da dove li aveva prelevati. Se fosse stato un semplice raccoglitore probabilmente non si sarebbe reso conto di quelle osservazioni importanti, ma Wallace era anche un appassionato, curioso, esperto e intelligente che si poneva domande e che cercava risposte convincenti.

Wallace continuò a lavorare alacremente tornando, di quando in quando, a Barra per lasciare in deposito i suoi campioni e per ritirare e spedire la posta. Finalmente, nell'estate del 1852, decise che la sua esperienza in Sud America era conclusa e ripartì per l'Inghilterra. Durante il suo soggiorno aveva imparato molte cose: non solo che la variabilità all'interno della stessa specie poteva essere molto alta, ma che alcune



specie erano distribuite sul territorio in maniera non uniforme. Queste considerazioni erano di estremo interesse per la biogeografia, come spiegò alla Zoological Society una volta tornato a Londra.

Tuttavia un fatto traumatico doveva ancora accadere: il brigantino su cui era imbarcato per l'Inghilterra il 12 luglio 1852, fece naufragio il 6 agosto. Un incendio improvviso lo fece calare a picco. L'equipaggio e i passeggeri salirono sulle scialuppe di salvataggio, ma il prezioso carico che Wallace aveva con sé: reperti biologici, animali vivi e morti, diari e note scientifiche, venne perso. Poche cose si salvarono. Quella che parve una incredibile sfortuna si tramutò, col senno del poi, in una nuova opportunità per giungere alla comprensione del meccanismo di base dell'evoluzione. Se fosse tornato in Inghilterra con tutto il suo carico sarebbe probabilmente diventato sufficientemente ricco da non aver più bisogno di partire, ma così non fu. Dovette organizzare una nuova spedizione, questa volta verso la Malesia e le isole indonesiane.

Durante il soggiorno in Amazzonia, Wallace ebbe un'intuizione geniale: la distribuzione delle specie sul territorio doveva seguire una logica, non poteva trattarsi solamente di un volere divino. Questa sua idea era nata dopo aver notato che le scimmie, nei dintorni di Barra, non erano distribuite uniformemente così come lo erano altri animali quali gli uccelli e il paca [*Agouti paca*]. In una presentazione alla Zoological Society raccontò che, a riguardo, la disposizione delle acque aveva una importanza cruciale. Nel bacino amazzonico, infatti, i fiumi erano enormi, larghi spesso diversi chilometri, e suddividevano il territorio in ampie aree che *intrappolavano* gli animali che non sapevano nuotare. In particolare i fiumi si diramavano a *piede di pollo* e suddividevano la terraferma in quattro grandi zone.<sup>430</sup> Gli uccelli che volavano da un'area all'altra, avanti e indietro, presentavano popolazioni uniformi, così come accadeva per quei mammiferi in grado di attraversare le acque a nuoto. Per le scimmie, incapaci di nuotare, non era così. Per loro era impossibile incrociarsi con le scimmie al di là dei fiumi e le popolazioni rimanevano uniformi solo all'interno dei singoli distretti.

### **15.5 Wallace e la nascita di nuove specie**

Passati 18 mesi dal suo ritorno in Inghilterra e dopo aver pubblicato due libri<sup>431</sup> Wallace ripartì, questa volta con l'obiettivo dell'estremo oriente. Nell'aprile del 1854 arrivò a Singapore e vi rimase per circa sei mesi raccogliendo campioni su tutto il territorio della Malesia peninsulare. Successivamente si diresse verso le isole indonesiane (*Malay archipelago*) e qui rimase per i successivi sette anni. La scelta fu ben ponderata e questa volta non solo per motivi commerciali. Wallace sapeva bene che le isole ospitavano una maggiore quantità di specie strane, con una diversità tra isola e isola ben maggiore di quella che si poteva trovare sulla terraferma a parità di superficie. Era consapevole che la distribuzione dei diversi animali sulle diverse isole potesse nascondere il segreto della nascita di nuove specie. Ciò è provato dal fatto che fu determinato nel raccogliere un insieme completo di ogni gruppo di animali da ogni isola e da ogni singola località, sapendo che quei dati gli avrebbero, così scrisse, "chiarito vari altri problemi." Per quanto riguardava la logistica, data l'esperienza del naufragio, questa volta si preoccupò di spedire regolarmente i reperti da lui

---

<sup>430</sup> Wallace le identificò come: il distretto di Guiana (a nord-est della giunzione tra il Rio delle Amazzoni e il Rio negro), il distretto dell'equatore (a nord ovest di quella unione), il distretto del Perù (a sud del Rio delle Amazzoni e a ovest di Rio Madeira) e il distretto del Brasile (a sud est della Rio delle Amazzoni e Rio Madeira).

<sup>431</sup> Questi i titoli: *A Narrative of Travels on the Amazon and Rio Negro*; *Palm Trees of the Amazon and Their Uses*

prelevati in piccoli stock, piuttosto che accumularli in grosse quantità. Ad ogni singolo campione erano allegate tutte le informazioni possibili.

La raccolta nel Sarawak (Borneo nord-occidentale) diede i suoi frutti, il più importante dei quali fu l'articolo: *Sulla legge che ha regolato l'introduzione di nuove specie*, pubblicato nel settembre 1855 sugli Annali di Storia Naturale. Questo scritto sulle prime non venne notato, forse per il fatto che Wallace non era un eminente studioso, tuttavia il suo agente di vendita a Londra, diversi mesi dopo, raccontò di alcuni mormorii tra i naturalisti che parlavano di un giovane che stava spingendosi ben oltre la semplice raccolta di campioni.

Come abbiamo notato precedentemente, Charles Lyell ne rimase impressionato. In quello scritto sul Sarawak, infatti, Wallace parlava di *specie affini coincidenti sia nello spazio che nel tempo* perché aveva notato che le isole più vecchie contenevano delle specie di animali molto particolari, cosa che non accadeva sulle isole giovani. E questo fenomeno sollevava la domanda: se Dio aveva creato le specie animali, perché avrebbe fatto questa distinzione?

La versione convenzionale dei fatti riporta che, messo in allarme dall'articolo di Wallace, Lyell si affrettò a suggerirne la lettura a Darwin per poi insistere con forza affinché lo stesso Darwin si decidesse a rendere pubbliche le sue idee. Sempre la versione convenzionale riporta che nell'aprile dell'anno seguente (1856) Darwin ospitò Lyell nella sua casa a Down e gli spiegò che le specie si originavano, una dall'altra, attraverso un processo dove le variazioni naturali dentro la popolazione venivano selezionate e si amplificavano dai successi differenziali nella sopravvivenza e nella riproduzione dei singoli individui. In quell'occasione Darwin avrebbe usato l'espressione *selezione naturale*. Per Lyell il quadro era chiaro: il suo amico doveva sbrigarsi a pubblicare una bozza della teoria per non correre il rischio che il giovane Wallace lo anticipasse. Come abbiamo visto nel capitolo scorso, Darwin rifiutò. Dopo aver consultato Joseph Hooker ed aver appreso che anche lui era della stessa idea, rispose a Lyell che non se la sentiva di scrivere un pezzo breve, ma che avrebbe accelerato la stesura del suo grosso volume.

### **15.6 Wallace raccoglie nuove evidenze**

Nel frattempo Wallace continuava il suo lavoro. All'inizio del 1856 tornò brevemente a Singapore e quindi si portò nella parte estrema occidentale dell'arcipelago indonesiano, allora poco conosciuta. Andò a Bali quindi verso Macassar, sull'isola di Celebes. Poi, nell'autunno del 1856, dopo aver scritto una prima lettera a Darwin per chiedergli cosa ne pensasse delle sue supposizioni, raggiunse l'arcipelago Aru, nella parte occidentale della Nuova Guinea dove trovò altri indizi interessanti.

In effetti l'arcipelago Aru era veramente straordinario. Si trattava di un gruppetto di isole di diversa dimensione, separate da stretti canali di acqua salata che potevano somigliare a fiumi. Qui Wallace trovò una fauna estremamente interessante. I problemi fisici che lo assillarono frenarono la sua mobilità ma non il suo entusiasmo e i compagni di spedizione (gente locale che aveva assoldato per il viaggio) svolsero per lui il lavoro di raccolta. Ancora una volta i reperti gli raccontavano una situazione di dinamismo nel tempo che si esplicitava attraverso una diversa distribuzione delle specie nelle diverse isole.

La cosa più sorprendente era che molti uccelli delle isole Aru si trovavano anche nella Nuova Guinea e in Australia, mentre differivano in maniera significativa da quelli trovati ad ovest dell'arcipelago indonesiano. Sembrava evidente che le isole Aru, assieme alla Nuova Guinea e all'Australia, appartenessero

ad un regno diverso da quello del resto delle isole indonesiane. La cosa era inaspettata per un fatto: se Dio aveva creato delle nuove specie in base alle caratteristiche del luogo, avrebbe dovuto mettere animali simili in territori simili, ma così non era. Ad esempio il Borneo e la Nuova Guinea erano molto simili dal punto di vista della vegetazione e dal punto di vista climatico, nonostante ciò ospitavano una fauna molto diversa. Allo stesso tempo territori molto diversi dal punto di vista della vegetazione, come la Nuova Guinea coperta da dense foreste umide e l'Australia, desertica e secca, ospitavano specie molto simili. Ma se da un lato queste considerazioni mettevano in crisi la teoria creazionista, dall'altro sembravano non dare elementi sufficienti per capirne di più. Anche Darwin aveva notato la strana distribuzione delle specie nelle isole Galápagos, ma non aveva ancora fornito una spiegazione scientifica plausibile. Forse l'aveva in mente, ma certamente non l'aveva riportata in nessuno scritto ufficiale.

Nel marzo del 1857 Wallace fece ritorno dalle isole Aru e si fermò di nuovo nella città di Macassar, nell'isola di Celebes, chiamata anche col nome di Ujung Pandang. Qui arrivavano e partivano le navi per l'Europa, e qui Wallace spediva e riceveva la sua posta. E qui, datata 1 maggio 1857, ricevette la risposta di Darwin alla sua prima lettera dell'ottobre 1856. In questa era scritto: “posso chiaramente vedere che noi abbiamo pensato in modo molto simile riguardo alcuni avvenimenti e alcune conclusioni.”<sup>432</sup> In un certo qual senso Darwin, sospinto dall'amico Lyell, riconosceva l'impegno di Wallace nel campo, ma rivendicava anche una certa priorità sulla teoria senza, astutamente, farne esplicita menzione. Wallace, al contrario, giocava allo scoperto chiedendo consigli e suggerimenti al suo eminente corrispondente. Scrisse di nuovo a Darwin verso agosto-settembre del 1857 e questa volta ottenne una risposta sollecita, datata 22 dicembre 1857.

Wallace era un instancabile lavoratore e durante il soggiorno a Macassar scrisse diversi saggi pubblicati su riviste inglesi. Il primo lavoro uscì negli Annali del dicembre del 1857. Il titolo era: *On the natural history of the Aru Islands*<sup>433</sup> [Sulla storia naturale delle isole Aru]. Cronologicamente si registra che nel gennaio 1858 Wallace lasciò di nuovo Macassar e andò verso est, verso il Moluccas del Nord. Dopo una breve pausa sulle isole di Timor, Banda e Ambonya si fermò in un posto chiamato Ternate. Nonostante i viaggi e gli impegni lavorativi, così ricorda nei suoi diari, la questione di come la variazione delle specie poteva essere determinata non lasciava mai la sua mente. Fu così che il 9 marzo 1858 arrivò un punto di svolta. Durante un attacco di febbre malarica ebbe l'intuizione della sopravvivenza del più adatto. Capi subito di avere imboccato la strada giusta per risolvere il *mistero dei misteri*. Si affrettò quindi a scrivere un articolo che subito dopo spedì a Darwin accompagnandolo con una lettera. Il plico partì con una nave a vapore olandese. L'articolo aveva un titolo chiaro ed esplicito: *Sulla tendenza delle varietà a separarsi indefinitamente dal tipo originale*. E qui comincia il giallo.

---

<sup>432</sup> <http://www.darwinproject.ac.uk/darwinletters/calendar/entry-2086.html>

<sup>433</sup> A. R. Wallace, *On the Natural History of the Aru Islands*, The Annals and Magazine of Natural History, Supplement to v. XX, dec. 1857, pp. 473-85

### 15.7 I fatti e le speculazioni

Una volta letto l'articolo, Darwin si trovò in grave difficoltà. Poteva inviarlo ad una rivista scientifica e così perdere la priorità dell'idea o poteva far finta di nulla. Scelse una via di mezzo? Finse di aver ricevuto la lettera diversi giorni dopo la vera data di arrivo così da preparare le contromosse?

Da un lato la versione convenzionale riporta che, all'epoca dei fatti, Darwin aveva già pronta una sintesi e che, una volta ricevuta la lettera e l'articolo di Wallace, chiese immediatamente consiglio a Lyell che gli propose una presentazione congiunta. La versione revisionista dice invece che Darwin tenne segreta la lettera di Wallace perché non era ancora pronto. Solo successivamente (in un periodo lungo più di un mese) si affrettò a scrivere una breve comunicazione per potere battere sul tempo il giovane Wallace.

Anche Wallace non è del tutto esente da critiche. Se gli premeva essere il *padre* di quella rivoluzionaria idea perché spedì la bozza del suo articolo a Darwin invece di inviarlo direttamente a qualche rivista scientifica? Da un lato è probabile che non fosse ancora sicuro della coerenza del suo ragionamento, dall'altro, forse in modo più nobile, non voleva tirare un colpo gobbo al vecchio biologo. A noi sembra, tuttavia, che la spiegazione più plausibile sia la prima e che, inoltre, Wallace non fosse del tutto consapevole della grandezza dell'idea e fosse troppo ingenuo per volere rivendicarne la priorità. Ricordiamoci che Wallace non aveva compiuto studi regolari e che poteva sentirsi in sudditanza psicologica nei riguardi degli accademici.

Fatto sta che, come già menzionato, la sera del 1 luglio 1858, presso la Società Linneana, Lyell diede la comunicazione che era stata ipotizzata la teoria della selezione naturale e che gli scienziati Darwin e Wallace erano giunti contemporaneamente, ma separatamente, a idearla. Seguì, secondo una priorità accordata a Darwin per i suoi diari e le sue lettere private, la lettura del contributo di Darwin e successivamente l'articolo di Wallace.

Il giallo della primogenitura si focalizza quindi nel tempo trascorso tra l'arrivo della lettera e dell'articolo di Wallace a Darwin e il momento della comunicazione alla società Linneana. Darwin sostenne che quella lettera gli arrivò il 18 giugno 1858, ma, secondo i tempi delle poste, sarebbe dovuta arrivare almeno un mese prima. Durante questo tempo Darwin avrebbe tenuto nascosta la lettera di Wallace proprio per preparare la propria comunicazione. I maligni aggiungono che Darwin non solo si limitò a buttare giù le proprie idee dopo l'arrivo della lettera di Wallace, ma prese spunto anche da ciò che Wallace aveva scritto.

Diversi autori hanno appuntato le date e i luoghi dell'intera vicenda, sono andati a consultare i registri della compagnia delle poste, i documenti della Società Linneana, hanno compiuto ricerche nel museo britannico e in tutti gli altri luoghi interessati alla vicenda. Il risultato è, però, solo speculazione. Perché, allora, non credere alla versione convenzionale? C'è una ragione a parer mio piuttosto indicativa. Darwin era uno scienziato molto meticoloso: annotava tutto con scrupolo, teneva tutto ben ordinato, non gettava via nulla. Eppure non c'è traccia delle lettere, quelle più importanti, che Wallace gli ha spedito. Darwin, successivamente, nella sua autobiografia scrisse che non gli importava molto se i posteri avrebbero attribuito l'originalità dell'idea a lui o a Wallace, ma questa è chiaramente una bugia perché nella lettera che scrisse a Lyell, in accompagnamento all'articolo di Wallace, sta scritto: "per piacere rimandami il manoscritto. Egli [Wallace] non mi ha detto di volere che io lo renda noto; ma io ovviamente lo farò; scriverò subito e lo manderò ad un giornale. Così la mia originalità, qualunque essa sia, verrà perduta." E poco prima scrisse: "Le tue parole si sono rivelate premonitrici di una punizione che avrei potuto evitare.

Tu me lo suggeristi quando ti spiegai brevemente le mie idee sulla «Selezione Naturale» che dipende dalla Lotta per l'esistenza.<sup>434</sup>

---

<sup>434</sup> <http://www.darwinproject.ac.uk/darwinletters/calendar/entry-2285.html>

## 16 La teoria di Darwin e Wallace

Non posso dubitare che durante milioni di generazioni gli individui di una specie nascano con qualche leggera variazione vantaggiosa per qualche aspetto della sua economia; questi avranno una migliore probabilità di sopravvivere, propagarsi, probabilità che, ancora, aumenterà lentamente grazie all'azione accumulativa della Selezione Naturale; e la varietà così formata coesisterà con, o più probabilmente sterminerà, la sua forma genitrice. (C. Darwin, *Lettera ad Asa Gray*, 5 settembre 1857)

[...] esiste un principio generale in natura per il quale molte varietà tenderanno a perpetuarsi a scapito delle specie genitrici e così dare l'avvio a ulteriori variazioni che si allontaneranno sempre più dal tipo originale, e che [tale principio] possa altresì produrre, negli animali domestici, la tendenza delle varietà a ritornare alle forme genitrici.<sup>435</sup> (A. R. Wallace, *On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type*)

Avendo già da tempo negato che la creazione divina potesse essersi svolta tramite un unico intervento ultraterreno iniziale, rimanevano valide tre diverse ipotesi. Da un lato le specie potevano essere create di volta in volta tramite atti soprannaturali mirati (creazione speciale), dall'altro poteva essere in azione una qualche forza creatrice naturale ancora sconosciuta, infine le specie potevano trasformarsi nel tempo e nuove specie nascere da specie antecedenti. In mancanza di prove, la scelta tra le diverse ipotesi era principalmente argomento di fede, tuttavia per gli uomini razionali, ad esempio Herschel e Babbage come abbiamo visto nel capitolo 13, era solo questione di tempo e ricerca. Se si fosse trovata una spiegazione naturale esauriente, perché rigettarla?

Nella prima metà del secolo XIX la terza ipotesi non aveva ricevuto grande credito. I tempi non erano maturi e la teoria di Lamarck, l'unica espressa in maniera compiuta, sembrava priva di fondamenta razionali. Quando arrivò la teoria di Wallace e Darwin, invece, il *mistero dei misteri* sembrò risolto e nel giro di pochi decenni tutti i biologi divennero evoluzionisti, seppure con molte distinzioni.

La teoria di Wallace e Darwin aveva il pregio di essere semplice, razionale, logica e di accordarsi bene con molte osservazioni compiute in Natura. Inoltre, anche se non perfetta, aveva solide basi per essere adeguatamente corretta e sviluppata. Nondimeno, quella che Darwin chiamò *la mia teoria*, in realtà era un complesso di idee, di concetti (come discendenza comune, gradualità, selezione naturale, ecc.) così che, accettando l'idea evolutiva in quanto tale non necessariamente si dovevano sottoscrivere le altre. Ad

---

<sup>435</sup> A. R. Wallace, 1858, *op. cit.*

esempio Thomas Huxley era d'accordo sul concetto di discendenza comune, ma scettico sul gradualismo.<sup>436</sup> Anzi lo stesso Huxley pensò che Darwin si fosse fatto carico di una inutile difficoltà nel sostenere che la selezione naturale lavorava sempre lentamente e gradualmente. Secondo la sua opinione l'evoluzione poteva benissimo procedere attraverso salti repentini in qualsiasi momento.<sup>437</sup>

### 16.1 L'arrivo della teoria

Prima della pubblicazione delle idee di Darwin e Wallace la biologia aveva compiuto numerosi passi avanti. Stavano infatti nascendo alcune concezioni innovative, raccolte da scienziati quali gli inglesi Richard Owen e William B. Carpenter, il tedesco Heinrich G. Bronn, lo svizzero François J. Pictet de la Rive.<sup>438</sup>

Owen, ad esempio, per quanto riguardava i vertebrati, confermò l'unità del piano corporeo di Geoffroy e nel 1848, produsse un saggio molto esplicativo dal titolo *On the Archetype and Homologies of the Vertebrate Skeleton*<sup>439</sup> [L'archetipo e le omologie degli scheletri dei vertebrati] illustrato successivamente nel libro *On the Nature of Limbs*<sup>440</sup> [Sulla natura degli arti]. Owen aveva capito che, nel confrontare le diverse parti del corpo, era necessario fare una distinzione tra analogie ed omologie. Al contrario di Geoffroy chiamò

«Analogo» - Un organo o una parte di un animale che ha la stessa funzione di un altro organo o parte in un animale differente. «Omologo» - Lo stesso organo in differenti animali, organo che può avere qualsiasi forma o funzione.<sup>441</sup>

Owen portò ad esempio il confronto tra il drago volante e l'uccello. Il drago volante è un rettile simile ad una lucertola ma con due sottili lamine ai lati del tronco. Queste lamine, che possono essere aperte o chiuse e sono sorrette dall'eccezionale prolungamento delle costole, funzionano come un'ala o come un paracadute permettendo brevi voli. Ebbene, le ali dell'uccello erano analoghe alle lamine in quanto avevano la stessa funzione, mentre erano omologhe alle zampe anteriori del drago volante in quanto ali e zampe erano formate dalle stesse ossa (anche se, ovviamente, di diversa forma e lunghezza).

Erano molti gli indizi che indicavano la stretta parentela degli esseri viventi: il registro fossile mostrava un andamento progressivo (più si andava indietro nel tempo e maggiori erano le differenze tra animali estinti e animali viventi), inoltre le diverse epoche erano state dominate prima dagli invertebrati e poi dai pesci, dai rettili e dai mammiferi, infine le forme antiche erano meno complesse di quelle moderne. Sembrava esserci una sorta di evoluzione che andava dal semplice al complesso anche se alcuni fenomeni contraddicevano questa tendenza, come i molluschi e i radiati antichi che sembravano più altamente organizzati rispetto agli odierni, o come la successione delle specie che non era affatto lineare. Negli strati

<sup>436</sup> E. Mayr, 1994, *op. cit.*, p. 49-50

<sup>437</sup> D. Young, *The Discovery of Evolution*, Cambridge University Press, 1992, p. 151

<sup>438</sup> Richard Owen (1804-1892); William Benjamin Carpenter (1813-85); Heinrich Georg Bronn (1800-1862); François Jules Pictet de la Rive (1809-72).

<sup>439</sup> R. Owen, *On the Archetype and Homologies of the Vertebrate Skeleton*, Richard and John E. Taylor, 1848

<sup>440</sup> R. Owen, *On the Nature of Limbs*, John Van Voorst, Paternoster Row., 1849

<sup>441</sup> R. Owen, 1848, *op. cit.*, p.7

fossili, ad esempio, non si riscontravano prima i pesci e poi i rettili, ma i rettili comparivano dopo i pesci più antichi e prima dei pesci più recenti. I pesci antichi avevano alcune caratteristiche che rimanevano nei pesci recenti ma non nei rettili ed altre caratteristiche che rimanevano nei rettili ma non nei pesci recenti. Questa situazione era generalizzata ed evidenziava il fatto che i fossili degli organismi antichi avevano delle caratteristiche che si trovavano presenti, in epoche successive, in specie diverse. Pictet, riassunse queste osservazioni nel suo *Traité élémentaire de paléontologie*<sup>442</sup> [Trattato elementare di paleontologia] dicendo che le specie seguivano un andamento in successione: molte sembravano essere una trasformazione di forme preesistenti, mentre altre sembravano essersi originate *ex novo*.

Come si capisce anche dalla difficoltà nel descriverla con parole semplici, la conoscenza di quei tempi presentava ancora molti interrogativi, ma quando Wallace e Darwin spiegarono che le specie fossili potevano essere messe in relazione pensando a collegamenti simili ad un albero, tutto divenne chiaro. Come i rametti di un albero si riunivano in rami sempre più grossi fino ad arrivare al tronco, così alcune specie (i rametti) attualmente distinte, in passato avevano un antenato comune (il ramo progenitore). Questo antenato, a sua volta aveva un predecessore comune che divideva con l'antenato di altre specie (un ramo un po' più grosso) ... e così via. Procedendo a ritroso nel tempo si evinceva che in origine doveva essere esistito un unico capostipite (il tronco).

Lette sotto questa luce, le osservazioni paleontologiche diventavano straordinariamente comprensibili, ma per apprezzare pienamente la logica del discorso evolutivo, bisognava liberarsi dal credo, pressoché unanime fra i biologi predarwiniani, che le specie nascessero per atti creativi. E per atti creativi non si intendevano solo le azioni divine. Per Bronn, ad esempio, la *forza creativa* non era da considerarsi una *creazione speciale*, ma una forza naturale probabilmente simile alla forza gravitazionale o alla affinità chimica.

L'aumento di complessità della Natura concepita dai predarwiniani, quindi, proprio perché basata su nascite improvvise, non poteva essere graduale, ma doveva procedere a balzi. Probabilmente Dio, o la Natura, aveva inizialmente progettato alcuni archetipi che poi utilizzava, modificati, quando creava un animale per adattarlo ad un certo ambiente e con un certo modo di vita.

La logica di questo discorso, però, non reggeva in pieno. Come mai, ci si chiedeva, Dio, o la Natura, aveva creato animali diversi in luoghi simili e animali simili in luoghi diversi? Questa fondamentale domanda continuava ad assillare Wallace durante la sua permanenza nell'arcipelago indonesiano. Come abbiamo visto nel capitolo scorso, egli aveva notato che le isole del Borneo e della Nuova Guinea, nonostante fossero vicine e simili dal punto di vista vegetazionale e climatico, ospitavano una fauna molto diversa. Al contempo la Nuova Guinea e l'Australia, altrettanto vicine ma molto diverse dal punto di vista vegetazionale e climatico ospitavano specie simili.

## **16.2 La legge di Wallace sulla distribuzione delle specie**

Finalmente, all'inizio del 1855, Wallace risolse la questione e scrisse il già citato articolo *Sulla legge che ha regolato l'introduzione di nuove specie* dove evidenziava che la progressione delle specie nel tempo

---

<sup>442</sup> F. J. Pictet, *Traité élémentaire de paléontologie*, Langlois et Leclerq, 1846



non procedeva a balzi, ma si sviluppava gradualmente seguendo i lenti cambiamenti geologici sostenuti da Lyell. E fu proprio l'assonanza delle sua legge biologica con l'attualismo e l'uniformitarismo di Lyell che, molto probabilmente, spinse Wallace a inviare al geologo il suo scritto prima di pubblicarlo.

Wallace aveva notato un parallelismo fra la distribuzione delle specie nello spazio (biogeografia) e la distribuzione nel tempo (stratificazione paleontologica). In entrambe una nuova specie appariva solo a fianco di una specie molto simile, vale a dire una specie affine o, secondo la sua locuzione, *a closely allied species* [una specie strettamente correlata]. Ad esempio, geograficamente i grandi gruppi (le classi e gli ordini) erano generalmente diffusi in tutto il pianeta, mentre i raggruppamenti più piccoli (come le famiglie e i generi) erano spesso confinati in zone molto limitate; geologicamente le specie di un genere -o i generi di una famiglia- che si trovavano nello stesso tempo geologico erano più strettamente collegate di quelle separate nel tempo.

Dalle osservazioni geografiche e geologiche Wallace ne ricavò la seguente legge: “ogni specie è nata nello stesso luogo e nello stesso tempo di una specie preesistente strettamente correlata”, legge che spiegava molti dubbi fra i quali il sistema delle affinità naturali, la distribuzione degli animali e delle piante nello spazio e nel tempo, il fenomeno degli organi rudimentali.

E' bene, però, fare una precisazione. Nonostante Wallace utilizzasse spesso il verbo *creare* non vi è dubbio che ravvisasse esclusivamente il funzionamento di una legge naturale nell'origine delle specie. Innanzitutto nella enunciazione della sua legge non parla di creazione ma, relativamente alla nascita di una specie, utilizza la frase “... has come into existence ...” [è arrivata all'esistenza] e poi in inglese non esistono verbi come nascere o originare. Il verbo *to bear* (da cui l'uso del participio passato *born*) ha, infatti, il significato di *portare*, e *to be born* significa letteralmente *essere portato*. Neppure Darwin poté esimersi dall'uso del verbo *to create* anche se lo impiegò con estrema attenzione. Questa è la ragione del perché nel mondo anglosassone, più che in Italia, è di uso comune il verbo *creare*, senza, per questo, voler coinvolgere alcun essere soprannaturale.

Tornando alla metà del secolo XIX, il ragionamento di Wallace non passò certo inosservato a Lyell e ai suoi amici i quali, nell'aprile 1856, conclusero: “il credo che le specie siano permanenti, fisse ed invariabili, e che tutti gli individui discendano da singoli genitori o da protoplasti sta venendo meno.”<sup>443</sup> La soluzione del *mistero dei misteri* era ormai ad un passo e Darwin rischiava di perderne la primogenitura proprio perché il passaggio da *specie strettamente correlate* a *specie apparentate* era molto breve e Wallace era sulla strada giusta.

### **16.3 La lettera di Darwin ad Asa Gray**

Dopo la pubblicazione della legge di Wallace, un Darwin ancora una volta titubante scrisse una lettera ad Asa Grey (il 5 settembre 1857) per chiedergli un consiglio sulle sue riflessioni che condensò in poche righe allegate. Quella lettera, ufficializzata dal timbro postale, si rivelò la sua fortuna perché rimase l'unico documento indiscusso che gli permise di condividere con Wallace la paternità dell'idea della selezione naturale.

---

<sup>443</sup> Dal notebook di C. Lyell, cit. in: M. Ruse, *The Darwinian Revolution: Science Red in Tooth and Claw*, University of Chicago Press, 1999, p. 202

Darwin iniziò l'allegato col parlare della selezione artificiale, ovvero la creazione di razze animali e vegetali da parte dell'uomo attraverso l'alternanza di selezioni ed incroci appropriati di quegli individui che possedevano caratteristiche utili. Poi suppose l'esistenza di un essere che poteva vedere (e quindi selezionare) tutte le caratteristiche degli organismi da modificare. Costui poteva giocare con le lievi variazioni occasionali che contraddistinguevano i singoli esseri viventi e, in un tempo pressoché illimitato a disposizione, poteva creare tutte le varietà che desiderava. Il meccanismo che adottava, detto *Selezione Naturale*, era dotato di un potere infallibile, tanto da operare esclusivamente per il bene dell'organismo. Se, disse Darwin, tutti gli organismi avevano un ritmo di procreazione tanto elevato da occupare l'intero pianeta se si fossero potuti riprodurre liberamente ma rimanevano pressoché costanti in numero, significava che la selezione naturale era costantemente all'opera. Quando poi cambiavano le condizioni ambientali la lotta per l'esistenza permetteva agli "individui con qualche lieve variazione utile a qualche settore della loro economia" di avere "una migliore probabilità di sopravvivere e di riprodurre la loro struttura nuova e leggermente diversa". Esaurita molto brevemente la riflessione sulla selezione naturale, Darwin scrisse di un altro *principio*, che chiamò *divergenza*, il quale assumeva, secondo l'opinione del naturalista, un ruolo importante nell'origine delle specie. Siccome uno stesso territorio era in grado di sostenere un maggior numero di organismi se occupato da forme molto diverse, allora si poteva affermare "che ogni organismo riproducendosi così rapidamente si sforzi al massimo per aumentare di numero". Darwin continuò dicendo che

[...] i discendenti varianti di ciascuna specie cercheranno (solo pochi vi riusciranno) di impossessarsi del maggior numero possibile di luoghi più diversi nell'economia della natura. Ogni nuova varietà o specie, appena formata, andrà di solito a sostituire i genitori meno adattati e li sterminerà.

Infine Darwin concluse il suo allegato citando la ramificazione ad albero del mondo vivente:

[...] sembra che gli organismi si ramifichino più volte come i rami di un albero dal un tronco comune, con i ramoscelli più vigorosi e divergenti che distruggono quelli meno robusti - e i rami morti e perduti che rappresentano i generi e le famiglie estinte.

#### **16.4 L'origine delle specie secondo Wallace**

Dopo qualche mese di relativa calma a Darwin arrivò una lettera di Wallace con, in allegato, l'articolo *Sulla tendenza delle varietà a divergere indefinitamente dal tipo originale*.<sup>444</sup> Scritto nel marzo 1858, questo articolo esprimeva in maniera chiara il meccanismo della selezione naturale nella origine di nuove specie.

Wallace, innanzitutto, puntava l'attenzione sulla comune convinzione che le varietà, sia domestiche che osservate allo stato di Natura, tendevano a formarsi ma a scomparire presto ritornando al tipo originale. Questa caratteristica, invocata dai fissisti come un modo efficace di preservare i confini tra specie e specie, era, secondo Wallace, una falsa credenza. Quell'articolo aveva proprio lo scopo di dimostrare il contrario ovvero che, in Natura, esisteva un principio generale

---

<sup>444</sup> La versione storica convenzionale riporta che Wallace ebbe l'intuizione nel marzo 1858 e scrisse subito a Darwin. Generalmente la posta impiegava due mesi, o poco meno, per arrivare in Inghilterra ma a Darwin arrivò solo 3 mesi dopo (il 18 giugno 1858). Su questo punto, come abbiamo visto, si dibatte sulla primogenitura della teoria.

per il quale molte varietà tenderanno a perpetuarsi a scapito delle specie genitrici e così dare l'avvio a ulteriori variazioni che si allontaneranno sempre più dal tipo originale, e che [tale principio] possa altresì produrre, negli animali domestici, la tendenza delle varietà a ritornare alle forme genitrici.<sup>445</sup>

Dopo aver spiegato la lotta per l'esistenza dove gli organismi profondevano tutti i loro sforzi per sopravvivere essi stessi e la loro prole, Wallace fece presente come fosse errato il credo comune che la quantità di individui in una specie dipendesse dalla loro fecondità. Non era vero che le specie più diffuse avessero, in media, un numero maggiori di figli. Scrisse:

Anche l'animale meno prolifico aumenterebbe rapidamente di numero se non fosse arginato, d'altra parte è evidente che la popolazione animale del globo deve essere stazionaria, o forse, a causa della influenza dell'uomo, decrescente.<sup>446</sup>

Perché, si chiese allora, c'erano animali che avevano tanti figli se molti di loro erano destinati a perire prima ancora di raggiungere l'età riproduttiva? E perché il piccione era così abbondante nonostante depositasse molte meno uova di altri uccelli? "La spiegazione non è difficile", scrisse. Bastava pensare al fatto che il cibo di questa specie era abbondantemente distribuito in una regione molto ampia, e che l'uccello era capace di fare voli lunghi così da raggiungere senza fatica altri territori nel caso ci fosse carenza di cibo, per comprendere come la fornitura di cibo fosse molto più importante della fecondità limitata o degli "inarrestabili attacchi dei predatori e dell'uomo". Al contrario dei piccioni, molti uccelli potevano vivere solamente migrando. Quando le risorse diventavano scarse a nord per l'avvicinarsi dell'inverno, costoro si spostavano verso regioni più ospitali, con un clima mite e maggiore cibo a disposizione. Ecco perché i migratori non potevano raggiungere mai una popolazione grande. Per la stessa ragione probabilmente in Inghilterra i picchi erano scarsi mentre nei tropici erano quasi i più abbondanti tra gli uccelli solitari. Gli uccelli acquatici e specialmente quelli di mare, al contrario, erano molto numerosi non perché fossero più prolifici di altri, ma perché non soffrivano mai la mancanza di cibo visto che le spiagge e le rive venivano costantemente rifornite di molluschi e crostacei sempre freschi.

Se da un numero enorme di nuovi nati in pochi arrivavano alla maturità e alla vecchiaia voleva dire che per tutti valeva una ferrea legge della sopravvivenza. Questa *lotta per l'esistenza*, come lo stesso Wallace la definì inserendola fra virgolette, valeva sia tra specie e specie che all'interno della stessa specie dove i singoli individui erano in competizione tra loro. Periva quello più debole (il molto giovane, il vecchio, il malato) mentre sopravvivevano quelli "più perfetti in salute e in vigore", quelli che riuscivano a procurarsi il cibo regolarmente e ad evitare i numerosi nemici.

Essendo leggermente diversi gli uni dagli altri, era evidente che alcuni individui erano maggiormente adatti all'ambiente rispetto agli altri. Il loro aumento percentuale nella popolazione dipendeva sia dal fatto che la loro prole era più vitale in quanto anch'essa dotata delle caratteristiche di adattamento dei genitori, sia perché gli individui meno adatti perivano e, comunque, davano origine ad una prole meno vitale.

---

<sup>445</sup> A. R. Wallace, 1858, *op. cit.*

<sup>446</sup> In questa frase Wallace mostra la sua lungimiranza riguardo l'impatto umano sulla Natura. Una questione di estrema importanza per la filosofia ambientale.

Questa loro superiorità era ancora più evidente quando le condizioni ambientali peggioravano (siccità, calamità naturali, aumento dei predatori ecc.) e la lotta per l'esistenza si faceva ancora più dura. La conseguenza era che all'interno di una specie si andavano a creare delle varietà superiori che, col tempo, estirpavano le specie originali. Queste nuove varietà avrebbero poi dato origine a nuove specie che, a loro volta, avrebbero subito la pressione selettiva ambientale e il ciclo si sarebbe ripetuto indefinitamente. Questo continuo agire di adattamento e lotta per l'esistenza spiegava anche il perché le razze domestiche erano instabili e, se di nuovo immesse in Natura, sarebbero perite o, al massimo, sarebbero tornate allo stato iniziale.

Nel suo articolo Wallace si preoccupò di sottolineare come l'ipotesi evolutiva di Lamarck era sbagliata e sostanzialmente diversa da quella che ora veniva proposta. La giraffa non aveva acquistato il lungo collo perché desiderava raggiungere il fogliame dei cespugli più alti, ma perché una qualsiasi varietà di giraffa che nasceva con un collo più lungo si sarebbe assicurata una migliore qualità di cibo e sarebbe sopravvissuta a quelle dal collo corto qualora si fosse verificata una situazione con scarsità di cibo.

### **16.5 Le letture del 1 luglio 1858**

Come più volte ricordato, il primo luglio 1858, davanti ad una platea poco interessata, vennero letti i documenti sopra riassunti oltre ad alcune riflessioni di Darwin risalenti al lontano 1839. Dal confronto non poteva sfuggire la diversa caratura degli interventi. Quello di Darwin, senz'altro limitato in quanto volutamente sintetico, risultava anche nebuloso e confuso. Parlava sì di selezione naturale, ma lo faceva in maniera generica quasi che il naturalista inglese non avesse colto la sua reale importanza. Ed infatti non la evidenziò quale principale responsabile nell'origine di nuove specie. Nonostante nella lettera ad Asa Gray fosse scritto: "Allego [...] il più breve riassunto delle mie idee sui mezzi coi quali la Natura origina le sue specie", in realtà nell'allegato non specificò che la selezione naturale fosse un mezzo per tale origine come invece fece per l'altro *principio*, quello della *divergenza*. Lasciando molto all'immaginazione, Darwin sembrava chiedere ad Asa Gray buoni spunti di riflessione, quasi non ne avesse abbastanza. Al contrario della lettera di Darwin, l'articolo di Wallace era molto preciso, puntuale e innovativo, dimostrando che quest'ultimo aveva una chiara consapevolezza della tesi sostenuta. In ultimo è importante osservare come Darwin scrisse che la selezione naturale operava "per il bene di ogni essere organico", frase priva di senso obiettivo, mentre Wallace non avanzava alcuna considerazione speculativa ma si limitava a riportare, quasi asetticamente, il funzionamento meccanico della selezione naturale.

Ovviamente i due documenti, proprio perché scritti con diverse finalità (una lettera ad un collega, un articolo scientifico), sono difficilmente comparabili, tuttavia, data la realtà dei fatti, non possiamo che schierarci con coloro i quali dubitano che Darwin avesse ben compreso i molteplici aspetti della selezione naturale prima di leggere l'articolo di Wallace. Non solo la lettera ad Asa Gray era scritta malissimo (come riconobbe Darwin nella sua *Autobiografia*) ma denotava anche una certa incertezza riguardo l'importanza della selezione naturale nella origine di nuove specie. Il titolo del libro che stava scrivendo sarebbe stato *Selezione naturale*, titolo generico e senza nessun richiamo alla nascita di nuove specie! Secondo noi Darwin non aveva in mente un quadro chiaro del funzionamento della evoluzione per selezione naturale. E non convince neppure la frase nella *Autobiografia*:

Trassi un vantaggio notevole dal ritardo che subì la pubblicazione tra il 1839, quando la teoria viene concepita con chiarezza, e il 1859; non ci rimisi niente, perché mi curai ben poco se venisse attribuita maggiore originalità a me o a Wallace; e non c'è dubbio d'altra parte che il saggio di quest'ultimo favorì l'accoglimento della teoria.

La titubanza a rendere pubbliche le sue idee sembra nascere proprio dalla mancanza di chiarezza, cosa di cui Wallace, quando arrivò a scoprire il *mistero dei misteri* non era affatto carente. Se Darwin fosse arrivato alle stesse conclusioni di Wallace avrebbe potuto scrivere un articolo scientifico sulla selezione naturale senza temere per la sua reputazione di scienziato!

Lasciando da parte le frasi dette in privato e i discorsi successivi, ma basandoci unicamente sui documenti certificati, siamo portati a pensare che la paternità dell'idea dovrebbe essere data prima a Wallace e poi a Darwin. Crediamo che sia rimasto il solo vecchio Darwin -con la lunga barba bianca- nell'immagine collettiva come icona rappresentativa dell'evoluzione soprattutto per la validità, la completezza e l'enorme successo del suo libro *l'Origine* oltre al non trascurabile fatto che il rango sociale del naturalista di Shrewsbury (visti gli antenati e le amicizie politiche oltre che accademiche) ebbe certamente un peso.

Non va dimenticato, in ultimo, che lo stesso Wallace riconobbe a Darwin la primogenitura. E non ci riferiamo al fatto che Wallace parli di *darwinismo*, come esplicita nel libro omonimo<sup>447</sup> scritto nel 1889 quando il termine si riferiva ad un complesso di idee e di speculazioni. Ci lascia perplessi leggere frasi come queste: “[...] la celebrata teoria della «Selezione Naturale» di Mr. Darwin [...]” scritte di prima mano da Wallace.<sup>448</sup> E' probabile che lo stesso Wallace fosse convinto di non essere stato il primo a idearla.

## **16.6 Sul volume “L'origine delle specie”**

Dopo quel primo luglio, Darwin si apprestò a concludere (finalmente) il suo tanto nominato libro. Dopo 13 mesi e 10 giorni di duro lavoro,<sup>449</sup> nel 1859, concluse il suo *lungo ragionamento*<sup>450</sup> che venne pubblicato col titolo de: *L'origine delle specie per mezzo della selezione naturale, o la preservazione delle razze favorite nella lotta per l'esistenza*.<sup>451</sup> Fu subito un successo. Lo stesso Darwin, nella sua autobiografia, ricordò che la prima edizione stampata in 1250 copie fu esaurita lo stesso giorno della pubblicazione, le 3000 copie della seconda edizione vennero finite poco dopo, mentre nel 1876 se ne erano già vendute 16000 copie nella sola Inghilterra oltre a quelle tradotte e immesse sul mercato di quasi tutti i paesi europei.

Il successo, meritato, era da imputare a diversi fattori, il più importante fu lo stesso per il quale ancor oggi ne parliamo: presentava un quadro del mondo vivente totalmente diverso da quello che la nostra visione tradizionale ci insegnava e lo faceva in maniera così convincente, così reale, che solo chi non voleva vedere non vedeva. Il libro non si presentava con arroganza. Al contrario, la sua prosa moderata,

---

<sup>447</sup> A. R. Wallace, *Darwinism. An Exposition of the Theory of Natural Selection with Some of its Applications*, Macmillan and Co., 1889

<sup>448</sup> A. R. Wallace, *The Origin of Human Races and the Antiquity of Man Deduced from the Theory of «Natural Selection»*, J. of the Anthropological Society of London, Vol. 2, 1864, pp. clix

<sup>449</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 1009

<sup>450</sup> Così Darwin chiamò la sua teoria

<sup>451</sup> C. Darwin, 1859, *op. cit.*

volta al ricercare la verità con la ragione piuttosto che porsi in cattedra, ebbe il pregio di avvicinare e appassionare una grande schiera di persone, dai professionisti più accreditati agli uomini più semplici. L'analisi certosina di tutti gli aspetti che la teoria andava a toccare, l'elenco senza veli delle debolezze, le risposte alle possibili obiezioni che sarebbero arrivate, furono la vera forza del trattato.

### **16.7 L'origine delle specie per selezione naturale**

Storicamente, di *selezione naturale* si era già parlato in diverse occasioni. Ne avevano parlato il proprietario terriero scozzese Patrick Matthew<sup>452</sup> nel 1831 e lo zoologo inglese vissuto per molto tempo in India, Edward Blyth<sup>453</sup> nel 1835. Prima di loro, tuttavia, a parlarne in modo esplicito fu il medico William C. Wells<sup>454</sup> nel 1813 ma solo limitatamente all'uomo e ad alcune caratteristiche, come le stesso Darwin riconobbe nella prefazione della *Origine*. Così scrisse Darwin:

Nel 1813 il dr. W.C. Wells lesse davanti alla Royal Society «Un resoconto di una femmina bianca, la cui pelle in parte ricorda quella di un negro»; ma questo elaborato non fu pubblicato fino al suo famoso «Due saggi sulla rugiada e sulla singola visione» apparso nel 1818. In quello scritto egli riconosce distintamente il principio di selezione naturale, ed è questa la prima individuazione che è stata indicata; ma egli la applica solo alle razze umane, e solo a determinati caratteri.<sup>455</sup>

Per capire appieno la teoria della selezione naturale di Darwin era necessario raggiungere la consapevolezza che alcuni fenomeni erano presenti ovunque in Natura e che lavoravano in sincronia. In sintesi era importante capire che:

1) Osservazioni: Le popolazioni tendono naturalmente ad aumentare ad un tasso esponenziale, ma rimangono pressoché costanti al passare del tempo. Molti individui muoiono mentre pochi sopravvivono e si riproducono. Considerazione: La lotta per l'esistenza è reale anche tra individui della stessa specie.

2) Osservazione: C'è una grande variabilità all'interno delle specie. Considerazione: Gli individui con adattamenti più consoni all'ambiente sopravvivono e si riproducono.

3) Osservazione: Le caratteristiche dei genitori passano alla prole; si accumulano nel tempo e sono stabili. Considerazioni: Le caratteristiche individuali che si dimostrano vantaggiose si selezionano. Nel tempo, sempre più individui (percentualmente) nella popolazione le possiedono. Ovvero, le caratteristiche individuali vantaggiose si presentano con sempre maggiore frequenza nella popolazione.

4) Osservazione: Le condizioni ambientali variano. Considerazione: Il processo di variazione all'interno delle specie ne viene agevolato e, in pratica, ne è il motore.

5) Dai punti 1-4 ne discende che: al passare del tempo i nuovi individui e nuove popolazioni danno origine a nuove specie; nuove specie a nuovi generi, nuovi generi a nuovi ordini e così via in un processo che ricorda la ramificazione di un albero.

Il primo punto non presentava nulla di strano. Il fatto che le specie producessero un numero di figli molto superiore al necessario era noto già dai tempi di Linneo che lo aveva esplicitato nella sua idea di

---

<sup>452</sup> Patrick Matthew (1790-1874)

<sup>453</sup> Edward Blyth (1810-1873)

<sup>454</sup> William Charles Wells (1757-1817)

<sup>455</sup> Darwin C., 1859, *op. cit.*, Prefazione

colonizzazione del mondo.<sup>456</sup> Inoltre il reverendo Malthus ne aveva addirittura tratto una legge di economia per quanto riguardava gli esseri umani. Ma mentre Linneo pensava che questa sovrabbondanza fosse necessaria per la colonizzazione di nuovi territori in tempi rapidi, l'originalità di Darwin e Wallace fu nella intuizione (geniale) che essa servisse alla selezione naturale; e la *lotta per l'esistenza* era una realtà anche tra gli individui della stessa specie.

Il secondo punto, ovvero quello relativo alla grande variabilità all'interno delle specie, era tutt'altro che scontato. La quasi totalità dei biologi del tempo credeva erroneamente che la variazione fosse in un certo qual senso accidentale e quindi che fosse rara, trascurabile e che non avesse alcun effetto sull'adattamento all'ambiente dei diversi individui. Come detto in precedenza, la convinzione che gli individui appartenessero ad un *tipo creato*, ben definito, toglieva loro l'attenzione a questo aspetto. Wallace e Darwin se ne resero conto grazie ai loro studi. Wallace, in quanto biologo *sui generis*, la vedeva ogni giorno (egli infatti, per lavoro, doveva raccogliere, osservare e catalogare giustamente tanti individui della stessa specie), Darwin se ne accorse solo tardivamente e grazie al lungo studio sui cirripedi conclusosi nel 1854 (nel saggio del 1844, infatti, aveva argomentato che la variazione dipendeva dai disturbi ambientali esterni).

Il terzo punto, ovvero che le caratteristiche dei genitori passavano alla prole, si accumulavano nel tempo ed erano stabili, veniva confermato genericamente dall'osservazione della somiglianza dei figli ai genitori e ai nonni, ma scientificamente non era provato. Wallace lo considerò un fatto assodato, e questa fu una sua manchevolezza, mentre Darwin lo considerò un punto da trattare con meticolosità trovando nell'esempio degli allevatori, con la loro selezione delle razze pure, una conferma empirica. Che, poi, le caratteristiche individuali che si dimostravano vantaggiose si selezionassero dando vita alla selezione naturale, fu la considerazione chiave di entrambi, prima di Darwin e poi di Wallace.

Sul punto quattro si può notare che l'osservazione *le condizioni ambientali variano* era un fatto indiscutibile mentre la considerazione successiva (*il processo di variazione all'interno delle specie ne viene agevolato e, in pratica, ne è il motore*) può essere dibattuta. Che il variare delle condizioni ambientali porti al variare delle caratteristiche degli individui, era ovvio, e sia Darwin che Wallace ne furono pienamente consapevoli. Che, invece, possa esserci una variazione nelle specie in mancanza (ipotetica) di variazioni ambientali era tutt'altro che scontato e probabilmente non era neppure pensabile dai due naturalisti inglesi. Oggi, grazie alla genetica delle popolazioni, sappiamo che si verificano variazioni nelle frequenze geniche a seguito delle semplici leggi statistiche di probabilità. Ad esempio, quando un gene è poco rappresentato in una popolazione può essere facilmente perso.

Infine il Punto cinque: la considerazione fondamentale che risolse il *mistero dei misteri*. Sia Wallace che Darwin avevano contribuito a mettere assieme le varie tessere costituite dalle osservazioni e delle considerazioni pur se con una prevalenza dell'uno sull'altro nei diversi punti, come si può notare dall'ordine in cui ho scritto, di volta in volta, i loro nomi. Il mosaico era concluso: la sequenza degli eventi menzionati dai punti 1-4 portava alla origine di nuove specie e Wallace dimostrò di averne compreso per primo la portata generale.

---

<sup>456</sup> Cfr. cap. 6: Geologia, fossili e storia della Terra

Il risultato del processo evolutivo era assai vario a seconda delle situazioni che, di volta in volta, si venivano a creare. Innanzitutto potevano presentarsi variazioni vantaggiose, indifferenti o svantaggiose in un ampio ventaglio di mescolanze e possibilità. A volte le variazioni erano così vantaggiose che i nuovi individui si discostavano via via dai predecessori dando origine ad una nuova specie. Altre volte in una specie alcuni individui presentavano determinati vantaggi per una certa situazione ambientale (o un certo modo di vita) mentre altri individui nascevano con caratteristiche più adatte ad una situazione ambientale differente (o ad un altro modo di vita) così che, col tempo, si venivano a creare due popolazioni che divergevano fino a trasformarsi in specie distinte e sostituivano la specie ancestrale. Altre volte ancora, la specie ancestrale poteva continuare ad esistere mentre una parte di essa divergeva trasformandosi in un'altra specie. E così via. Il tutto ricordava il ramificarsi di un albero. Nel primo caso il ramo cresceva in una unica direzione, nel secondo caso si biforcava in due rametti uguali, nel terzo caso il ramo principale continuava a crescere mentre nasceva un ramo laterale. Ulteriori possibilità erano sempre possibili, come le estinzioni di specie senza loro sostituzione, ramificazioni più complesse ecc..

Era un vero e proprio *uovo di Colombo*. Il quadro della teoria poteva essere, così, riassunto: siccome nascono molti più individui del necessario per il proseguimento di una specie, tutti diversi gli uni dagli altri, e siccome le risorse sono limitate, ne segue che solo alcuni possono sopravvivere. Nella lotta per l'esistenza hanno la meglio coloro i quali possiedono caratteristiche più consone all'ambiente. Questi individui danno vita ad una discendenza maggiormente in grado di sfruttare le varie opportunità ecologiche. Tra la stessa discendenza la selezione naturale favorisce la sopravvivenza degli individui più adatti, in un processo senza fine che vede l'accumularsi di variazioni su variazioni. Col tempo si vengono a creare delle popolazioni di individui diversi nella loro struttura che possono divergere dai predecessori andando a costituire una nuova specie. Con questo meccanismo si vengono ad originare specie strettamente correlate (*closely allied species*) che, per forza di cose, sono vicine nel luogo e nel tempo. Continuando nel processo di selezione naturale e divergenza, alcune specie si estinguono ed altre danno origine a nuove specie in un modello che ricorda le ramificazioni di un albero.

### **16.8 Teoria e teleologia**

La selezione naturale di Darwin operava senza alcuno scopo, né gli organismi operavano delle scelte. Su questo punto nacquero parecchie incomprensioni e fraintendimenti. Lo stesso Darwin sembrava alimentare, in alcuni passaggi, questa convinzione, come nella lettera ad Asa Gray dove la paragonò ad un essere che poteva vedere e selezionare, operava sempre per il bene dell'organismo ed era dotato di un potere infallibile. Per fare piena luce su questo punto Darwin intervenne nella VI° edizione della *Origine* ed in particolare, dopo il primo paragrafo del IV capitolo dedicato alla selezione naturale, aggiunse questo importante passaggio:<sup>457</sup>

Parecchi autori hanno mal compreso il termine selezione naturale, o hanno sollevato obiezioni contro di esso. Alcuni hanno addirittura pensato che la selezione naturale provochi la variabilità, mentre invece determina soltanto la conservazione di quelle variazioni che si verificano e che sono benefiche per

---

<sup>457</sup> C. Darwin, "Origine", VI° edizione aggiunta dopo il primo paragrafo all'inizio del capitolo IV sulla selezione naturale.



l'organismo nelle sue condizioni di vita. Nessuno solleva obiezioni contro i coltivatori che parlano della potente influenza della selezione dell'uomo; e in questo caso le differenze evitate dalla natura, che l'uomo seleziona in vista di qualche scopo, dovranno necessariamente verificarsi preventivamente. Altri hanno obiettato che la parola selezione implica una scelta cosciente da parte degli animali che si modificano; e si è persino arrivati a dire che, siccome i vegetali non hanno una volontà, la selezione naturale non è applicabile ad essi! Indubbiamente, il termine «selezione naturale», preso alla lettera è una improprietà; ma chi ha mai sollevato obiezioni contro i chimici perché parlano di affinità elettive tra i vari elementi? Eppure, a stretto rigore, non si può dire che un acido scelga la base con cui si combinerà preferenzialmente. È stato detto che io parlo della selezione naturale come di un potere attivo della Divinità; ma chi solleva obiezioni contro uno scrittore che dica che l'attrazione di gravità governa il movimento dei pianeti? Chiunque sa che cosa si intende e che cosa è implicito in queste espressioni metaforiche; ed esse sono quasi necessaria per ragioni di brevità. Analogamente è difficile evitare di personificare la parola Natura; ma, con la natura, io intendo soltanto il complesso dell'azione e del risultato di molte leggi naturali e, per leggi, intendo la sequenza dei gli eventi che noi possiamo osservare. Con un po' di abitudine certe obiezioni superficiali saranno dimenticate.

### 16.9 Gradualità e teoria evolutiva

Il gradualismo di Wallace e Darwin si scontrava con il saltazionismo degli altri studiosi. A riguardo Ernst Mayr ha proposto la distinzione tra una evoluzione *trasformativa*, una *trasmutazionale* e una *variazionale*. Per *trasformativa* Mayr intende una evoluzione graduale di un oggetto da una condizione ad un'altra; per *trasmutazionale* una produzione di nuove specie e nuovi tipi discontinua, “in quanto creazione improvvisa di nuove essenze”,<sup>458</sup> infine quella *variazionale* prevede che in ogni generazione si producano variazioni e solo gli individui che possiedono le variazioni più adatte sono in grado di riprodursi con maggiore efficacia. In quanto studioso storico dell'evoluzione non posso evitare di notare che in realtà anche Darwin parlò di trasmutazione prima di ideare la propria teoria<sup>459</sup> e solo successivamente arrivò a pensare ad una evoluzione variazionale.

Mayr tuttavia considera l'evoluzione di Lamarck come *trasformativa*, quella dei predarwiniani come *trasmutazionale* e quella proposta da Darwin come *variazionale*.<sup>460</sup>

Così, a rigor di termini, l'evoluzione darwiniana è discontinua, perché si ha un nuovo avvio a ogni generazione, quando si produce un nuovo insieme di individui. Se nonostante ciò l'evoluzione si presenta come totalmente graduale, la ragione è che essa è *popolazione*, e dipende dalla riproduzione sessuale fra gli individui della popolazione. Questo tipo di evoluzione non tende necessariamente al progresso: è una risposta opportunistica alla situazione del momento e quindi è imprevedibile.<sup>461</sup>

Darwin diceva:

---

<sup>458</sup> E. Mayr, 1994, *op. cit.*, p. 56

<sup>459</sup> Cfr. cap. 13 e C. Darwin, *The Life and Letters of Charles Darwin*, Adamant Media Corporation, 2000, p. 370

<sup>460</sup> Intervista ad Ernst Mayr, 1999, in: <http://www.caffeeuropa.it/attualita/93genetica5.html>

<sup>461</sup> E. Mayr, 1994, *op. cit.*, p. 56-7

No, la Natura, e in particolare la natura vivente, è costituita da popolazioni di individui unici e il valore medio che noi ne estrapoliamo è un'eccezione e non un'essenza costante.



## 17 Pro e contro la teoria evolutiva

[...] attraverso un costante interazione con questi meccanismi-attribuita a una Religione Naturale [...] Possiamo, in una parola, arrivare ad una comprensione completa della Natura dalla ragione stessa per la quale abbiamo un'anima immortale.<sup>462</sup> (L. Agassiz, *An introduction to the study of natural history*)

[... Darwin ...] ha mostrato che ci sono due fattori principali nel processo dell'evoluzione: il primo è la tendenza a variare [...]; l'altro è l'influenza delle condizioni ambientali sulle quali posso identificare la forma del genitore e le variazioni che sono così evolute da essa.<sup>463</sup> (H. T. Huxley, *Lectures on Evolution*)

Le letture del primo luglio 1858 non erano sembrate degne di interesse perché quasi nessuno aveva pienamente compreso l'enorme portata che la teoria evolutiva avrebbe avuto sulla società. Nei mesi successivi e soprattutto dopo l'uscita de *l'Origine*, quando i suoi concetti basilari raggiunsero una platea vasta e diversificata, l'evoluzione divenne centrale in ogni discussione scientifica e religiosa, caricandosi, via via, di connotazioni filosofiche, sociologiche e politiche. Rimanendo per il momento entro i confini scientifici, le prime reazioni furono di sconcerto in quanto la teoria scardinava secoli di credenze. Non va dimenticato, infatti, che molti naturalisti di quel periodo, avendo un retroterra religioso, si trovarono ad affrontare un conflitto intenso fra il credo ufficiale e la ragione scientifica. Lo scetticismo iniziale venne ben presto sostituito da curiosità, poi da interesse fino ad arrivare ad un sostegno pressoché unanime. A cominciare dagli amici di Darwin (Lyell, Hooker e Huxley) i consensi si estesero a quasi tutti gli scienziati. Dopo un periodo di maturazione nelle loro menti, l'evoluzione venne accettata come un fatto certo e i biologi non poterono più farne a meno affrontando la propria attività. Solo alcuni rimasero ostili: tra questi, il vecchio insegnante di Darwin Adam Sedgwick e il naturalista svizzero Louis Agassiz che nel frattempo si era trasferito negli Stati Uniti, era diventato uno dei più influenti scienziati del tempo e continuava a confidare nella creazione speciale.

Darwin, grazie al libro e al fatto che Wallace fosse ancora nell'arcipelago indonesiano (vi rimase fino al 1862), divenne straordinariamente famoso. Mentre nel mondo accademico si discuteva delle sue idee, i giornali popolari chiacchieravano sull'enorme polverone che la teoria stava sollevando. Le recensioni de *l'Origine* si moltiplicarono mostrandosi, dapprima, molto critiche per poi ammorbidire la posizione. Pictet de la Rive, ad esempio, in uno scritto del 1860 si dichiarò titubante sostenendo che l'intero impianto della

---

<sup>462</sup> L. Agassiz, *An introduction to the study of natural history: in a series of lectures*, Greeley & McElrath, Tribune Buildings, New York, 1847, p.6

<sup>463</sup> H. T. Huxley, *Lectures on Evolution*, <http://www.gutenberg.org/etext/2629>, 1890

teoria non lo convinceva, tuttavia era anche desideroso di trovarne conferma nei suoi studi paleontologici. Come si ricorderà, lui stesso era giunto alla conclusione che alcune specie fossili sembravano derivare da specie più antiche mentre altre sembravano essersi originate *ex novo*. Lo scienziato svizzero inizialmente accettò l'evoluzione, ma unicamente all'interno dei gruppi tassonomici più grandi, dove ormai l'unità del piano era cosa certa. Solo più tardi si convinse della validità generale della teoria.

Com'era capitato a Pictet de la Rive, la ragione del consenso sempre più allargato derivava appieno dalle spiegazioni convincenti che la teoria dell'evoluzione dava ai tanti interrogativi che le singole discipline ancora si trovavano a discutere. Vediamo ora alcune argomentazioni in una breve panoramica.

### **17.1 Forme antiche e forme recenti**

La teoria evolutiva di Wallace e Darwin era ricca di risposte alle osservazioni dei paleontologi. Se andando indietro nel tempo le differenze si facevano sempre più marcate confrontando le forme attuali con i fossili più antichi, la spiegazione stava semplicemente nel fatto che tutte le specie derivavano da specie progenitrici modificate attraverso la selezione naturale che lavorava sulle variazioni. Al passare del tempo le variazioni si accumulavano e così, di conseguenza, aumentavano le differenze. Se, poi, il passaggio dalle forme antiche a quelle attuali non era lineare, ciò era dovuto al fenomeno della divergenza che poteva indirizzare la trasformazione di una specie su più binari. Relativamente al caso descritto a inizio dello scorso capitolo quando si disse del passaggio dai pesci ai rettili, la teoria di Wallace e Darwin indicava che in tempi remoti c'era stata una divergenza evolutiva dove da un lato i pesci antichi si erano trasformati in rettili e dall'altro si erano modificati nei pesci recenti.

Anche le omologie evidenziate da Owen trovavano una spiegazione esauriente nella trasformazione delle specie. Mentre le strutture analoghe si erano sviluppate da parti diverse di antenati per assolvere alla stessa funzione (le ali degli uccelli si erano sviluppate da un arto e le lamine dei draghi volanti dalle costole) le strutture omologhe derivavano dalle stesse parti presenti in un antenato comune. Così le zampe di un cane, le pinne di una foca, le ali di un pipistrello erano omologhe in quanto derivavano dall'arto di un mammifero antico, cosa resa esplicita dalla presenza di ossa simili e in egual numero (salvo fusioni, atrofizzazioni, perdite).

### **17.2 Sviluppi della paleontologia**

Nel corso del tempo la paleontologia si caratterizzò per importanti scoperte. Mano a mano che le ricerche si moltiplicavano veniva alla luce un registro fossile molto meno lacunoso di quello che preoccupava Darwin. Certo, non era così completo da tracciare l'albero evolutivo nella sua interezza, tuttavia, almeno per quanto riguardava i vertebrati, servì a delineare con sicurezza la sequenza dai pesci agli anfibi, ai rettili, ai mammiferi. Tra le ossa fossili, maggiormente significative si rivelarono quelle del cranio e dell'arto.

Nel confronto alcuni aspetti erano evidenti. Si iniziò col riconoscere una uguale disposizione delle ossa dei crani dei pesci antichi, dei primi vertebrati terrestri e quella dei rettili e dei mammiferi attuali. I crani delle specie più antiche erano massicci e presentavano solo grosse aperture in corrispondenza delle narici e degli occhi, mentre quelli dei vertebrati recenti erano molto più leggeri, ma altrettanto resistenti. Il vantaggio era chiaro: un cranio più agile permetteva un movimento più rapido dando maggiore possibilità

di sopravvivenza in un ambiente dove la competizione diventava sempre più spinta. Anche i denti si indirizzavano verso una specializzazione sempre maggiore. Mentre i pesci, gli anfibi e i rettili erano omodonti, ovvero avevano denti tutti uguali, i mammiferi erano eterodonti con incisivi atti a strappare e rodere, i canini a lacerare, i molari a tritare.

### **17.3 Le ossa dell'orecchio interno**

Rispetto al cranio (massiccio nelle specie antiche e leggero in quelle moderne) e ai denti (omodonti erano gli anfibi e rettili, eterodonti i mammiferi), altre caratteristiche sembravano avere spiegazioni contraddittorie. Forse per questo la risoluzione dei loro *misteri* ebbe un potere convincente molto forte. Come si ricorderà, nella disputa fra Cuvier e Geoffroy aveva assunto grande importanza la corrispondenza biunivoca tra le parti dei diversi tipi animali e ora, con l'avvento della teoria evolutiva, le ossa dell'orecchio divennero un argomento assai delicato in quanto assenti nei pesci e presenti nei vertebrati terrestri. Da dove derivavano tali ossa? Una prima ipotesi venne avanzata a livello embriologico e anatomico comparato già nel 1837 da Karl Reichert<sup>464</sup> e successivamente completata da Ernst Gaupp.<sup>465</sup> La teoria che ne seguì, chiamata teoria di Reichert-Gaupp in onore dei due studiosi tedeschi, venne comprovata dal fatto che l'incudine e il martello si sviluppavano dagli stessi elementi di cartilagine che nei rettili andavano a formare le ossa quadrato e articolare. Le omologie vennero confermate attraverso una comparazione meticolosa degli adulti e degli embrioni. In effetti nei rettili il timpano era connesso all'orecchio interno attraverso un unico osso, la staffa, mentre le mascelle superiore ed inferiore contenevano ossa assenti nei mammiferi, come le ossa articolare e quadrato. Nel corso dell'evoluzione dai rettili ai mammiferi tali ossa persero la loro funzione di unione della articolazione mandibolare per assumere la nuova funzione nell'orecchio medio collegandosi alla staffa ed andando a formare una catena di tre ossicini (martello, incudine e staffa; così chiamati per la loro forma) che migliorarono la funzione uditiva, fondamentale per la percezione dei suoni trasmessi nell'aria e quindi per la sopravvivenza. Era questo un ottimo esempio di exattamento [o esaptazione; *exaptation* in inglese]<sup>466</sup> ovvero l'acquisizione di una nuova funzione per una struttura selezionata e adattata per un altro compito.

### **17.4 Dai pesci ai tetrapodi: i sarcopterigi**

Anche per quanto riguardava l'arto, il passaggio dalla situazione acquatica a quella terrestre fu decisiva. Già a metà del XIX secolo Agassiz aveva compiuto uno studio dettagliato dei pesci fossili riconoscendo una distinzione che risaliva ai tempi del Devoniano (intorno ai 350 milioni di anni fa): i pesci ossei potevano suddividersi in attinopterigi (con pinne a raggi) e sarcopterigi (con pinne carnose). Mentre nei primi, che rappresentavano la maggior parte dei pesci viventi, le pinne avevano uno scheletro con pochi pezzi basali e un gran numero di raggi a sostegno della membrana, nei secondi era presente un asse scheletrico principale

---

<sup>464</sup> Karl Bogislaus Reichert (1811-1883)

<sup>465</sup> Ernst Wilhelm Theodor Gaupp (1865-1916)

<sup>466</sup> Cfr. S. J. Gould, E. S. Vrba, *Exaptation. A Missing Term in the Science of Form*, *Paleobiology*, v. 8, n. 1, 1982, pp.4-15. In italiano l'articolo è tradotto nel libro *Exaptation*, Bollati Boringhieri, 2008; Cfr. anche: S. J. Gould, C. R. Lewontin, *I pennacchi di San Marco e il paradigma di Pangloss*, Piccola biblioteca Einaudi online, [www.einaudi.it](http://www.einaudi.it), 2001

che affondava fin dentro la pinna. Qualche tempo dopo gli zoologi capirono che l'ingrossamento della pinna carnosa dei sarcopterigi avrebbe potuto portare alla formazione di un arto adatto alla locomozione. E infatti lo studio dei fossili dimostrò che i vertebrati terrestri derivarono dai sarcopterigi attraverso una modifica delle ossa interne alle loro pinne, pinne che divennero i primi arti con i quali i pesci che respiravano l'ossigeno dell'aria iniziarono a muoversi su terreni sempre più distanti dalle acque. Ai tempi di Darwin si pensava che certi sarcopterigi fossero estinti, ma nel 1938 Marjorie Courtenay-Latimer<sup>467</sup> conservatrice al Natural History Museum di East London in Sudafrica, ne scoprì uno appena pescato. Non fu, il suo, un colpo di fortuna, bensì il premio al suo buon senso di attenta ricercatrice.<sup>468</sup> Courtenay-Latimer sapeva che molte specie di quei mari erano ancora sconosciute, così aveva dato incarico ai portuali di tenere da parte tutti gli animali strani affinché potesse visionarli per il museo. Quando si trovò di fronte a quel pesce (era il 22 dicembre 1938) certo non immaginava ad un evento così straordinario. Lei stessa non seppe orientarsi: i marinai avevano pescato quella che chiamavano *una grossa lucertola di mare*, un pesce di colore blu-verdastro lungo un metro e mezzo e pesante 57.5 kg. Courtenay-Latimer inviò il reperto all'amico ed esperto James Smith<sup>469</sup> che lo analizzò e lo classificò come un pronipote dei sarcopterigi ancestrali, un celacanto a cui diede il nome di *Latimeria calumnae*. Quel fossile vivente era un esempio del passaggio dei vertebrati dalle acque alla terraferma.

Alcuni crossopterigi antenati di *Latimeria*, una volta affrancatisi dalle acque, videro la loro struttura ossea diversificarsi e trasformarsi nel tempo per diventare sempre più specializzati nella locomozione. Come è visibile comparando certi rettili, quali lucertole e coccodrilli, e certi mammiferi, quali il leone e la gazzella, i loro arti si spostarono al di sotto del corpo e mentre questo si alzava i gomiti si girarono all'indietro e le ginocchia in avanti rendendoli assai più efficienti nella corsa veloce.

### **17.5 Archaeopterix, l'anello mancante**

La teoria dell'evoluzione sembrava rispecchiare i tratti principali della storia della vita, ma era lacunosa nello specifico. Infatti prevedeva una trasformazione biologica graduale quando invece il registro fossile si mostrava discontinuo. Darwin stesso si era detto preoccupato dell'improvvisa comparsa di organismi completamente nuovi nella sequenza geologica come avevano chiaramente evidenziato paleontologi del rango di Pictet de la Rive, Sedgwick e Agassiz.<sup>470</sup> Se da un lato si poteva facilmente ribattere che le rocce non rappresentassero dei semplici depositi di materiale, dall'altro serviva una evidenza diretta che ribaltasse la questione, ovvero che non era la discontinuità del registro fossile a mettere in crisi la teoria evolutiva, quanto la teoria evolutiva ad evidenziare la complessità dei processi geologici. Sarebbe stato fondamentale trovare dei fossili con caratteristiche intermedie, i così detti *anelli mancanti*, che rendessero esplicito l'avvenuto passaggio graduale da un grande gruppo tassonomico ad un altro.

---

<sup>467</sup> Marjorie Eileen Doris Courtenay-Latimer (1907-2004)

<sup>468</sup> K. S. Thomson, *Living Fossils: The Story of the Living Coelacanth*, W.W. Norton & Company, 1991. In Italiano: *La storia del Celacanto*, Bompiani, 1993

<sup>469</sup> James Leonard Brierley Smith (1897-1968), ittologo sudafricano.

<sup>470</sup> E. Mayr, 1992, *op. cit.*, p. 376-7

Si può credere, o meno, che sia il caso a giocare un ruolo determinante nello svolgersi degli eventi, ma proprio contemporaneamente alla controversia sulla discontinuità del registro fossile si ebbe una delle scoperte più straordinarie che la storia della biologia ricordi. Nel 1860 il paleontologo tedesco Christian von Meyer<sup>471</sup> stava lavorando nei depositi di Solnhofen, nella Baviera, quando si imbattè in una impronta di penna. La trama finissima si era conservata quasi indenne al passare delle ere grazie alla particolarità di quella roccia sedimentaria composta di un calcare a grana finissima (detto calcare litografico) in grado di replicare strutture delicate con dettagli e sfumature. Ebbene il fatto straordinario riguardava quella roccia che si era formata nel Giurassico superiore, ovvero in un periodo più antico rispetto alla comparsa degli uccelli. A chi, dunque, apparteneva quella penna se gli uccelli non c'erano ancora? L'anno successivo il medico tedesco Karl Häberlein venne in possesso di un reperto coevo composto da uno scheletro e delle penne. In realtà un suo paziente, che lo aveva trovato in località Langenaltheim vicino a Solnhofen, glielo aveva ceduto a pagamento delle parcelle. Häberlein decise di venderlo al miglior offerente e il Museo di Storia Naturale di Londra se lo assicurò per la somma di 700 sterline. Giunto nelle mani di Richard Owen, il fossile, che mancava di parte della testa e del collo, venne studiato minuziosamente. Owen stesso lo descrisse, nel 1863, come un vero uccello, anche se non c'erano prove che le penne e lo scheletro appartenessero allo stesso animale e avesse caratteristiche che si trovavano solo nello stadio embrionale degli uccelli viventi. Così Lyell ricordò:

Questo prezioso campione si trova ora al British Museum ed è stato chiamato dal professor Owen *Archaeopteryx macrura*. Nonostante gli anatomisti concordino che si tratti di un vero uccello in realtà essi hanno trovato anche che la lunghezza delle ossa della coda, ed alcuni punti minori della sua anatomia, lo avvicinano molto di più ai rettili che a qualsiasi altro uccello vivente.<sup>472</sup>

Uno studio più accurato, avvalorato su un ulteriore campione ritrovato nel 1876, mostrò che *Archaeopteryx* possedeva una lunga coda ossea con un paio di penne attaccate ad ogni vertebra, le zampe anteriori avevano dita separate complete di artigli e le mascelle erano dotate di denti. Le decine di fossili di *Archaeopteryx* scoperta fino ad oggi mostra come questo animale presenti molte rassomiglianze con i *Compsognathus*, dei piccoli dinosauri ritrovati nelle stesse formazioni rocciose, d'altra parte ulteriori ritrovamenti aprono nuove prospettive sull'origine degli uccelli.<sup>473</sup>

### **17.6 Embrioni e Adulti**

Le similarità nello sviluppo prenatale dei diversi animali nei diversi gruppi, dove gli embrioni risultavano tutti molto simili all'inizio e sempre più differenti mano a mano che si avvicinava la nascita (come evidenziato dal biologo von Baer)<sup>474</sup> trovava motivo di esistere nel fatto che la selezione naturale operava sugli organi degli adulti più che sui feti e sugli embrioni.

---

<sup>471</sup> Christian Erich Hermann von Meyer (1801-1869)

<sup>472</sup> C. Lyell, *The Student's Elements of Geology*, Plain Label Books, 1891, p. 295

<sup>473</sup> Cfr. X. Xu, H. You, K. Du, F. Han, *An Archaeopteryx-like theropod from China and the origin of Avialae*, Nature, vol 475, 28 July 2011, pp. 465-70

<sup>474</sup> Vedi cap.10



A sostegno della teoria evolutiva, il biologo tedesco Ernst Haeckel (di cui parleremo più avanti) affermò che la *ontogenesi*, ovvero lo sviluppo dell'individuo dall'uovo fertilizzato all'adulto, ricapitolava la *filogenesi*, ovvero la sequenza della sua evoluzione. I due termini (ontogenesi e filogenesi) vennero da lui coniat per sostenere, appunto, il parallelismo tra lo sviluppo di un individuo e la sequenza delle forme nel registro fossile. In realtà ciò che vide e riportò Haeckel era frutto della fantasia e a volte della malafede. Presto divenne chiaro che molte delle sue teorie erano solo speculazione e non era affatto vero che l'ontogenesi ricapitolasse la filogenesi.

A parte le falsità di Haeckel, le somiglianze fra gli embrioni erano certamente dovute ad una evoluzione comune. Ad esempio gli organi rudimentali che apparivano negli embrioni ma non erano presenti negli adulti (come l'abbozzo delle branchie nei mammiferi, i denti fetali delle balene mysticete [quelle con fanoni], le vestigia delle dita laterali nelle zampe dei cavalli) erano i resti atrofizzati di strutture pienamente formate nelle specie ancestrali.

### **17.7 Biogeografia**

Ogni specie era troppo adatta al suo territorio e troppo in equilibrio col suo ambiente per vivere in situazioni diverse da quelle in cui si trovava. Con questa idea Agassiz aveva sostenuto con forza la tesi della creazione speciale. D'altra parte alcuni naturalisti sembravano confermarlo con l'enunciazione di alcune regole generali. Nel 1833, ad esempio, l'ornitologo tedesco Constantin L. Gloger<sup>475</sup> mise in relazione il piumaggio degli uccelli con l'umidità ambientale. Gli uccelli, e in genere gli animali superiori, che abitavano le zone calde e umide tendevano ad essere più scuri dei loro simili che si trovavano in zone fredde e secche. Nel 1847 il tedesco Christian Bergmann<sup>476</sup> enunciò la regola secondo la quale gli abitanti delle zone fredde avevano maggiori dimensioni dei loro simili in zone calde. Infine, nel 1877, l'americano Joel A. Allen<sup>477</sup> sottolineò che tutti gli animali a sangue caldo dei climi freddi avevano sporgenze (orecchie, zampe, coda, ventre) più corte per evitare inutili dispersioni di calore. Qualcosa, però, non andava. Se l'adattamento fosse stato guidato da norme rigide come quelle summenzionate, come si spiegava il fatto che molte specie introdotte artificialmente dall'uomo in territori anche molto distanti dal luogo di origine, non solo si ambientavano bene ma diventavano spesso una minaccia per le specie autoctone? Che ne era, dunque, dell'equilibrio della Natura così tanto evidenziato dai naturalisti? Ebbene la teoria dell'evoluzione suggeriva di rivolgersi alla storia di quel territorio. Se in una certa regione le specie si erano evolute adattandosi al loro ambiente, questo non significava che fossero perfette. Altre specie straniere potevano prosperare in territori nuovi, magari per il fatto che non vi erano nemici naturali coi quali si erano coevolute nei territori di origine. E infatti gli esempi a riguardo erano tanti, come le volpi e i conigli in Australia che, importati dall'uomo, erano entrati in diretta competizione con i mammiferi marsupiali autoctoni. L'adattamento, in sintesi, non era spiegabile unicamente con fenomeni semplici e regolari come auspicato da Gloger, Bergmann e Allen; piuttosto era il frutto di interrelazioni complesse fra una concomitanza di fattori diacronici e sincronici.

---

<sup>475</sup> Constantin Wilhelm Lambert Gloger (1803 - 1863)

<sup>476</sup> Karl Georg Lucas Christian Bergmann (1814-1865)

<sup>477</sup> Joel Asaph Allen (1838-1921)

Anche il fatto che specie simili si trovassero in ambienti diversi e specie diverse fossero ospitate in ambienti simili era presto spiegato dalla evoluzione per selezione naturale in quanto una specie non veniva creata *ex novo* in un determinato territorio, ma derivava da una altra specie che in passato vi abitava, si era diffusa, si era diversificata e aveva prodotto un certo numero di specie strettamente correlate. E questa era pure la ragione per la quale: i generi e le famiglie erano spesso confinati in zone ristrette; le grandi barriere alla migrazione (mari, catene montuose, deserti ecc.) delimitavano province biologiche separate; le specie rappresentative delle differenti località di un continente erano legate da affinità; così come erano legate da affinità le specie viventi e quelle estinte che avevano occupato gli stessi luoghi. Vista in questa ottica, la legge di Wallace sulla distribuzione delle specie (cioè che ogni specie era nata nello stesso luogo e nello stesso tempo di una specie preesistente strettamente correlata) diventava quasi una tautologia in quanto diretta conseguenza dell'origine delle specie da altre preesistenti.

Le Galápagos, ad esempio, avevano una flora ed una fauna simile ma non uguale a quella dell'Equador e questo perché dopo la loro nascita, di origine vulcanica, solo alcune specie riuscirono a raggiungerle e a colonizzarle, visto che distavano dalla terraferma ben un migliaio di chilometri. Queste specie, poi, col tempo, si erano diversificate e specializzate seguendo una propria evoluzione. Più in generale tutte le isole oceaniche erano abitate da poche specie, molte delle quali endemiche, ma tutte dotate (a volte solo nel passato) di grande mobilità come uccelli e pipistrelli, mentre le specie incapaci di attraversare un tratto di acqua salata, come gli anfibi e molti mammiferi terrestri, erano assenti.

Sulla evoluzione correlata alla biogeografia Wallace produsse, nel 1876, un intero libro pieno di dati e considerazioni. *La distribuzione geografica degli animali*,<sup>478</sup> questo il titolo del libro, spiegava che le tante aree del globo ospitavano diversi tipi di animali a seconda della loro storia biologica, geologica, climatica ecc.. Allo stesso modo gli animali estinti erano distribuiti nello spazio e nel tempo. Wallace portò numerosi esempi a sostegno della sua argomentazione. Un solo punto rimaneva dubbio: la fauna delle isole indonesiane. Queste si estendevano in linea, vicine l'una all'altra, occupando pochi paralleli e avendo un clima pressoché simile. Tuttavia le osservazioni zoologiche evidenziavano una netta demarcazione tra le faune delle isole occidentali e quelle delle isole orientali, demarcazione virtualmente disegnata da una linea che separava Bali e Lombok, due isole distanti pochi chilometri. Come facevano due gruppi di isole così vicine ad ospitare una fauna così diversa? Per risolvere il dilemma Wallace sostenne che probabilmente i due gruppi di isole avevano una storia geologica differente: forse i loro territori si erano alzati o abbassati durante le epoche passate. La spiegazione sembrò una giustificazione *ad hoc*, un arrampicarsi sugli specchi, tuttavia Wallace era quasi nel giusto visto che, oggi lo sappiamo, la deriva dei continenti aveva avvicinato i due gruppi di isole solo in epoca recente.

La biogeografia, dunque, confermava la teoria evolutiva e cioè che le specie si originavano da un progenitore comune in un luogo preciso per diffondersi a macchia d'olio sul territorio. Hooker, per quanto riguardava le piante, sostenne questa opinione nel suo scritto *Flora della Tasmania*.<sup>479</sup>

---

<sup>478</sup> A. R. Wallace, *The Geographical Distribution of Animals: With a Study of the Relations of Living and Extinct Faunas as Elucidating the Past Changes of the Earth's Surface*, 1876, Michigan Historical Reprint Series, 2006

<sup>479</sup> J. D. Hooker, *The botany of the antarctic voyage of H.M. Discovery Ships Erebus and Terror in the years 1839-1843, part III, Flora tasmaniae*, Lovell Reeve London, 1860

## 17.8 Isolamento geografico

L'adattamento delle specie al territorio portò l'esploratore tedesco Moritz Wagner<sup>480</sup> ad avanzare una propria teoria evolutiva. Secondo il saggista David Quammen, Wagner ebbe molte affinità con Darwin e Wallace: passò la gioventù viaggiando, raccogliendo campioni e mappando la distribuzione delle specie sul territorio.<sup>481</sup> Tuttavia, rispetto ai due inglesi che si concentrarono sulle isole, Wagner notò una grande quantità di isolamento geografico sulla terraferma. Ad esempio in Algeria notò due fiumi che, drenando le acque dalle montagne dell'Atlas, delimitavano zone limitrofe ma separate, ciascuna occupata da una diversa specie dei coleotteri Pimelia. Situazioni simili di separazione geografica di specie affini erano osservabili ovunque nel mondo, dalle montagne del Caucaso e delle Ande ai deserti più eterogenei. Molte delle sue osservazioni biogeografiche vennero pubblicate nel 1841, ma fu solo dopo l'uscita de *l'Origine* che Wagner avanzò le sue conclusioni. In quella che chiamò *die Separationstheorie* [teoria della separazione], Wagner dichiarò che la speciazione poteva avvenire se, e solo se, gli individui di una popolazione erano tenuti separati da una barriera geografica. Così scrisse:

La formazione di una vera e propria varietà che il signor Darwin considera come una specie incipiente, si verificherà in natura soltanto laddove alcuni individui valichino i confini che circoscrivono la loro area di distribuzione e si isolino spazialmente per un lungo periodo di tempo dagli altri membri della loro specie [...].

E ancora:

[...] secondo me, la formazione di una nuova razza non si verificherà mai senza una lunga e protratta separazione dei coloni dagli altri membri della loro specie [...].<sup>482</sup>

Le parole *solo* e *mai* non piacquero a Darwin il quale era convinto che la separazione geografica fosse una, non l'unica, condizione per la quale una popolazione poteva separarsi in due specie. Anch'egli, infatti, aveva notato nelle Galápagos l'importanza dell'isolamento geografico, ma nel caso dello struzzo sudamericano Rhea, la barriera che aveva creato le condizioni giuste per la nascita di due specie affini ma distinte non era stata geografica, quanto piuttosto di tipo comportamentale o ecologico.

Tra Darwin e Wagner iniziò una diatriba che si inasprì culminando con la nota frase appuntata dall'inglese sulla copia personale dell'articolo del 1875 del tedesco: *Most Wretched Rubbish*, ovvero *Gran quantità di pessima robbaccia*<sup>483</sup> seguito da “[...] Non c'è la minima spiegazione di come, per esempio, un picchio potrebbe essere formato in un regione isolata”. Quindi, nella lettera allo stesso Wagner il 13 ottobre 1876, Darwin scrisse: “Ma la mia obiezione principale alla sua teoria è che non spiega i molti adattamenti nella struttura di ogni essere organico [...]”.<sup>484</sup>

<sup>480</sup> Moritz Wagner (1813-87)

<sup>481</sup> D. Quammen, *The Song of the Dodo: Island Biogeography in an Age of Extinction*, Touchstone, 1996, pp.131-6; vedi anche E. Mayr, 1992, *op. cit.*, pp. 509-13

<sup>482</sup> M. Wagner, *The Darwinian theory and the law of the migration of organisms*, Edward Stanford, 1873, cit. in D. Quammen, 1990, *op. cit.*, p. 131 e in E. Mayr, 1994, *op. cit.*, p. 510

<sup>483</sup> Per un resoconto della vicenda cfr. F. J. Sulloway, *Geographic isolation in Darwin's thinking: the vicissitudes of a crucial idea.*; in: W. R. Coleman (ed.), *Studies in History of Biology*, Johns Hopkins University Press, 1979, pp. 23-65

<sup>484</sup> Letter 10643 da C. R. Darwin a M. F. Wagner, 13 Ott 1876

In realtà quello che infastidì Darwin e molti darwiniani quali Weismann, Haeckel, Wallace, Gulick e altri, non fu l'idea sull'isolamento geografico, per altro già considerato un importante meccanismo di speciazione dalla maggioranza degli scienziati, bensì fu l'atteggiamento arrogante di Wagner il quale si vantava di aver elaborato una teoria evolutiva, quando invece proponeva alcuni concetti confusi per altro non supportati da una argomentazione valida e sufficiente.

Come vedremo in un prossimo capitolo, negli anni 1940 l'idea dell'isolamento geografico divenne un punto importante della *sintesi evolutiva moderna* e prese il nome di speciazione allopatrica (o speciazione geografica) per distinguerla dalle altre speciazioni: simpatica, parapatica, eteropatica, come ad esempio nel caso di speciazione per diverse preferenze di dieta o diverse modalità di accoppiamento.

La speciazione geografica ebbe un'importante conferma dagli studi del reverendo J.T. Gulick<sup>485</sup> il quale a cavallo dei secoli XIX e XX scrisse oltre una ventina di pubblicazioni ed un compendio<sup>486</sup> sulla distribuzione territoriale di lumachine del genere *Achatinella* nell'isola Oahu nelle Hawaii. Le *Achatinella* erano splendide lumachine arboricole lunghe circa due centimetri e dai colori sgargianti: marrone, giallo, sabbia, bianco, verde, blu, nero erano disposti in striature caratteristiche come impronte digitali. Ebbene, Gulick, attento osservatore, non poté sottrarsi dal notare come le lumachine fossero distribuite rispecchiando l'alternanza seriale del susseguirsi di monti e valli tipica dell'isola. Siccome la rassomiglianza era inversamente proporzionale alla loro distanza, non potevano esserci dubbi sul fatto che quel fenomeno fosse un mirabile esempio di speciazione per isolamento geografico. Evidentemente una lumachina ancestrale si era diffusa sull'isola e si era diversificata in numerose specie rimaste isolate l'una dall'altra grazie alle barriere fisiche che ostacolavano gli incroci sessuali. Stando al racconto del figlio, di nome Addison, l'idea dell'antenato comune gli era venuta in mente addirittura prima della uscita della *Origine*: fatto straordinario se si pensa ad un reverendo dalla ferma fede cristiana. Così scrive il biologo canadese Brian K. Hall:

Fin dal 1853 Gulick contemplava l'idea che tutte le forme e le varietà di *Achatinella* della sua collezione rappresentassero una serie continua discendente di una singola specie. Suo figlio Addison, un concologo dell'Università del Missouri, ricorda il commento del padre (probabilmente del 1853) che «tutte queste *Achatinelle* non derivarono mai dall'Arca di Noè» (Gulick A., *Evolutionist and missionary. John Thomas Gulick, Portrayed through documents and discussions*, The University of Chicago Press, 1932, p 113); una posizione non facile da sostenere per uno che indirizzava la sua vita da missionario cristiano. Gulick sembra aver mescolato la vita di «evoluzionista e missionario» con minimo sforzo e deplorazione, sorprendentemente se si considera che la sua evoluzione era basata sul ragionamento scientifico e sulla missione di fede<sup>487</sup>

---

<sup>485</sup> John Thomas Gulick (1832-1923)

<sup>486</sup> J. T. Gulick, *Evolution, Racial and Habitudinal*, Carnegie Institution of Washington, 1905

<sup>487</sup> B. K. Hall, «*Evolutionist and Missionary*» *The Reverend John Thomas Gulick (1832–1923). Part I: Cumulative Segregation - Geographical Isolation*, J. of Experimental Zoology (Mol Dev Evol), 2006, v. 306B, p. 410

### 17.9 Radiazione adattativa

Lo studio dei vertebrati estinti portò il paleontologo americano Henry F. Osborn<sup>488</sup> ad avanzare una ipotesi che chiamò *radiazione adattativa*. Egli aveva notato la tendenza dei mammiferi a differenziarsi velocemente da un antenato generando numerosi taxa figli. Egli, nel 1902, definì la radiazione adattativa come: “la differenziazione dell’abitudine in molte direzioni da un tipo primitivo”,<sup>489</sup> ma presto si vide che la radiazione adattativa era un fenomeno generalizzato nel mondo vivente come, tra l’altro, aveva già notato Darwin nei fringuelli delle Galápagos (genere *Geospiza*). Negli anni la radiazione adattativa ebbe numerose conferme e vide modificare la propria definizione. Nel 1970 Ernst Mayr la definì: “La divergenza evolutiva di membri di singole linee filetiche in una serie di nicchie o zone adattative”; nel 1992 Edward O. Wilson la definì: “La diffusione di specie aventi un comune antenato in differenti nicchie.”<sup>490</sup>

### 17.10 Classificazione ed evoluzione

La gradualità riscontrata da Gulick era un fenomeno molto diffuso in Natura e veniva spesso confermato dagli studi in campo dei naturalisti. Ad esempio Wilfred Osgood,<sup>491</sup> che affrontò una serie di rilevamenti per conto del Ministero dell’Agricoltura statunitense dal 1897 al 1909, tracciò una mappa dei territori abitati dal topo del genere *Peromyscus* trovando e catalogando una straordinaria quantità di specie e sottospecie che si graduavano una nell’altra per tutto il Nord America. Si pensi che oggi se ne riconoscono oltre 50 specie, molte delle quali composte da numerose sottospecie, come il *Peromyscus polionotus* che ne conta addirittura 8.

Cotanta gradualità sarebbe stata di difficile interpretazione se letta secondo i canoni tradizionali, dove le specie erano considerate degli insiemi ben definiti. Nell’ottica dell’evoluzione darwiniana, invece, il gradualismo nello spazio e nel tempo era una regola più che una eccezione. L’occhio del naturalista percepiva la dinamica dei viventi, comprendendo se due popolazioni o due varietà erano sulla via di separarsi in due diverse specie, senza che ancora potessero essere considerate tali. Nel caso, poi, del mondo vegetale, molto più plastico negli incroci rispetto al mondo animale, la teoria evolutiva era quantomai illuminante. Molte specie di piante inglesi in breve tempo vennero considerate sottospecie con una notevole semplificazione per la tassonomia. In effetti, come ebbe a riportare il *National Review*:

Si è giunti alla consapevolezza da parte di molti dei nostri migliori zoologi e botanici che nessuna specie può essere considerata reale in natura finché il suo *intervallo di variazione* sia stato determinato *nello spazio e nel tempo*, e che le specie del puro collezionista, che descrive ogni forma come fosse nuova e che non corrisponde esattamente alle definizioni esistenti, possono essere accettate solo provvisoriamente, in attesa di essere verificate o essere messe da parte da una ricerca più estesa.<sup>492</sup>

---

<sup>488</sup> Henry Fairfield Osborn (1857-1935)

<sup>489</sup> H. F. Osborn, *The Law of Adaptive Radiation*, *The American Naturalist*, Vol. XXXVI, May, 1902, n. 425, pp. 353-63

<sup>490</sup> T. J. Givnish, K. J. Sytsma, *Molecular Evolution and Adaptive Radiation*, Cambridge University Press, 2000, p. 9

<sup>491</sup> Wilfred Hudson Osgood (1875-1947)

<sup>492</sup> Art. VIII. *Darwin on the origin of species*, *The National Review*, vol X, Hutton R.H., Bagehot W. (eds), - Chapman and Hall 1860, p. 190

L'evoluzione spiegava mirabilmente il perché una classificazione naturale che corrispondesse alla realtà dovesse prevedere dei raggruppamenti gerarchici (le specie in generi, i generi in famiglie, le famiglie in ordini e così via). Se la divergenza portava alla ramificazione e tutti gli esseri viventi condividevano antenati comuni, allora era ovvio che potessero (anzi dovessero) essere contemplati degli insiemi annidati.



## 18 Modalità evolutive

Bates ha dato a questi fatti il necessario tocco geniale e ha, non possiamo dubitare, fatto centro sulla causa finale di tutto questo mimetismo.<sup>493</sup> (C. Darwin, [Review of] *Contributions to an insect fauna of the Amazon Valley*)

### 18.1 Selezione naturale ed evoluzione

La teoria della selezione naturale ebbe il grande pregio di fare accettare l'idea che le specie subissero una trasformazione nel tempo, inoltre persuase quasi tutti gli scienziati che la creazione speciale fosse pura fantasia. Quello che, però, non riuscì a Wallace e Darwin, fu il convincere che la selezione naturale fosse il principale meccanismo evolutivo. Che non fosse il solo, molti lo sospettavano e anche Darwin lo dichiarò, ma la sua reale importanza non era affatto condivisa. Anche il procedere della evoluzione non era ben chiaro. Darwin continuava a sostenere che fosse lento e graduale mentre altri, come Huxley, pensavano che potesse avanzare per balzi repentini, forse attraverso processi ancora sconosciuti.

La domanda che ora attraversava la mente dei ricercatori era se la selezione naturale, da sola -o quasi-, potesse rendere conto di tutta l'evoluzione. La risposta sembrava positiva quando si parlava di trasformazione all'interno di gruppi tassonomici piccoli come specie e generi, ma diventava sempre più incerta ampliandosi oltre la famiglia e l'ordine o addirittura assurda oltre la classe. *Archaeopteryx* appariva come il collegamento filogenetico tra due classi come rettili e uccelli, ma poneva anche diverse questioni. Se da un lato era vero che il fossile presentava caratteristiche comuni ai due gruppi tassonomici facendolo vedere come passaggio dai primi ai secondi, dall'altro mostrava anche una struttura nuova, la penna, già pienamente formata. Come potevano avere origine delle strutture a così alta specificità partendo da un materiale archetipo attraverso il solo meccanismo della selezione naturale? L'evoluzione sembrava ormai certa, non altrettanto certo sembrava il fatto che la selezione naturale fosse quella *forza naturale* da tempo cercata.

Anche la stessa selezione naturale presentava lati oscuri. Sembrava, sì, un meccanismo plausibile, ma non si erano ancora trovate prove che operasse nella realtà. Wallace e Darwin avevano elaborato un ragionamento arguto e corretto, ma la teoria, giustamente, aveva bisogno di prove empiriche che la avvalorassero. Per il momento la selezione naturale era solo ipotetica, essendo stata desunta attraverso osservazioni indirette.

---

<sup>493</sup> C. Darwin, [Review of] *Contributions to an insect fauna of the Amazon Valley*. By Henry Walter Bates, Esq. Transact. Linnean Soc., 1862, Vol. XXIII., p. 495. *Natural History Review* 3 (April): 219-224, p.221



## 18.2 *Mimetismo batesiano*

Henry W. Bates, l'amico col quale Wallace aveva condiviso le prime esperienze naturalistiche, negli anni 1850 era rimasto in Sud America dove aveva continuato la raccolta di campioni. Tornato in Inghilterra scrisse le sue esperienze nel libro *The Naturalist on the River Amazons*<sup>494</sup> [Il naturalista sul Rio delle Amazzoni] pubblicato nel 1863, oltre a elaborare alcuni articoli scientifici sugli argomenti che più lo avevano attratto. In un contributo pubblicato nel 1862<sup>495</sup> parlò di un aspetto straordinario che aveva rilevato in Sud America. Osservando il fenomeno del mimetismo nelle farfalle, Bates aveva notato una caratteristica che evidenziava in maniera inequivoca come la selezione naturale fosse direttamente all'opera. Il mimetismo di Bates, da allora denominato *mimetismo batesiano* riguardava, tra le altre, alcune farfalle appartenenti al grande gruppo delle Heliconidae e alcune del genere *Leptalis* (famiglia Pieridae). Molte specie di *Leptalis* erano abbondantemente colorate e assomigliavano, nel loro aspetto esteriore (nel colore, nella forma e nelle dimensioni) alle Heliconidae. La rassomiglianza era così accentuata che lo stesso Bates scrisse:

La rassomiglianza è così affine, che solo dopo una lunga pratica la vera può essere distinta dalla sua imitazione, quando volano nella loro foresta nativa. Non sono mai stato in grado di distinguere le *Leptalidi* dalle specie che imitavano, nonostante appartenessero ad una famiglia differente nella struttura e nella metamorfosi rispetto alle *Heliconidae*, senza eseminarle da vicino dopo la cattura. Esse volano nelle stesse parti della foresta e di solito assieme alle specie che imitano.<sup>496</sup>

Era evidente che le *Leptalis* traevano dei vantaggi nel rassomigliare alle Heliconidae. Ma quali erano questi vantaggi? Bates aveva notato che le Heliconidae svolazzavano nella foresta senza essere disturbate dai predatori probabilmente perché, dato il loro particolare odore, non erano commestibili. Era molto probabile che le *Leptalis* trovassero giovamento dalla rassomiglianza con le Heliconidae nel fatto che non venissero predate!

Ma, allora, quale era il meccanismo che aveva innescato il processo di rassomiglianza? Non erano state certamente le condizioni fisiche locali ad avere influito sui mimetismi in quanto a volte vi erano degli individui della stessa specie di *Leptalis theonoë*, ciascuno dei quali assomigliava ad una diversa specie di Heliconidae in uno stesso territorio. Inoltre le diverse *Leptalis* non potevano essere nate da un unico salto evolutivo perché presentavano differenti gradi di accuratezza nel mimetismo. Allora i diversi mimetismi dovevano essere stati selezionati, in un ampio ventaglio di variabilità, dalla lotta per l'esistenza. Quelle che più assomigliavano alle Heliconidae sopravvivevano, le altre venivano predate.

Nel mondo dei lepidotteri nel Sud America gli esempi erano tanti. Così scrisse Bates:

Con la specie mimetica *Leptalis Theonoë* la questione è un'altra. Vediamo qui una segregazione delle forme locali simile a quella di *Mechanitis Polymnia*; ma crediamo di conoscere le condizioni di vita della specie e troviamo che variano da una località ad un'altra. L'esistenza della specie, in ogni località, sembra dipendere dalla forma e dai colori, o dall'*abito*, essendo diventate simili a quelle della *Ithomia* dello stesso

<sup>494</sup> H. W. Bates, *The Naturalist on the River Amazons*, John Murray, 2<sup>nd</sup> ed., 1864

<sup>495</sup> H. W. Bates, *Contributions to an insect fauna of the Amazon valley (Lepidoptera: Heliconidae)*, Biological J. of the Linnean Society, 1981, v. 16, pp. 41-54, p.52

<sup>496</sup> *ivi*, p. 45

distretto, le quali *Ithomiae* sono diverse da luogo a luogo, tale assimilazione essendo evidentemente i suoi unici mezzi per sfuggire allo sterminio da parte degli animali insettivori. Così abbiamo qui la ragione per la quale le razze locali sono formate dalle variazioni naturali di una specie: la domanda allora resta, come è determinato tutto ciò? La spiegazione sembra essere abbastanza chiara sulla base della teoria della selezione naturale, come recentemente esposto dal sig. Darwin nella «Origine delle specie.»<sup>497</sup>

Dopo tale dichiarazione Darwin non poté che gioirne e, in una recensione del suo libro, lodò il collega. Anche se non lo scrisse subito apertamente Darwin era entusiasta che qualcuno avesse trovato una prova tangibile che la selezione naturale operava realmente.

### 18.3 Selezione sessuale

Per provare l'importanza della selezione naturale nell'evoluzione anche lo stesso Darwin era al lavoro. Egli sapeva bene che alcune strutture animali ponevano, a riguardo, dei problemi. Le grandi corna ramificate di alcuni mammiferi e le lunghe code di certi uccelli erano troppo ingombranti per non essere di impedimento. Bastava pensare ad un cervo tra gli alberi o ad un uccello lira nella foresta australiana per capire come le loro voluminose appendici andassero contro qualsiasi logica di adattamento all'ambiente. In entrambi i casi, però, spiccava il notevole dimorfismo sessuale, vale a dire una notevole differenza nella forma tra maschio e femmina della stessa specie. Inoltre, i vivaci colori di certi uccelli maschi se comparati ai colori dimessi e spenti delle femmine sembravano contraddire il mimetismo in quanto attiravano i predatori. Se valeva il concetto della sopravvivenza del più adatto doveva esistere un qualche vantaggio selettivo che controbilanciasse l'inconvenienza di forme malagevoli e livree sgargianti. Ed in effetti Darwin comprese presto che esisteva un tipo di selezione che chiamò *selezione sessuale* che premiava gli individui maschi più dotati. Nel caso dei cervi, le corna servivano nelle lotte fra i maschi per il controllo delle femmine con cui solo il vincitore si accoppiava, nel caso degli uccelli la colorazione brillante era un segnale di bellezza e salubrità che i maschi davano alle femmine quando sceglievano il compagno.

Così riportò Darwin:

La scelta sessuale opera in un modo meno rigoroso che non la scelta naturale. [...] Questa circostanza può spiegare in parte il numero straordinario e frequente di variabilità che presentano i caratteri sessuali secondari. Nondimeno la scelta naturale farà in modo che i maschi vincitori non possano acquistare quella sorta di caratteri, qualora potessero cagionar loro grave danno, come nel soverchio consumo delle forze vitali, o nell'esporsi ad altro grande pericolo. Lo sviluppo però di certe strutture - come le corna, per esempio, di certi cervi - è stato portato a un grado straordinario, ed in qualche caso anche estremo, il quale fin dove le condizioni generali della vita non sono in giuoco deve essere di poco danno al maschio. Da questo fatto noi impariamo che i vantaggi che i maschi più fortunati hanno ottenuto colla vittoria sopra altri maschi in battaglia o nel corteggiare, e così lasciando una numerosa prole, sono stati col lungo andar del tempo maggiori che non quelli derivati da un alquanto più perfetto adattamento alle condizioni esterne della vita.<sup>498</sup>

---

<sup>497</sup> *ivi*, p. 52

<sup>498</sup> C. Darwin, *L'origine dell'uomo e la scelta in rapporto col sesso*, A. Barion Editore, Milano, 1926, cap. VIII. *Principii della scelta sessuale*

E ancora:

Negli uccelli i caratteri sessuali secondari sono molto svariati e vistosi, sebbene forse non arrecanti mutamenti di struttura più ragguardevoli che non in qualunque altra classe di animali. Talvolta i maschi degli uccelli, quantunque di raro, son forniti di armi speciali per combattere fra loro. Allettano le loro femmine con musica vocale o strumentale di ogni più svariata sorta. Sono ornati di ogni maniera di creste, di bargigli, di protuberanze, di corna, di sacchi da aria espansi, di ciuffi, di aculei, di piume e penne allungate che sporgono graziosamente da tutte le parti del corpo. Il becco e la pelle nuda intorno al capo, e le penne, sono spesso splendidamente coloriti. Talvolta i maschi compiono il loro corteggiamento con balli o atteggiamenti fantastici, sia in terra od in aria.<sup>499</sup>

Era dunque evidente che i caratteri sessuali degli uccelli maschi fossero importanti perché le femmine li scegliessero.

Di esempi sulla selezione sessuale ce ne erano tanti in Natura e Darwin ne elencò un grande numero trattando nei vari capitoli le classi inferiori del regno animale, gli insetti, i pesci, gli anfibi, i rettili, gli uccelli, i mammiferi, senza trascurare neppure l'uomo.

#### **18.4 Mimetismi**

Se Bates aveva trovato una così buona argomentazione riguardo certi tipi di mimetismi nelle farfalle, forse valeva la pena approfondire l'intero argomento. Wallace colse l'occasione e qualche anno più tardi, nel 1867, pubblicò un lavoro accurato dal titolo: *Mimicry, and Other Protective Resemblances Among Animals*<sup>500</sup> [Mimetismo ed altre rassomiglianze protettive tra gli animali], ripubblicato successivamente con alcune correzioni e importanti aggiunte.<sup>501</sup> In questo dettagliato studio Wallace affrontò concetti quali il principio di utilità, l'importanza del camuffamento determinato dai colori, la teoria della colorazione protettiva, diversi tipi di mimetismo, ecc..

Alcuni mimetismi servivano a confondersi nell'ambiente così da essere meno visibili e meno attaccabili dai predatori. Sia i colori che la forma erano importanti. Wallace fece notare che la colorazione bianca era rara negli animali allo stato selvatico se non nei luoghi artici dove evidentemente la pelliccia o il piumaggio candido si confondeva col ghiaccio e con le nevi, inoltre molti insetti erano quasi indistinguibili in quanto rassomigliavano a foglie e rametti come l'insetto foglia e l'insetto stecco appartenenti ai fasmidi. Tuttavia alcune situazioni sembravano smentire questa tesi come quei bruchi brillantemente colorati che spiccavano nettamente sullo fondo verde delle fronde. Wallace sostenne che questa era solo una contraddizione apparente. Bastava riflettere un attimo per comprendere come questo caso ricordasse la *Leptalis Theonoë* e le altre farfalle descritte da Bates. In questo caso i bruchi molto evidenti erano tossici e la loro colorazione brillante non era altro che un avvertimento di pericolo per i predatori. Così scrisse Wallace:

[...] Siccome i bruchi formano una gran parte del cibo degli uccelli, non è stato facile capire perché alcuni di loro avrebbero questi colori brillanti e queste chiazze che li rendono particolarmente visibili. Darwin mi ha aggiunto una ulteriore difficoltà in quanto è arrivato alla conclusione che la colorazione brillante nel

---

<sup>499</sup> *ivi*, cap. XIII. - *Caratteri sessuali secondari degli uccelli*

<sup>500</sup> A. R. Wallace, *Mimicry, and Other Protective Resemblances Among Animals*, Westminster Review, July, 1867

<sup>501</sup> A. R. Wallace, *Contributions To: The Theory of Natural Selection. A Series of Essays*, Macmillan and Co., 1871, pp. 45-129

regno animale è dovuta principalmente alla selezione sessuale, e questa non può aver agito nel caso delle larve senza sesso. Applicando l'analogia con altri insetti, ho pensato, che siccome alcuni bruchi erano evidentemente protetti dalla loro colorazione imitativa, ed altri dai loro corpi spinosi o pelosi, i colori brillanti dei restanti dovevano anch'essi esser utili in qualche modo. Ho pensato quindi che alcune farfalle erano molto gradite agli uccelli mentre altre erano sgradevoli e quindi non erano mai mangiate. La sgradevolezza da sola avrebbe avuto poco senso nei bruchi in quanto, essendo i loro corpi soffici e succosi così delicati, se assaggiati e dopo rifiutati da un uccello sarebbero quasi certamente rimasti uccisi. Alcuni segnali costanti e facilmente percepiti erano dunque necessari per allertare gli uccelli in modo che non toccassero questi tipi immangiabili e una brillante e cospicua colorazione combinata con l'abitudine di una piena esposizione alla vista diviene questo segnale, essendo in forte contrasto con le tinte verdi e marroni e l'abitudine riservata dei tipi edibili.<sup>502</sup>

Se da un lato l'argomentazione di Wallace pareva corretta, agli scettici poteva sembrare costruita *ad hoc*. A togliere ogni dubbio arrivarono gli esperimenti di John Weir.<sup>503</sup> Questo entomologo e ornitologo inglese dilettante sperimentò per due anni la predazione degli uccelli su bruchi con differenti colorazioni confermando in pieno quanto ipotizzato.

Dai vari esempi del mimetismo era evidente che quella protezione passiva fosse il frutto di una ferrea lotta per l'esistenza ed una conseguentemente lunga selezione naturale. Così Wallace scrisse:

Deve sempre essere tenuto a mente che gli esempi più sorprendenti, in cui non esiste solo una rassomiglianza generale ma anche una speciale -come nell'insetto foglia, nell'insetto stecco e nella farfalla con ali a foglia- riguardano quei pochi casi in cui il processo di modificazione si è protratto attraverso una lunga serie di generazioni. Si verificano tutti nei tropici dove le condizioni di vita sono più favorevoli e dove i cambiamenti climatici sono stati per lunghi periodi appena percettibili.<sup>504</sup>

L'intera materia del mimetismo fu affrontata oltre che da Wallace anche dall'inglese Edward B. Poulton e dal tedesco Heinrich Jordan<sup>505</sup> che, più di 100 anni fa, evidenziarono l'importanza della selezione naturale nella origine di una nuova specie di farfalla,<sup>506</sup> ma la questione dell'importanza della selezione naturale nell'evoluzione delle specie rimase ancora aperta.

### **18.5 Mimetismo, melanismo industriale e selezione naturale**

Un caso particolare di mimetismo venne notato nelle zone industriali dell'Inghilterra vittoriana, fu chiamato *melanismo industriale* e si pose come prova consistente della selezione naturale all'opera. Protagonista fu la *Biston betularia*, una falena notturna così chiamata perché amava posarsi sulle betulle. La *Biston betularia* si presentava con diversi colori. In Gran Bretagna esisteva nella sua forma tipica (*typicus*), con macchie scure su corpo chiaro (da qui il nome comune inglese: *peppered moth*, ovvero falena pepata), una forma di colore quasi nero (*melanicus*), una forma intermedia (*insularius*). Fino alla metà del XIX

---

<sup>502</sup> *ivi*, pp.117-118

<sup>503</sup> John Jenner Weir (1822-1894)

<sup>504</sup> A. R. Wallace, 1871, *op. cit.*, p. 68

<sup>505</sup> Edward Bagnall Poulton (1856-1943); Heinrich Ernst Karl Jordan (1861-1959)

<sup>506</sup> J. Mallet, *Poulton, Wallace and Jordan: how discoveries in Papilio butterflies led to a new species concept 100 years ago*, *Systematics and Biodiversity*, 2004, v. 1, n. 4, pp. 441-452

secolo era conosciuta soltanto la forma tipica che, durante le ore del giorno, riposava appoggiata sui tronchi chiari di betulla macchiati dai licheni, perfettamente mimetizzata agli occhi degli uccelli predatori. Con l'avvento dell'industrializzazione massiccia, l'aria divenne sempre più inquinata dei residui carboniosi e gli alberi di betulla iniziarono ad annerirsi. Tale cambiamento ambientale portò, dunque, a diminuire l'efficienza del mimetismo della forma tipica che iniziò ad essere vittima di una più facile cattura. Al contrario la forma melanica, prima facilmente visibile in quanto nera su fondo chiaro, iniziò ad essere meno identificabile e quindi più protetta dal mimetismo. La frequenza delle due varietà si modificò a tal punto che nelle zone maggiormente inquinate la forma melanica si presentava fino al 98% dei casi.

Inizialmente, per spiegare questo fenomeno erano disponibili diverse alternative: ad esempio si poteva pensare che la farfalla scura fosse fisicamente più resistente all'inquinamento o che l'esposizione al carbone producesse una modifica fisiologica con un eccesso di produzione di melanina, altre ipotesi si appellavano a non meglio specificati effetti dell'inquinamento. Nonostante queste possibili alternative, la ricerca successiva stabilì che la forma nera era dovuta a un singolo gene dominante, confermando la versione della protezione mimetica e dimostrando che la selezione naturale era veramente all'opera.

Le *Biston betularia*, oltre ad essere osservate direttamente in Natura, furono anche oggetto di alcuni esperimenti. Il più famoso fu condotto dal genetista britannico Bernard Kettlewell,<sup>507</sup> il quale, intorno agli anni 1950, le allevò in laboratorio, le contrassegnò e quindi le rilasciò in due aree boschive dell'Inghilterra: 1) nel bosco vicino alla città di Birmingham, fortemente inquinato; 2) nel bosco di Dorset, una zona rurale incontaminata nel sud dell'Inghilterra. Dopo aver predisposto delle opportune trappole nelle due zone, Kettlewell catturò le farfalle sopravvissute. Come prevedeva la teoria del mimetismo, nella zona inquinata sopravvissero maggiormente le farfalle nere, mentre nella zona rurale quelle chiare.<sup>508</sup>

Il caso delle *Biston betularia* diventò anche oggetto di studio della nascente genetica delle popolazioni, come vedremo più avanti.

Un altro studio classico relativo alle prove ecologiche della selezione naturale venne condotto nel 1899 dallo zoologo americano Hermon C. Bumpus.<sup>509</sup> Il 1 febbraio 1898 una tremenda tempesta di neve e pioggia si abbatté sulla zona di Providence, nello Stato del Rhode Island, e molti passerì gravemente sofferenti vennero portati allo scienziato affinché se ne prendesse cura. Siccome dei 136 esemplari arrivati solo la metà circa (esattamente 72) riuscì a salvarsi, Bumpus pensò di avere tra le mani un ottimo oggetto di studio. Così decise di confrontare le caratteristiche fisiche dei sopravvissuti con quelle dei deceduti al fine di verificare quali fossero i parametri della maggiore resistenza alle malverse condizioni ambientali.<sup>510</sup> Dopo le misure e gli opportuni confronti Bumpus concluse che si erano salvati solo gli individui meglio proporzionati per sopportare il freddo.

---

<sup>507</sup> Henry Bernard Davis Kettlewell (1907-1979)

<sup>508</sup> H. B. D. Kettlewell, *A survey of the frequencies of Biston betularia (L.) (Lep.) and its melanic forms in Great Britain*, *Heredity*, 1958, v. 12, pp. 51-72

<sup>509</sup> Hermon Carey Bumpus (1862-1943)

<sup>510</sup> H. C. Bumpus, *The elimination of the unfit as illustrated by the introduced House Sparrow, Passer domesticus*, *Biol. Lectures, Marine Biol. Lab., Woods Hole*, 1899, pp. 209-26.

Com'era giusto e logico aspettarsi, Bumpus fu criticato, non tanto per le sue analisi statistiche eseguite in maniera rigorosa, quanto perché le conclusioni sembravano rispecchiare maggiormente il desiderio di mostrare l'azione della selezione naturale che la realtà dei fatti. A ragion veduta la scienza moderna tende ad essere scettica su dati episodici di questo tipo.<sup>511</sup>

---

<sup>511</sup> Cfr, ad esempio, W. A. Buttemer, *Differential Overnight Survival by Bumpus House Sparrows: An Alternate Interpretation*, *The Condor*, 1992, 94, pp. 944-54; R. F. Johnston, D. M. Niles, S. A. Rohwer, *Hermon Bumbus and Natural Selection in the House Sparrow *Passer domesticus**, *Evolution*, v. 26, n. 1, Mar. 1972, pp. 20-31



## 19 Evoluzione e uomo

La conclusione principale cui siamo giunti, ora sostenuta da molti naturalisti capaci di formulare un giudizio valido, è che l'uomo sia disceso da qualche forma meno organizzata. Le fondamenta su cui poggia questa conclusione non saranno mai rimosse [...] <sup>512</sup> (C. Darwin, *L'origine dell'uomo*)

Sin dall'uscita della *Origine* si sollevò la questione dell'uomo. Era da considerarsi un essere a parte oppure era un organismo come gli altri e, dunque, soggetto alle stesse leggi naturali evolutive? La questione, come è facile comprendere, era piuttosto delicata e Darwin, dal canto suo, aveva volutamente sorvolato sull'argomento inserendo, alla fine del libro solo una piccola frase: "luce verrà fatta sull'origine dell'uomo e della sua storia." L'intero volume conteneva idee assolutamente rivoluzionarie e difficili da accettare; inserire nel discorso anche colui il quale veniva considerato immagine e somiglianza di Dio sembrava francamente eccessivo. Anche Linneo un secolo prima, nella X edizione di *Systema Naturae* (1759), lo aveva inserito nello stesso ordine delle scimmie, ma allora la situazione era diversa. Si pensava ancora a creazioni distinte, specie per specie, ed una sua rassomiglianza per quanto evidente ad altri esseri quali le scimmie, non poneva grandi problemi. Evidentemente Dio aveva fatto l'uomo con polmoni, fegato e muscoli come altri esseri, ma lo aveva creato anche a sua immagine dandogli caratteristiche peculiari come la coscienza e l'intelligenza. Ora, invece, il discorso di Darwin era totalmente differente. Considerandolo in termini evolutivi, l'uomo condivideva antenati comuni con gli altri esseri e quindi ne era un diretto discendente. La sua diversità non era frutto del volere divino, bensì di semplici leggi naturali. Un pensiero sconcertante!

Mentre per gli scienziati, più abituati ad accettare serenamente l'evidenza, il posto dell'uomo nella Natura era solo questione di ulteriore ricerca, in ambito sociale e soprattutto religioso divenne un problema di vitale importanza. L'evoluzione venne malamente sintetizzata dalla frase *l'uomo deriva dalla scimmia* e Darwin si ritrovò sulle copertine dei giornali ridicolizzato con la barba bianca e il corpo da primate.

Il dibattito si fece infuocato come si evince da questo aneddoto ormai leggendario. Dopo una conferenza di Huxley sulla teoria evolutiva tenuta a Oxford il 30 giugno 1860 e organizzata alla British Association for the Advancement of Science, davanti a centinaia di persone, prese la parola il vescovo Samuel Wilberforce. Costui, conosciuto come *Soapy Sam*, il saponoso Sam, parlò per mezz'ora deridendo la teoria di Darwin e sottolineando l'idiozia che gli uomini discendessero dalle scimmie. Ne nacque una accesa discussione che coinvolse molti presenti. Tra questi il comandante del brigantino Beagle Robert FitzRoy si alzò in piedi, sollevò la Bibbia e supplicò il pubblico di seguire la parola di Dio. I contrasti degenerarono fino ad assumere i toni del battibecco quando Wilberforce chiese a Huxley se avesse preferito discendere da una

---

<sup>512</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 966



scimmia da parte di madre o di padre. Questi, per nulla intimorito, replicò che era meglio avere una scimmia per antenato piuttosto che una persona della cui posizione si serviva per attaccare una teoria che non capiva.<sup>513</sup>

Una volta stabilita la discendenza dell'umanità c'era, poi, la questione della sua interezza. Gli uomini sulla Terra, dovevano essere considerati appartenenti alla stessa specie o a specie diverse? Fino ad allora la posizione più accreditata era quella del fisiologo tedesco Johann F. Blumenbach,<sup>514</sup> uno dei primi teorici ad esplorare l'uomo nel contesto storico naturale. Egli pensava che gli uomini appartenessero ad una specie composta da molte varietà che si mescolavano una nell'altra. Nel suo testo *De generis humani varietate native liber*<sup>515</sup> distinse cinque razze: la caucasica (originatasi nella Georgia), la mongolica (che comprendeva i groenlandesi e gli eschimesi), l'etiopica (africani), l'americana (indiani del nord e sud america), e la malese (o indonesiana, che comprendeva gli abitanti delle isole dell'oceano pacifico). Egli pensava che la caucasica fosse la razza originale, la più armoniosa, mentre le altre erano il risultato di modificazioni degenerative dovute al clima locale; un'idea simile, si ricorderà, alle *degenerazioni* di Buffon.

Ora la teoria di Wallace e Darwin esige una analisi più accurata, non più sincronica (ovvero statica nel tempo), ma diacronica, dinamica, evolutiva. Subito ne approfittarono gli schiavisti e i colonizzatori senza scrupoli i quali capirono che l'evoluzione poteva essere una ottima base a giustificazione dei loro comportamenti. Se l'evoluzione era un fatto naturale, argomentavano, allora era anche naturale che l'uomo bianco si comportasse come specie dominante. Niente di più sbagliato. Se, come vedremo nelle riflessioni filosofiche ambientali, considerare l'uomo all'apice di un processo evolutivo non significa affatto considerarsi i padroni dell'universo. Significa, anzi, raggiungere la consapevolezza del rispetto reciproco nella propria diversità. A maggior ragione la diversità fra uomini (e donne) di diverse razze deve essere considerata una ricchezza di aspetti diversi aventi ovvie e doverose pari dignità.

### **19.1 Huxley, il posto dell'uomo nella Natura e il Neanderthal**

Per superare lo sterile dibattito fondato su supposizioni e credenze servivano prove dirette. Qualche anno prima, nel 1857, in Germania era stata fatta una scoperta straordinaria. Si trattava di parte di uno scheletro: una volta cranica, due femori, tre ossa del braccio destro, due del sinistro, parte dell'ileo sinistro, dei frammenti di una scapola e delle costole. I resti furono descritti dall'anatomista Hermann Schaaffhausen e dal naturalista dilettante Johann C. Fuhlrott<sup>516</sup> il quale li aveva ricevuti da due lavoratori incaricati di pulire la grotta del ritrovamento. Siccome questa grotta era situata a Neander, una piccola valle dove scorreva il fiume Düssel (che a Dussendorf confluiva nel Reno), e siccome valle in tedesco si diceva *thal*, quei resti presero il nome di *le ossa di Neanderthal*.

---

<sup>513</sup> Cfr. P. J. Bowler, *Evolution: The History of an Idea*, University of California Press, 2003

<sup>514</sup> Johann Friedrich Blumenbach (1752-1840)

<sup>515</sup> Cfr. J. Richards, *Ernst Haeckel's Alleged Anti-Semitism and Contributions to Nazi Biology*, saggio basato sul libro: *The Tragic Sense of Life: Ernst Haeckel and the Struggle over Evolutionary Thought*, University of Chicago Press, 2008. In: [www.ferris.edu/isar/haeckel.pdf](http://www.ferris.edu/isar/haeckel.pdf)

<sup>516</sup> Hermann Schaaffhausen (1816-1893), Johann Carl Fuhlrott (1803-1877)

Sulle prime le ossa massicce fecero pensare ad un orso più che a qualcosa di veramente importante, così le indagini non furono condotte in maniera adeguata. Solo ad una analisi più attenta ci si accorse che quei resti erano appartenuti ad un essere dalle sembianze umane. Ciò che stupiva in modo particolare erano le dimensioni della volta cranica che rivelavano uno sviluppo cerebrale molto maggiore rispetto a qualsiasi animale terrestre, gorilla compreso.<sup>517</sup> Poteva essere, dunque un nostro antenato, qualcosa di intermedio fra scimmia e uomo, oppure, come ipotizzarono i più scettici, i resti di un uomo affetto da qualche malattia deformante. Forse erano i resti di un idiota o di un rachitico come sottolineò il medico tedesco Rudolph Virchow.<sup>518</sup> Nonostante l'ipotesi del rachitismo sia sopravvissuta a lungo,<sup>519</sup> l'esistenza di un altro tipo di uomo sembrò confermata dai ritrovamenti di qualche decennio prima: due crani rispettivamente a Engis nel Belgio (1829) e nelle cave di Forbes a Gibilterra (1848) erano i resti di altri Neanderthal. Dopo opportuni paragoni, Schaaffhausen concluse così:

[...] le ossa umane e il cranio di Neanderthal superano tutto il resto in quelle peculiarità di conformazione che portano alla conclusione della loro appartenenza ad una razza barbara e selvaggia. [...] queste ossa possono essere considerate come la memoria più antica dei primitivi abitanti dell'Europa.<sup>520</sup>

Poteva, dunque, il Neanderthal, essere l'anello di congiunzione fra mondo animale e uomo? Molti indizi portavano ad una risposta affermativa. Innanzitutto le ossa, così massicce, poi le arcate sopraciliari prominenti, la fronte sfuggente e la bassa statura. Così riportò Huxley:

Mi limiterò, nel discutere di questo problema, a quei resti di crani umani delle caverne di Engis nella valle della Mosa, nel Belgio, e del Neanderthal, vicino a Düsseldorf, le cui relazioni geologiche sono state valutate con grande cura dal sir Charles Lyell, la cui alta autorità ritengo sia certa. Il cranio di Engis appartenne ad un contemporaneo del mammut (*Elephas primigenius*) e del rinoceronte lanoso (*Rhinoceros tichorhinus*), con le cui ossa è stato trovato associato; e il cranio di Neanderthal è di grande, seppure incerta, antichità. Qualunque sia l'età geologica di quest'ultimo cranio, penso sia piuttosto ragionevole supporre (per i consueti principi del ragionamento paleontologico) che il cranio precedente [di Engis] ci faccia risalire, almeno, al margine estremo del vago limite biologico che separa l'attuale epoca geologica da quella che l'ha immediatamente preceduta. E che non ci sia nessun dubbio che la geografia fisica dell'Europa sia cambiata meravigliosamente, in quanto le ossa degli uomini e dei mammut, delle iene e dei rinoceronti furono depositati alla rinfusa nella caverna di Engis.<sup>521</sup>

Huxley, che era una persona caparbia e stava già indagando sull'uomo e sull'evoluzione già ai tempi del battibecco con Wilberforce, nel 1863 diede alle stampe un libro dal titolo esplicito: "Evidenze sul posto dell'uomo nella natura".<sup>522</sup> Dopo aver ricordato l'autorevole classificazione di Linneo a supporto delle sue

---

<sup>517</sup> Schaaffhausen lo calcolò in appena 1033.24 ml, oggi i dati indicano che l'uomo di Neanderthal (*Homo neanderthalensis*) aveva un cervello paragonabile se non superiore a quello di *Homo sapiens*. Stringer C. e Gamble C., in "In Search of the Neanderthals" [Thames & Hudson, 1993] sostengono che il cervello della femmina di Neanderthal arrivasse ad un volume di 1300 ml, il maschio a 1600 ml, mentre l'uomo moderno medio va da 1200 a 1500 ml.

<sup>518</sup> Rudolph Virchow (1821-1902)

<sup>519</sup> F. Ivanhoe, *Was Virchow right about Neanderthal?*, Nature, , 1970, v. 227, pp. 577-9

<sup>520</sup> T.H. Huxley, *Evidence as to Man's Place in Nature*, D. Appleton & Co., 1863, p. 160

<sup>521</sup> *ivi*, pp. 140-1

<sup>522</sup> T.H. Huxley, 1863, *op. cit.*

idee, Huxley si concentrò nel confronto tra le scimmie antropomorfe, ovvero le grandi scimmie senza coda, e l'uomo. Riportò le considerazioni di Tyson che abbiamo ricordato qualche capitolo fa, argomentò che l'uomo non aveva caratteri distintivi per quel che riguardava il cervello, nonostante Owen dicesse il contrario, e affrontò con dovizia di particolari la vicenda del Neanderthal.

Per quanto riguardava la struttura cerebrale Huxley concluse:

[...] è chiaro che l'uomo differisce meno dallo scimpanzé e dall'orango, che costoro dalle scimmie, e che la differenza tra i cervelli dello scimpanzé e dell'uomo è quasi insignificante se viene comparata alla differenza fra il cervello dello scimpanzé e quello di un lemure. Non deve essere sottovalutato, tuttavia, che c'è una differenza notevole in massa assoluta e peso tra il cervello umano più piccolo e quello della antropomorfa più elevata [...]<sup>523</sup>

L'uomo, dunque, non aveva nulla di speciale. Anch'egli faceva parte della Natura come tanti altri animali e le sue peculiarità, certamente presenti, non giustificavano una sua collocazione a parte.

Ricordate, se volete, che non esiste un collegamento tra l'uomo e il gorilla, ma non dimenticate che non esiste neppure una linea di confine netta, e neppure una assenza completa di forme di transizione tra il gorilla e l'orango o tra l'orango e il gibbono. Dico nessuna linea netta, nonostante ci sia in qualche modo una vicinanza. Le differenze strutturali fra l'uomo e le scimmie antropomorfe ci giustificano certamente nel considerarlo appartenente ad una famiglia a sé; sebbene, poiché differisce meno da loro rispetto a quanto differiscano loro da altre famiglie dello stesso ordine, non ci possa essere giustificazione per collocare l'uomo in un ordine separato.<sup>524</sup>

L'argomentazione era tanto convincente che nel 1864 William King,<sup>525</sup> un geologo anglo-irlandese del Queen's College di Galway, propose di considerare umana la specie ritrovata a Neanderthal. La chiamò *Homo neanderthalensis*: era la prima volta che uno scienziato si spingeva a tanto. L'attribuzione di quel nome fu contrastata per diverso tempo, ma alla fine non poterono più esserci dubbi: in Natura era stato trovato un nostro stretto parente. Ora, dopo oltre 400 ritrovamenti, sappiamo che *Homo neanderthalensis* era un essere con cui noi, *Homo sapiens*, abbiamo convissuto per migliaia di anni e che la sua estinzione (circa 30000 anni fa) fu causata, probabilmente, da noi stessi.

## **19.2 Lyell, De Perthes e le arti umane primitive**

Nel frattempo Charles Lyell aveva capito che per conoscere le origini dell'uomo bisognava guardare indietro nel tempo, ma non così indietro, geologicamente parlando. Bisognava concentrarsi sulle epoche immediatamente preistoriche. Dopo un attento approfondimento pubblicò i risultati delle sue ricerche nel 1863 in un libro dal titolo *The Antiquity of Man*<sup>526</sup> [L'antichità dell'uomo] dove trattò dei fossili umani, ma anche dell'artigianato e delle arti in epoca preistorica.

---

<sup>523</sup> *ivi*, p. 120

<sup>524</sup> *ivi*, p.123-4

<sup>525</sup> William King (1809-1886)

<sup>526</sup> C. Lyell, *The Antiquity of Man*, J.M. Dent & Sons Ltd., 1863

Per molte considerazioni Lyell si basò sul grande lavoro svolto da Boucher De Perthes.<sup>527</sup> Costui era un ufficiale di Dogana di stanza ad Abbeville nel nord della Francia, ma, per quel che ci riguarda, era un grande appassionato di geologia. Sul suo territorio, in particolare nella valle del fiume Somme aveva fatto, fin dagli anni 1830, degli importanti ritrovamenti che pensò fossero manufatti umani risalenti all'antichità. Non si trattava di una novità assoluta in quanto oggetti simili erano già stati trovati altre volte, ma nessuno aveva dato loro la giusta attenzione, in quanto ancora nessuno si immaginava l'esistenza di un uomo primitivo e di una età della pietra. Merito di De Perthes fu, quindi, quello di farne una ricerca e una raccolta sistematica.

Dopo diversi anni di lavoro De Perthes decise di pubblicare i risultati delle sue ricerche e nel 1847 uscì il primo dei suoi tre volumi dal titolo *Antiquités celtiques et antédiluviennes*<sup>528</sup> [Antichità celtiche e antediluviane]. Quel libro fu ampiamente criticato perché troppo avanzato per l'epoca. La teoria evolutiva era ancora lontana e gli studiosi del tempo erano del tutto impreparati per accogliere seriamente quelle supposizioni. Così si legge in una recensione del 1858: "Senza dubitare della buona fede del Sig. De Perthes hanno detto che si è immaginato di vedere ciò che non ha visto; [...] e che le selci non furono manipolate".<sup>529</sup> Dopo ulteriori ritrovamenti nella stessa valle, in località Saint-Acheul, però, i dubbi sparirono. "Si è visto che le accette, i coltelli, gli utensili, le grezze figure degli animali e perfino dell'uomo stesso, non possono essere stati accidentali e non erano semplici immaginazioni".<sup>530</sup>

Il lavoro di De Perthes non poteva certo sfuggire a Lyell che lo contattò per farsi accompagnare nei luoghi abitati dai primitivi. Così Lyell scrisse:

La valle di deflusso del fiume Somme non mostra nulla di straordinario o eccezionale per la sua posizione, per come appare, nella disposizione e nella composizione dei materiali e neppure nei suoi resti organici; in tutti questi caratteri potrebbe essere paragonata all'andamento di altre cento valli in Francia o in Inghilterra. Il suo richiamo alla nostra particolare attenzione deriva dallo straordinario numero di strumenti di selce, di tipo molto antico che, come detto nell'ultimo capitolo, si trovano in strati indisturbati, associati alle ossa di quadrupedi estinti.<sup>531</sup>

### 19.3 *Razze o specie umane? Antropologia e Wallace*

L'antropologia, come scienza autonoma, stava muovendo i primi passi e una domanda scottante riguardava il quesito se le popolazioni umane del mondo appartenessero alla stessa specie. Che parentela vi era fra gli individui di una tribù africana e i bianchi? Erano di due *razze* diverse o di due *specie* diverse? La questione non era di poco conto visto il comportamento degli occidentali nei riguardi dei popoli colonizzati e lo scontro sulla legittimità della schiavitù. Nella politica dell'epoca il problema non era, quindi, se l'uomo si era originato da altre forme (questo interessava la scienza e la teologia), contava di più avere un supporto

---

<sup>527</sup> Jacques Boucher de Crèvecœur De Perthes (1788-1868)

<sup>528</sup> M.B. De Perthes, *Antiquités celtiques et antédiluviennes. Mémoire sur l'industrie primitive et les arts à leur origine*, Imp. de Paillart, Abbeville, 1847

<sup>529</sup> F. Jefferies, *Gentleman's magazine*, 1858, p. 297

<sup>530</sup> *ibidem*

<sup>531</sup> C. Lyell, J. Evans, *The geological evidences of the antiquity of man: With Remarks on Theories of the Origin of Species by Variation*, J. Murray, 1863, p.112

empirico che sostenesse, ad esempio, lo schiavismo, come auspicavano i sudisti che, proprio in quegli anni (tra il 1861 e il 1865), stavano combattendo la Guerra di Secessione Americana. Addirittura alcuni teorici di quella parte si spinsero a sostenere che la schiavitù era benefica e naturale in quanto i negri sarebbero periti se fossero stati lasciati liberi (un discorso malamente estrapolato, ricorderete, da quello di Wallace nell'articolo sulla selezione naturale<sup>532</sup> riguardo le specie domestiche). A quei tempi, inoltre, vi erano notizie discordanti sul fatto che tutti gli uomini, da qualunque parte del mondo provenissero, fossero interfecondi. Darwin, infatti asserì:

Il nostro ipotetico naturalista, avendo proceduto così lontano nella sua indagine, potrebbe in seguito indagare se le razze umane, qualora si incrocino, siano in qualche misura sterili. Potrebbe consultare l'opera del prof. Broca, un cauto e appassionato osservatore, in cui potrebbe trovare un'ottima prova che alcune razze sono completamente fertili accoppiandosi tra loro, ma anche una prova di natura opposta nei confronti di altre razze. Così è stato asserito che le donne indigene dell'Australia e della Tasmania raramente generano figli con uomini europei; tuttavia è stato dimostrato che su questo punto la prova non ha alcun valore.<sup>533</sup>

Sulla questione se l'uomo derivasse da un unico ceppo ancestrale (*monogenismo*) o da più ceppi (*poligenismo*) la Società Antropologica di Londra fondata nel 1863 chiese un autorevole parere scientifico a Wallace, parere che venne discusso durante un seminario e che venne pubblicato, assieme agli interventi degli astanti, col titolo "L'origine delle razze umane e l'antichità dell'uomo dedotta dalla teoria della «selezione naturale»".<sup>534</sup> Poteva, dunque, la selezione naturale dare una risposta all'interrogativo: "[...] l'uomo fa parte di una o di molte specie?"<sup>535</sup>

Secondo Wallace il ragionamento doveva iniziare proprio dalla selezione naturale perché l'uomo sembrava essersi totalmente scollegato dalle sue dinamiche. L'uomo era un essere sociale su cui la selezione naturale non poteva operare come allo stato selvaggio. L'uomo aiutava i deboli che in Natura sarebbero periti; al raffreddarsi del clima si copriva o costruiva case più calde; alla scarsità di cibo rispondeva adattandosi a fonti alimentari diverse. Tra uomo ed animale c'era, dunque, una netta linea di confine.

Pertanto, dal tempo in cui i sentimenti sociali e compassionevoli entrarono in azione operativa e le facoltà mentali e intellettuali vennero ragionevolmente sviluppate, l'uomo avrebbe cessato di essere influenzato dalla «selezione naturale» sia nella forma che nella struttura.<sup>536</sup>

Alla fine del ragionamento Wallace espresse la propria opinione:

Un tempo l'uomo può essere stato, lo credo veramente, una razza omogenea; ma quello fu un periodo del quale non abbiamo ancora scoperto i resti, un periodo così remoto nella storia che l'uomo non aveva ancora acquisito quel cervello meravigliosamente sviluppato, l'organo della mente, che ora, anche nei suoi esempi più miseri, lo innalza molto al di sopra degli animali più elevati; -un periodo nel quale aveva la forma di

---

<sup>532</sup> Wallace A.R., 1858, *op. cit.*

<sup>533</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 653

<sup>534</sup> Wallace A.R., 1864, *op. cit.*, pp. clviii-clxxxvii

<sup>535</sup> *ivi*, p. clviii

<sup>536</sup> *ivi*, p. clxiii

uomo, ma ne aveva a malapena la natura, quando non possedeva né il linguaggio, né quei sentimenti compassionevoli e morali che in misura minore o maggiore distinguono oggi la razza. Proprio per controbilanciare queste facoltà umane che si svilupparono in lui, le caratteristiche fisiche sarebbero diventate stazionarie e stabili, in quanto di minor importanza per il suo benessere; sarebbe stato tenuto in armonia con il lento cambiamento dell'universo attorno a lui grazie allo sviluppo della mente piuttosto che col cambiamento del corpo. Se, quindi, siamo dell'opinione che non fosse realmente uomo fino a che queste più alte facoltà vennero sviluppate interamente, possiamo ragionevolmente asserire che in origine ci fossero molte razze umane distinte; mentre, se pensiamo che possa essere considerato umano un organismo che ci assomiglia molto nella forma e nella struttura ma con facoltà mentali a malapena poco sopra l'animale, siamo pienamente autorizzati a sostenere l'origine comune di tutta l'umanità.<sup>537</sup>

Con questo scritto Wallace sosteneva che il passaggio da bruti a uomini era avvenuto in maniera graduale, mentre la questione antropologica sul monogenismo/poligenismo era posta sul piano dell'opinione. In pratica tutti gli uomini avevano una origine comune da cui, successivamente, si erano ramificate un certo numero di discendenze corrispondenti agli uomini bianchi, neri, gialli ecc.. La questione riguardava quindi il dove porre il confine di specie. Se si poneva sul tronco gli uomini appartenevano ad una unica specie, altrimenti le varie ramificazioni dovevano essere considerate altrettante specie. Per Wallace questa linea di confine era sul tronco e quindi tutte le persone sulla Terra appartenevano alla stessa specie, mentre erano diverse di razza. Tuttavia, siccome Wallace chiamava *uomo* anche l'essere che lo era nel fisico ma non nello sviluppo completo di tutte le facoltà umane, soprattutto mente e cervello, allora le varie razze non potevano, né dovevano, essere messe sullo stesso piano. Vi erano razze superiori ad altre.

E infatti nelle sue conclusioni scrisse una frase che oggi riterremmo, oltremodo, razzista e che entrava direttamente nel dibattito sull'eugenica (un argomento che tratteremo in un prossimo capitolo).

Nel concludere questa breve rassegna di un importante argomento, vorrei fare il punto con la sua attinenza con il futuro della razza umana. Se le mie conclusioni sono giuste, ne deve inevitabilmente seguire che il superiore -maggiormente intellettuale e morale- deve sostituire l'inferiore e le razze più degradate; e il potere della «selezione naturale» che agisce ancora nella sua organizzazione mentale, non porterà mai all'adattamento perfetto delle più alte facoltà umane alle condizioni della natura circostante e alle esigenze dello stato sociale. Mentre la sua forma esterna probabilmente rimarrà sempre invariata, tranne nello sviluppo di quella bellezza perfetta che deriva da un corpo sano e ben organizzato, rifinito e nobilitato dalle più alte facoltà intellettuali e dalle emozioni compassionevoli, la sua costituzione mentale può continuare ad avanzare e migliorare, finché il mondo sarà di nuovo abitato da una singola razza quasi omogenea e nessun individuo sarà inferiore agli esponenti più nobili della umanità esistente.<sup>538</sup>

Wallace credeva che la mente umana fosse soggetta alla selezione naturale, ma credeva anche che questo processo fosse inadeguato alla realtà e, comunque, trascurabile. Inoltre, anche se sembrava poco tollerante nei confronti di certe razze umane che riteneva inferiori, sostenne la cooperazione e l'altruismo argomentando che nella lotta fra i popoli avevano la meglio quelli propensi alla solidarietà. Dopo avere vissuto tra gli indigeni del sud America e delle isole indonesiane si era convinto delle diversità razziali ma credeva anche che l'uomo (di tutte le razze) avesse un qualche cosa di speciale, inspiegabile attraverso la

---

<sup>537</sup> *ivi*, p. clxvi

<sup>538</sup> *ivi*, p. clxix

selezione naturale, e che potesse essersi originato solo attraverso l'intervento di un *invisibile universo dello Spirito*. Per questa ragione credeva fosse giusto professare la tolleranza e conquistare l'equità sociale. Infatti, in occasione di una seconda edizione (1871) di una sua raccolta di saggi, alle parole sopra riportate aggiunse:

Il nostro progresso verso tale risultato [cioè che il mondo sarà di nuovo abitato da una singola razza quasi omogenea] è molto lento, ma sembra accelerare. Stiamo ora vivendo in un periodo anomalo della storia del mondo, appartenente agli sviluppi meravigliosi e ai risultati enormemente pratici della scienza, i quali sono stati dati a delle società troppo basse, moralmente e intellettualmente, per sapere come farne il miglior uso e che sono stati conseguentemente maledetti e benedetti. Tra le nazioni civili del giorno d'oggi, non sembra possibile che la selezione naturale agisca in alcun modo, così da assicurare l'avanzamento permanente della moralità e dell'intelligenza; per questo è indubbiamente il mediocre, se non il basso nei riguardi della moralità e dell'intelligenza, ad avere il maggior successo nella vita e si moltiplica più velocemente. A tutt'oggi c'è un progresso indiscutibile -nel complesso costante e permanente- sia nella influenza dell'opinione pubblica di alta moralità, che nel desiderio generale per una elevazione intellettuale; e siccome non posso imputare questo in nessun modo alla «sopravvivenza del più adatto,» sono forzato a concludere che è dovuto all'inerente potere progressivo di quelle qualità gloriose che ci elevano immensamente sui nostri amici animali e allo stesso tempo ci forniscono la prova più sicura che ci sono altre e più alte esistenze, rispetto a noi stessi, dalle quali queste qualità possono essere state derivate e verso le quali dobbiamo sempre tendere.<sup>539</sup>

Alcuni studiosi ritengono che Wallace non abbia mai creduto che le facoltà umane potessero essersi originate dagli animali attraverso la selezione naturale, altri dicono che cambiò opinione nel tempo. Sta di fatto che nel libro *Darwinismo* scrisse di un *invisibile universo dello Spirito* il quale sarebbe stato il responsabile della natura umana. Leggiamo:

Troviamo così che la teoria darwiniana, anche quando viene portata ad una logica conclusione estrema, non solo non si oppone, ma fornisce un sostegno decisivo alla fede sulla natura spirituale dell'uomo. Essa mostra come il corpo dell'uomo si può essere sviluppato da quello di una forma animale più bassa secondo la legge della selezione naturale; ma ci insegna anche che noi possediamo delle facoltà intellettuali e morali che non potrebbero essersi sviluppate in questo modo, ma devono avere un'altra origine; e per questa origine possiamo trovare soltanto una causa sufficiente nell'invisibile universo dello Spirito.<sup>540</sup>

Questo Spirito, secondo Wallace sarebbe intervenuto almeno tre volte nel corso della storia: la prima con la creazione della vita dalla materia inorganica, la seconda con l'avvento della consapevolezza negli animali superiori, la terza con la generazione delle più alte facoltà mentali nell'uomo. Era, questa una concezione teleologica e antropocentrica decisamente in contrasto con i principi della filosofia darwiniana. E, sotto questo aspetto anche gli evoluzionisti più convinti si stavano dividendo: Lyell sosteneva una posizione simile a quella di Wallace, mentre Huxley e Hooker erano più concreti, così come lo stesso Darwin che nel 1871 pubblicò le sue idee nel libro: *L'origine dell'uomo e la selezione sessuale*, tradotto in italiano anche col titolo *La discendenza dell'uomo*.

---

<sup>539</sup> A. R. Wallace, *Contributions to the Theory of Natural Selection. A Series of Essays*, Macmillan and Co., 2nd Ed., with Corrections and Additions, 1871

<sup>540</sup> A. R. Wallace, 1889, *op. cit.*, p. 237

## 19.4 Il pensiero di Darwin

Per Darwin la selezione naturale era un meccanismo non teleologico, privo di fine ultimo, privo di qualsiasi scopo ed unico responsabile dell'esistenza umana. Per spiegare l'avvento dell'uomo, in altre parole, non riteneva necessario scomodare alcuna entità invisibile e ultraterrena. Questo era il pensiero di Darwin e a tale conclusione volle arrivarci, anche questa volta, con *un lungo ragionamento*. Ci vollero, infatti, tre anni di lavoro per sintetizzare il suo pensiero e pubblicare il libro sopra menzionato.

Alcuni hanno visto in questa opera una risposta meccanicista allo spiritualismo di Wallace, quasi ci fosse del risentimento fra i due. Darwin, in realtà, non era infastidito dallo spiritualismo di Wallace, ci teneva, però, a distinguere come fossero diversi i loro approcci nella ricerca della verità. Le argomentazioni pacate, tuttavia sempre ferme, di Darwin non sconfinavano mai nei campi dove l'obiettività cedeva il posto alle credenze personali. Nelle conclusioni, infatti scrisse una frase molto moderata, ma straordinariamente condivisibile e di esempio per tutti, sostenitori od oppositori alla teoria evolutiva e, in generale, alla scienza tutta.

Molte delle ipotesi prospettate sono essenzialmente teoriche, e senza dubbio alcune si riveleranno erranee; ma in ogni caso ho spiegato le ragioni che mi hanno indotto ad accettare un'opinione piuttosto che un'altra. Sembrava che valesse la pena di vedere fino a che punto il principio dell'evoluzione potesse far luce su alcuni dei più complessi problemi della storia naturale dell'uomo. Notizie false sono nocive ai progressi della scienza, poiché spesso si sono credute per lungo tempo; ma ipotesi erranee, se surrogate da qualche prova, fanno poco danno, in quanto chiunque si può prendere il piacere di dimostrare la loro falsità; e ciò fatto, si chiude un sentiero che porta all'errore, mentre contemporaneamente si apre spesso la via alla verità.<sup>541</sup>

Nel suo ragionamento Darwin intendeva far luce sulla origine dell'uomo, se fosse disceso e in che modo, da qualche forma preesistente e se ci fossero delle differenze fra le razze umane.<sup>542</sup> Per questo compito si avvale di due generi di argomenti. Il primo, razionale deduttivo, si basava sul fatto che non c'era alcuna ragione di ritenere che l'uomo sfuggisse da questa legge naturale (e quindi Wallace era in errore); il secondo si basava sulle osservazioni e sui confronti fra le affinità tra l'uomo e gli altri animali. Queste affinità, assai strette con le scimmie antropomorfe, si facevano via via più allentate con le altre scimmie, gli altri mammiferi e gli altri vertebrati.<sup>543</sup>

Leggiamo ora, attraverso le sue dirette parole, cosa pensava Darwin. Alcune sue considerazioni qui riportate abbracciano un'area più vasta del mero campo scientifico, tuttavia sono qui riportate per avere un quadro più generale della sua concezione del posto dell'uomo in Natura.

### 19.4.1 Darwin e l'origine dell'uomo

Per Darwin non c'erano dubbi:

---

<sup>541</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 966

<sup>542</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 535-6

<sup>543</sup> G. Montalenti, *Introduzione a "Origine dell'uomo"*, in C. Darwin, 1994, *op. cit.*



La conclusione principale cui siamo giunti, ora sostenuta da molti naturalisti capaci di formulare un giudizio valido, è che l'uomo sia disceso da qualche forma meno organizzata. Le fondamenta su cui poggia questa conclusione non saranno mai rimosse [...] <sup>544</sup>

Inoltre, mentre Wallace sosteneva che l'uomo non era più soggetto alla selezione naturale, Darwin dissentiva recisamente. Scrisse:

Queste facoltà sono variabili ed abbiamo ogni ragione di credere che le variazioni tendono ad essere ereditarie. Quindi, se anticamente erano di grande importanza per l'uomo primitivo e per i suoi progenitori simili a scimmie, dovrebbero essersi perfezionate e potenziate attraverso la selezione naturale. <sup>545</sup>

Inoltre:

[...] l'uomo presenta sempre differenze individuali in tutte le parti del corpo e nelle facoltà intellettuali. Queste differenze o variazioni sembrano siano provocate dalle stesse cause generali, e che obbediscono alle stesse leggi cui obbediscono gli animali inferiori. <sup>546</sup>

Nelle *stesse leggi* Darwin ovviamente comprendeva anche la selezione sessuale, che per l'uomo sembrava avere una importanza primaria. Infatti i matrimoni non avvenivano a caso, bensì si basavano su alcuni caratteri sia fisici che sociali.

#### 19.4.2 Darwin, razze umane e schiavitù

Anche sulla diatriba degli antropologi, Darwin fu in grado di sostenere una posizione definitiva.

La questione se il genere umano consista di una o più specie è stata molto discussa negli ultimi anni dagli antropologi, che sono divisi nelle due scuole di monogenisti e poligenisti. [...] Ma è un compito disperato decidere su questo argomento finché si accettano alcune definizioni del termine «specie» e la definizione non deve includere un elemento indeterminato come un atto di creazione. Possiamo altrettanto bene tentare, senza alcuna definizione, di decidere se un certo numero di case possa essere chiamato villaggio, cittadina o città. <sup>547</sup>

Dunque, l'unica cosa sensata che si potesse affermare era che:

L'uomo [...] fin da quando ha raggiunto il livello dell'umanità, si è distinto in razze diverse, o, usando un termine più appropriato, in sottospecie. Alcune di queste, come la negra e l'europea, sono così diverse che se si portassero alcuni esemplari da un naturalista, senza alcuna previa informazione, egli le considererebbe come due vere e proprie specie. Nondimeno tutte le razze concordano in tanti particolari di struttura e in tante peculiarità mentali, che queste potrebbero spiegarsi solo con l'ereditarietà da un progenitore comune; e un progenitore con queste caratteristiche probabilmente meriterebbe di essere classificato come uomo. <sup>548</sup>

Riguardo la legittimità dello schiavismo fu piuttosto chiaro:

---

<sup>544</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 966

<sup>545</sup> *ivi*, p. 623

<sup>546</sup> *ivi*, p. 966-7

<sup>547</sup> *ivi*, p. 657

<sup>548</sup> *ivi*, p. 967

“La schiavitù, sebbene in qualche modo vantaggiosa durante i tempi antichi, è un gran crimine”.<sup>549</sup>

Ricordiamo che già quasi un secolo prima i due nonni Erasmus Darwin e Josiah Wedgwood erano fortemente antirazzisti e antischiavisti. Addirittura il nonno materno produceva una medaglia di porcellana raffigurante un uomo nero con la scritta: “Am I not a man and a brother?” Ovvero: “Non sono io un uomo ed un fratello?”

### 19.4.3 Darwin e l'eugenica

Darwin trattò anche della influenza della selezione naturale nelle nazioni civili, entrando di diritto nel dibattito aperto sull'eugenica (si veda il capitolo 21) e innescando quei ragionamenti che saranno in seguito dibattuti dal *darwinismo sociale*. Così scrisse:

L'aiuto che ci sentiamo costretti a dare a chi ne è privo è soprattutto un risultato incidentale dell'istinto di simpatia, che fu acquisito originariamente come parte dell'istinto sociale, ma in seguito reso, nel modo precedentemente indicato, più delicato e più diffuso.<sup>550</sup>

Inoltre:

[...] ma se dovessimo intenzionalmente trascurare i deboli e gli incapaci, potrebbe soltanto accadere per un beneficio contingente, con un opprimente senso di colpa immediata. Dobbiamo quindi sopportare l'effetto, indubbiamente cattivo, del fatto che i deboli sopravvivano e propaghino il loro genere, ma si dovrebbe almeno arrestarne l'azione costante, impedendo ai membri più deboli ed inferiori di sposarsi liberamente come i sani. Questo arresto potrebbe essere indefinitamente incrementato dalla possibilità che i malati nel corpo e nel cervello evitino il matrimonio, sebbene ciò sia più una speranza che una certezza.<sup>551</sup>

Egli fu sempre piuttosto cauto nel considerare i problemi eugenici e soprattutto le possibili soluzioni lasciando al futuro un giudizio più equilibrato.

Entrambi i sessi dovrebbero astenersi dal matrimonio se sono deboli nel corpo e nella mente in modo accentuato; ma queste speranze sono utopiche e non saranno mai realizzate nemmeno parzialmente, fino a che le leggi della ereditarietà non saranno conosciute per esteso. Chiunque dia un aiuto per questo fine, fa un buon servizio. Quando i principi della procreazione e della ereditarietà saranno meglio conosciuti, non udiremo alcuni membri ignoranti della nostra legislatura respingere con disprezzo un piano che tende ad accertare se il matrimonio tra consanguinei sia, o meno, dannoso all'uomo.<sup>552</sup>

Anche in questo caso Darwin era direttamente interessato alla questione. Egli infatti si sposò con una consanguinea, la cugina Emma Wedgwood i cui nonni erano consanguinei anch'essi: Josiah Wedgwood e una sua terza cugina Sarah Wedgwood. Charles Darwin ebbe sempre paura che, per queste consanguineità, i figli fossero affetti da una qualche malattia ereditaria e la morte prematura (10 anni) della figlia prediletta Mary Eleanor lo scosse, sotto questo aspetto, terribilmente.

---

<sup>549</sup> *ivi*, p. 616

<sup>550</sup> *ivi*, p. 628

<sup>551</sup> *ivi*, p. 628

<sup>552</sup> *ivi*, p. 974

#### 19.4.4 Razze umane: esperimenti pratici.

La questione sulle razze umane non fu solo discussa a livello teorico. Già in un viaggio precedente a quello di Darwin, il Beagle era stato nella Terra del Fuoco ed il capitano FitzRoy aveva portato in Inghilterra degli indigeni, quattro fuegini, allo scopo di procedere ad un esperimento di evangelizzazione e di civilizzazione. Il piano prevedeva una loro educazione attraverso l'insegnamento della lingua inglese, della religione e delle buone maniere; il successivo loro reinserimento fra i consimili avrebbe agevolato l'opera dei missionari. Purtroppo uno di loro morì di vaccinazione antivaiolosa, ma gli altri tre, a cui fu dato il nome di Fuegia Basket (una ragazzina di una decina d'anni), Jemmy Button (un ragazzo sui 15 anni) e York Minster (un uomo di circa 27 anni), finirono il periodo di apprendistato e proprio con Darwin, sul Beagle, vennero riportati nella terra natia. Sulle prime l'esperimento sembrò riuscito. Lo stesso Darwin si stupì del loro stato. Così scrisse:

I fuegini sono tra i selvaggi inferiori, ma fui continuamente sorpreso di vedere quanto strettamente ci assomigliassero nelle disposizioni e in molte delle facoltà mentali, i tre nativi presenti a bordo della Beagle, nave di Sua Maestà Imperiale, che erano vissuti qualche anno in Inghilterra e sapevano parlare un po' di inglese".<sup>553</sup>

Tuttavia, una volta reimpatriati i tre fuegini tornarono quelli di un tempo. Dopo qualche mese, infatti, alla pari dei loro conterranei, ripresero a portare i capelli lunghi e sporchi, a mangiare crostacei, foche e uccelli, a pasteggiare talvolta con carne umana, preferendo quella di donne anziane uccise piuttosto che quelle dei loro cani.<sup>554</sup>

Nonostante l'insuccesso del tentativo di civilizzazione, e nonostante le barbarie dei fuegini, Darwin continuò a credere che tutti gli uomini fossero riuniti in una sola specie. Alla fine del suo *l'origine dell'uomo* scrisse, infatti:

La conclusione principale, cui si è pervenuti in quest'opera, cioè che l'uomo è disceso da qualche forma meno organizzata, mi dispiace pensarlo, riuscirà assai disgustosa per molti. Ma difficilmente si può dubitare che noi siamo discesi da barbari. Non dimenticherò mai lo stupore che provai nel vedere per la prima volta una riunione di fuegini su una spiaggia selvaggia e impervia, per l'idea che mi venne subito in mente - così erano i nostri antenati [...] Chi abbia visto un selvaggio nella sua terra natia non si vergognerà troppo se costretto a riconoscere che nelle sue vene scorre il sangue delle più umili creature. Per parte mia vorrei essere piuttosto disceso da quella piccola eroica scimmietta che sfidò il suo terribile nemico per salvare la vita del suo guardiano, o da quel vecchio babbuino che discendendo dalle montagne, portò via trionfante un suo giovane compagno da una torma di cani stupiti, piuttosto che da un selvaggio che trae diletto a torturare i nemici, consuma sacrifici di sangue, pratica l'infanticidio senza rimorso, considera le sue mogli come schiave, non conosce il pudore ed è tormentato da enormi superstizioni.<sup>555</sup>

---

<sup>553</sup> *ivi*, p. 579

<sup>554</sup> D. B. Paul, *Controlling Human Heredity*, Humanities Press, 1995, p. 25

<sup>555</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 974

#### 19.4.5 Darwin, l'uomo, la religione e la filosofia ambientale

Darwin era agnostico, cioè sospendeva il giudizio nei riguardi della esistenza o meno di Dio, tuttavia riteneva importante non farsi ingannare dalle false credenze. Se da un lato non riteneva la selezione naturale inconciliabile con la fede in Dio, dall'altro rifiutava le prese di posizione della religione tradizionale che professava un Dio personale.

Sono consapevole del fatto che le conclusioni cui si è pervenuti in quest'opera saranno denunciate da qualcuno come assai irreligiose; ma costui dovrà dimostrare perché sia più irreligioso spiegare l'origine dell'uomo come specie distinta mediante la derivazione da qualche forma inferiore, attraverso le leggi della variazione e della selezione naturale, che spiegare la nascita dell'individuo attraverso le leggi della riproduzione normale.<sup>556</sup>

In effetti la sua teoria rivendicava un posto non centrale dell'uomo della Natura, cosa affatto concepibile dalla dottrina religiosa tradizionale. Così scrive il biologo italiano Giuseppe Montalenti:

La dottrina evolutivista, anziché raffigurare l'uomo secondo ciò che vuole la Bibbia, come il re del creato, a cui tutte le altre creature soggiacciono perché sono state messe in vita per soddisfare i suoi bisogni, lo considera uno dei tanti esseri viventi, che ha percorso faticosamente la sua strada evolutiva, ed è arrivato ad una posizione più elevata di qualsiasi altro animale. Questa concezione determina il crollo del mirabile disegno preordinato, nella sua forma tradizionale e statica; cade quindi tutta una gerarchia d'investitura divina, di cui l'uomo è al vertice. E nel crollo vengono travolte molte strutture che sembrano lontane dalla mera teoria biologica ma che invece le sono collegate. Cade non soltanto una mera rappresentazione del mondo esterno, ma, con essa, crollano anche le basi di una certa struttura sociale, di un'etica, che sono ben radicate nel pensiero e nel cuore degli uomini.<sup>557</sup>

Questo pensiero riveste oggi grande importanza nel nostro rapportarci con ciò che ci circonda. In un'epoca caratterizzata da uno straordinario impatto umano che rischia di avere conseguenze pesantissime su tutto l'ecosistema terrestre è bene che si rifletta in maniera adeguata sul ruolo che riveste il genere umano all'interno delle relazioni con l'ambiente. Ai tempi di Darwin la disciplina che oggi indichiamo come filosofia ambientale non era ancora nata, tuttavia se volessimo classificare il pensiero di Darwin al suo interno non potremmo che indicarlo come anti-anthropocentrico o forse, addirittura, biocentrico.<sup>558</sup> (Si veda l'appendice sulle riflessioni di filosofia ambientale).

---

<sup>556</sup> C. Darwin, 1994, *op. cit.*, p. 971

<sup>557</sup> G. Montalenti, 1994, *op. cit.*, p. 533

<sup>558</sup> Cfr. P. Pagano, *Filosofia ambientale*, Mattioli 2002



## 20 Evoluzione e filosofia

Ora ci proponiamo di mostrare in primo luogo che questa legge di progresso organico è la legge di tutto il progresso. Sia che si tratti dello sviluppo della Terra, dello sviluppo della Vita alla sua superficie, dello sviluppo della Società, del Governo, dell'Industria, del Commercio, del Linguaggio, della Letteratura, della Scienza, dell'Arte, questa stessa evoluzione dal semplice al complesso, attraverso differenziazioni successive, si trova ovunque. Dai più antichi mutamenti cosmici di cui vi sia traccia fino agli ultimi risultati della civiltà noi vedremo che la trasformazione dell'omogeneo in eterogeneo è l'essenza stessa del progresso.<sup>559</sup> (H. Spencer, *Essays Scientific, Political and Speculative*)

Come vedremo nel prossimo capitolo il significato biologico di *evoluzione* non andrebbe mai confuso con un concetto filosofico più generale, pena estrapolazioni inopportune e, spesso, gravemente sbagliate. Non di meno è evidente che le considerazioni biologiche sul posto dell'uomo nella Natura e della discendenza umana da forme organiche preesistenti ha dato spunto a riflessioni ampie che hanno finito con l'aver forti ripercussioni in ogni ambito della nostra esistenza. La selezione naturale è stata utilizzata a conferma dell'evoluzione nello sviluppo cosmico, dalla Terra inorganica a quella organica, all'avvento dell'uomo e della cultura, quindi ad una evoluzione delle società. Così è stata presa a giustificazione di azioni bieche come nel caso dell'eugenica che, alle sue estreme conseguenze, sostenne le tesi del nazismo e del fascismo, o come nel caso del darwinismo sociale fondamentalista che arrivò a motivare i genocidi perpetrati dagli occidentali a danno delle popolazioni indigene di ogni parte del mondo.

### 20.1 Positivismo

La seconda metà del XIX secolo fu teatro di una importante rivoluzione culturale in campo filosofico. Si affermò un nuovo modo di pensare che permeò tutti i campi della conoscenza. Quel vasto movimento sorse nella Francia degli anni 1840 e si diffuse in tutta Europa prendendo il nome di positivismo. Secondo il filosofo francese Auguste Comte,<sup>560</sup> il maggiore rappresentante di questa filosofia, l'umanità era destinata a passare attraverso tre stadi. Il primo, denominato *teologico*, era stato contraddistinto dalla credenza, dal mito; l'uomo aveva cercato la verità attraverso i racconti tramandati dai padri e le rivelazioni degli dei. Il secondo stadio, denominato *metafisico*, era stato governato dalla filosofia. In questo stadio l'uomo aveva iniziato ad usare il proprio intelletto raggiungendo importanti traguardi come nel *Discorso sul metodo* di Cartesio o nella *Critica della ragion pura* di Kant. Il terzo stadio, denominato *positivo* e che aveva preso

<sup>559</sup> H. Spencer, *Essays Scientific, Political and Speculative*, Vol. I, 2da ed., 1891, p. 10

<sup>560</sup> Isidore Marie Auguste François Xavier Comte (1798-1857)

avvio con il metodo scientifico e la rivoluzione industriale, era caratterizzato da un uomo consapevole del fatto che la verità si potesse raggiungere solo attraverso l'osservazione empirica o con esperimenti riproducibili.

Comte credeva che l'uomo avesse già attraversato i primi due stadi ed ora, che stava percorrendo la fase positiva, aveva smesso di chiedersi il perché delle cose per concentrarsi sul come esse avvenivano. Siccome solo la scienza obiettiva era in grado di dare risposte certe, le diverse discipline di studio vennero considerate di attendibilità decrescente. All'apice di una piramide gerarchica di credibilità stavano le scienze positive: la matematica, esatta per definizione, poi la astronomia e la fisica che potevano garantire la certezza delle loro affermazioni attraverso esperimenti rigorosi. Seguivano, poi, a scalare, la chimica e le scienze naturali via via più descrittive come la biologia. In un gradino inferiore stava la sociologia. La filosofia, dal canto suo, aveva cercato una propria rifondazione prendendo a modello la matematica, così da compiere importanti progressi verso lo stadio positivo.

Il positivismo ebbe un seguito sempre maggiore in tutto il mondo occidentale dove si respirava l'aria euforica dell'era vittoriana e divenne una mentalità comune nelle classi colte. D'altra parte i successi in campo tecnologico non facevano che avvalorare il credo in un progresso inarrestabile che avrebbe portato un benessere diffuso e generalizzato. Vista nell'ottica positivista, la teoria di Wallace e Darwin aveva numerosi pregi. Da un lato innalzava la biologia al rango delle vere scienze, dall'altro confermava la visione del continuo progresso: il mondo organico si era evoluto in forme sempre più complesse fino ad arrivare all'uomo. Era, dunque, una conseguenza logica pensare che l'uomo si stesse evolvendo culturalmente e socialmente.

Dal punto di vista filosofico il positivismo si sviluppò secondo due direttrici: il positivismo sociale, i cui maggiori rappresentanti furono Comte, Saint-Simon, Stuart Mill, e il positivismo evoluzionistico il cui esponente di spicco fu il filosofo inglese Herbert Spencer. Secondo Abbagnano il positivismo evoluzionistico consisteva "nell'assumere il concetto d'evoluzione come il fondamento di una teoria generale della realtà naturale e nello scorgere nell'evoluzione stessa la manifestazione di una realtà - soprannaturale o metafisica- infinita e ignota."<sup>561</sup>

## **20.2 Herbert Spencer e il positivismo evoluzionistico**

Herbert Spencer<sup>562</sup> si affermò nel campo filosofico dopo avere tentato altre vie senza riceverne particolare soddisfazione. Lavorò, ad esempio, come ingegnere nelle ferrovie, ma il suo vero interesse rimaneva la ricerca speculativa che aveva sviluppato fin da giovane nella *Derby Philosophical Society* il cui primo presidente era stato Erasmus Darwin. La sua educazione fu curata dal padre e dallo zio, il reverendo Thomas Spencer. Il padre, un insegnante e, anch'egli, membro della società filosofica di Derby, individualista e anticlericale, lo avviò allo studio delle scienze empiriche. Lo zio, strenuo sostenitore delle idee utilitaristiche di Bentham, gli fu tutore per una gran parte di materie, sia scientifiche che letterarie. Per il resto Herbert Spencer fu un brillante autodidatta, con un carattere indipendente e intollerante alle autorità.

---

<sup>561</sup> N. Abbagnano, 2006, *op. cit.*, v. 4, p. 565

<sup>562</sup> Herbert Spencer (1820-1903)

Dopo aver scritto per alcune riviste minori ed aver fatto parte, negli anni 1848-53, della redazione della prestigiosa rivista *The Economist*, alla morte dello zio (1853), ricevette una piccola eredità che gli permise di dedicarsi interamente alla scrittura di trattati in un'ampia varietà di argomenti: biologia, psicologia, sociologia, politica, etica ecc. diventando un saggista particolarmente prolifico con una ventina di volumi al suo attivo.

Fin da ragazzo Spencer era rimasto affascinato dai concetti evolutivi di Erasmus Darwin e Lamarck a cui il padre lo aveva avviato, tuttavia fu leggendo i *Principi di geologia* di Charles Lyell, ed in particolare le sue critiche a Lamarck, che nacque in lui una idea personale di evoluzione. Così, dal 1858 iniziò a lavorare ad un grande piano di filosofia evoluzionistica e precisamente a un *sistema di filosofia sintetica*, che si concretizzò nelle opere: *Primi principi* (1862), *Principi di biologia* (2 vol., 1864-67), *Principi di psicologia* (2 vol., 1870-72), *Principi di sociologia* (3 vol., 1876-96), *Principi di etica* (5 vol., 1879-92) e che riuniva in un unico concetto l'ampia varietà di dati provenienti dalle tante discipline naturali e sociali.

Già nel suo primo lavoro, un libro intitolato *Social Statics, or the Conditions Essential to Human Happiness*<sup>563</sup> [Statica sociale, o le condizioni essenziali per la felicità umana], datato 1851, Spencer parlò dell'allargamento della libertà umana e delle libertà individuali in base ad una propria teoria di stampo lamarckiano. Tuttavia la prima vera elaborazione sull'evoluzione, Spencer la espresse in uno articolo dal titolo *Progress: Its Law and Cause* [Il progresso, la sua legge e la sua causa] pubblicato nella *Westminster Review* dell'aprile 1857 e ripubblicato sul primo volume dei suoi *Saggi*.<sup>564</sup> In questo scritto egli propose una visione generale dell'universo che combinava i concetti espressi dal poeta inglese Coleridge<sup>565</sup> nell'opera *The Theory of Life* (1848), dal tedesco Schelling<sup>566</sup> nella *Naturphilosophie* e da von Baer nella legge embriologica di cui abbiamo parlato.

Secondo Spencer nell'universo tutte le cose si sviluppavano trasformandosi da semplici, omogenee e indifferenziate in strutture via via più complesse, differenziate, eterogenee ed in relazione tra loro. Questa legge era visibile ovunque si volgesse lo sguardo. Coinvolgeva le osservazioni astronomiche, la biologia, l'organizzazione sociale, la psiche umana ecc.. Spencer aveva gettato le basi per l'intera sua vita di studioso; infatti ampliò dapprima questa idea nel libro *First Principles of a New System of Philosophy* del 1862<sup>567</sup> e poi in quella serie di libri monografici di cui si è parlato prima e che riunì sotto il già citato disegno di *sistema di filosofia sintetica*.

Quando uscì *l'Origine delle specie*, Spencer fu entusiasta di leggervi una conferma autorevole di ciò che aveva ipotizzato e fu felice che di trasformazione, se non ancora di evoluzione, si iniziasse a parlare così ampiamente nella società. Coniò la frase *survival of the fittest* [sopravvivenza del più adatto] riferendosi alla selezione naturale, tuttavia rimase della convinzione che quel meccanismo privo di scopo teleologico era sì funzionante in Natura, ma non era l'unico sistema evolutivo. Anzi, ben più importante, secondo il suo pensiero, era una forza interna alle strutture stesse che portava all'evoluzione, secondo un'idea che

---

<sup>563</sup> H. Spencer, *Social Statics or the Conditions Essential to Human Happiness*, D. Appleton and Co., 1865

<sup>564</sup> H. Spencer, *Essays Scientific, Political and Speculative, Vol. 1*, 2da ed., 1891

<sup>565</sup> Samuel Taylor Coleridge (1772-1834)

<sup>566</sup> Friedrich Wilhelm Joseph Schelling (1775-1854)

<sup>567</sup> H. Spencer, *First Principles*, Williams and Norgate, 2<sup>nd</sup> ed., 1867



ricalcava il pensiero lamarckiano. Come già aveva accennato nello scritto del 1857, nei *Primi principi* (1862) sostenne che tutti i fenomeni potevano essere spiegati attraverso un lungo processo di evoluzione. In Natura esisteva un *principio di continuità* per il quale gli organismi semplici, omogenei ed instabili, tendevano spontaneamente ad aumentare di complessità ed eterogeneità in uno sviluppo continuo verso forme più evolute, più autosufficienti, più individuali, ma anche più interconnesse in una fitta rete di relazioni. In altre parole il formarsi progressivo di un ordine che andava dal semplice al complesso, dal disorganico all'organico, dall'omogeneo all'eterogeneo, permeava tutto l'universo. La materia si integrava, il moto si dissipava, in una dinamica generale dove lo stato omogeneo indefinito si trasformava in una eterogeneità definita e coerente. Le parti, una volta unite e confuse in un tutto omogeneo, venivano a delinearsi singolarmente in individualità separate ed eterogenee, ma collegate sempre più da interrelazioni complesse.

Nella società, oltre che nella biologia, il principio evolutivo continuava il suo corso. Le diverse forme di aggregazione sociale, succedutesi nella storia, erano il frutto di un lento processo di sempre maggiore organizzazione e coesione in continuo cambiamento verso forme più articolate, adatte al mutare delle esigenze umane. Questo processo era spontaneo e non doveva essere ostacolato dallo Stato; qualsiasi suo intervento, infatti, avrebbe rallentato se non addirittura bloccato l'evoluzione che si andava spiegando naturalmente. Spontaneamente sarebbero sorti nuovi ordinamenti e nuovi assetamenti nei quali i bisogni pubblici e privati si sarebbero incontrati in forme armoniche complesse.

Da supposte basi biologiche di chiara inconfutabilità, quindi, Spencer ne ricavò delle considerazioni sempre più ampie in ogni campo dello scibile umano. Era evidente che il suo ragionamento, fondato su pensieri e convinzioni piuttosto che su dati oggettivi nonostante avesse la pretesa di risultare empirico, era assolutamente metafisico, romantico e nasceva dall'esigenza di giustificare il valore religioso della scienza con una misteriosa realtà infinita che ne sarebbe stata il fondamento.<sup>568</sup> Inoltre, se da un lato la legge evolutiva universale spiegava il divenire delle cose, dall'altro non ne identificava la causa ultima. C'era sempre spazio per un *Inconoscibile* che rendeva merito alla religione e ne auspicava una integrazione con la filosofia.

L'evoluzionismo di Spencer, dunque, poco aveva a che vedere con la legge della trasformazione delle specie di cui Darwin aveva scritto. Mentre la filosofia di Spencer utilizzava il ragionamento darwiniano per confermare la propria ipotesi evolutiva, la biologia di Darwin non aveva nessuna intenzione di vedersi estrapolata in discorsi che esulavano dal terreno scientifico. Lo stesso Darwin fu sempre restio ad addentrarsi nei campi speculativi a cui molti pensatori volevano trascinarlo, anche se, bisogna riconoscerlo, iniziò a parlare di *evoluzione* solo dopo averne sentito parlare da Spencer, come abbiamo visto all'inizio nel capitolo dedicato a Wallace. L'argomento della selezione naturale era, però, troppo ghiotto per non volerci leggere null'altro. Così tanti studiosi si sentirono stimolati nell'immaginarsi una serie di possibili implicazioni. Fra questi si distinse un biologo tedesco di nome Ernst Haeckel, il quale sviluppò una particolare filosofia evolutivista materialista.

---

<sup>568</sup> N. Abbagnano, 2006, *op. cit.*, v. 4, p.476-7

### 20.3 L'evoluzionismo materialistico (monismo) di Ernst Haeckel

Ernst Haeckel<sup>569</sup> iniziò la sua carriera come medico, ma ben presto decise di indirizzare i propri studi verso le scienze della vita. Consegui un dottorato in zoologia e, nel 1862, divenne professore all'Università di Jena dove insegnò anatomia comparata e zoologia. Le sue ricerche biologiche furono esemplari. Si interessò di numerosi invertebrati come radiolari, poriferi e anellidi, scoprì migliaia di nuove specie e ne scrisse libri scientifici pieni di dati e di mirabili disegni. Lui stesso si diletta nel comporre le rappresentazioni grafiche dei suoi libri utilizzando tecniche diverse. La sua opera artistica più famosa: il *Kunstformen der Natur* [Le forme artistiche della Natura] è un libro di stampe litografiche e di autotipo, pubblicato in dieci fascicoli dal 1899 e come volume completo nel 1904.

Dopo aver letto l'*Origine delle specie* e avere fatto visita a Darwin, Huxley e Lyell, decise di pubblicare un testo semplice per far circolare al meglio, nella sua nazione, le idee evolutive. Così, nel 1868 diede alle stampe *Natürliche Schöpfungsgeschichte* che nel 1876 venne tradotto in inglese col titolo *The History of Creation* e in altre lingue tra cui l'italiano *Storia della creazione naturale*<sup>570</sup> (1892) diventando famoso in tutto il mondo occidentale. Visto il successo e la sua naturale propensione, continuò a scrivere testi divulgativi che finirono, però, col diffondere una sua propria immagine del mondo, molto distante dalla scienza rigorosa. Nella sua carriera pubblicò numerosi libri scientifici, pseudo-scientifici e resoconti dei suoi viaggi. Tra gli altri, nel 1874 diede alle stampe *Anthropogenie* che trattava dell'origine dell'uomo<sup>571</sup> e tra il 1895 e il 1899 *Die Welträthsel* sui problemi dell'universo.<sup>572</sup>

Haeckel fu un personaggio controverso. Se da un lato ebbe numerosi meriti scientifici, dall'altro si addentrò in speculazioni filosofiche assolutamente soggettive e affatto rigorose che però, data la sua figura autorevole, ebbero un grosso impatto sulla società dell'epoca, soprattutto in Germania dove l'idealismo trovava la sua vera patria.

#### 20.3.1 Haeckel scienziato

Dal punto di vista scientifico Haeckel diede diversi e importanti contributi. Produسه numerose monografie zoologiche, fu il primo a disegnare un albero genealogico completo di tutte le forme viventi, seppe interpretare con grande intelligenza il momento storico scientifico, ad esempio coniando parole che sarebbero diventate di uso comune come phylum, filogenesi, ontogenesi, ecologia. Haeckel fu tra i primi a sostenere che l'uomo era un prodotto dell'evoluzione e, prima che si divulgassero le notizie del Neandertal, si convinse che i resti di antichi ominidi dovevano trovarsi nelle isole indonesiane; chiamò una di queste ipotetiche specie *Pithecanthropus alalus* e mandò un allievo alla sua ricerca. Haeckel produsse anche una teoria scientifica che, seppur fallace, viene spesso menzionata perché ha il pregio di essere affascinante.

---

<sup>569</sup> Ernst Heinrich Philipp August Haeckel (1834-1919)

<sup>570</sup> E. Haeckel, *Storia della creazione naturale*, UTE (Unione Tipografico-Editrice), 1892

<sup>571</sup> Tradotto in inglese col titolo *The Origin of Man*, in italiano col titolo *Antropogenia o storia dell'evoluzione umana*, UTE (Unione Tipografico-Editrice), 1895

<sup>572</sup> Tradotto in inglese col titolo: *The Riddle of the Universe* (1901), in italiano *I problemi dell'universo*, UTE (Unione Tipografico-Editrice), 1904

Questa teoria, chiamata della ricapitolazione o *legge biogenetica fondamentale*, venne sintetizzata dalla frase: *l'ontogenesi è la ricapitolazione della filogenesi*. A riguardo scrisse:

Ho già, nella mia *Morfologia Generale* [...], descritto la stretta connessione causale che esiste, secondo la mia opinione, tra i due rami dell'evoluzione organica come una delle idee più importanti del trasformismo, e per esso ho enunciato una precisa formula in un certo numero di «tesi sul nesso causale dello sviluppo biontico e filetico»: «*L'ontogenesi è una breve e rapida ricapitolazione della filogenesi*, determinata da funzioni fisiologiche della eredità (generazione) e dell'adattamento (sostentamento).»<sup>573</sup>

Secondo questa legge, ad esempio, l'uovo umano fecondato sarebbe il ricordo atavico degli organismi unicellulari, mentre l'embrione di qualche settimana lo sarebbe dei vertebrati più semplici come lo andava a dimostrare la comparsa delle fessure branchiali tipiche dei pesci e il prolungamento della colonna vertebrale che si estendeva a formare una coda prima di regredire. In una tipica illustrazione, Haeckel mostrò come si rassomigliavano, nei diversi stadi di sviluppo, gli embrioni di pesce, salamandra, tartaruga, pollo, maiale, vitello, coniglio e uomo. Questa rappresentazione grafica, disegnata nel 1874, però, è frutto di aspre controversie. La rassomiglianza dei vari embrioni era stata accentuata da Haeckel, come lui stesso ammise minimizzandone la portata.<sup>574</sup> Resta il fatto che nelle edizioni successive i disegni dello stesso Haeckel furono più veritieri. Rimane, purtroppo, il rammarico in quanto, appellandosi a questa *frode*, i creazionisti odierni hanno trovato in Haeckel molto materiale per gettare discredito sull'intera teoria evuzionistica.<sup>575</sup> Così scrive Michael K. Richardson:

“[...] le illustrazioni di Haeckel del 1874 sono sostanzialmente artefatte. [...] Non è irragionevole considerarle un falso. Le illustrazioni delle edizioni successive di Haeckel erano più accurate e mostravano variazioni significative tra gli embrioni delle differenti specie. Purtroppo, sono le illustrazioni screditate del 1874 che vengono utilizzate oggi in tanti manuali britannici ed americani di biologia.”<sup>576</sup>

Haeckel si sentiva sicuro che l'ontogenesi avrebbe fornito una prova della filogenesi, il confronto fra i diversi stadi di sviluppo degli embrioni avrebbe aiutato a collocarvi i nuovi ritrovamenti fossili e a disegnare l'intero albero genealogico. Purtroppo questa speranza venne presto a cadere e si capì che l'ontogenesi non avveniva ad un livello così dettagliato come Haeckel andava dicendo. La sua, così detta, “ricapitolazione forte” è oggi sostituita da una sorta di “ricapitolazione debole” che vede l'embriogenesi come il risultato del processo di sviluppo ancestrale dell'embrione modificatosi nel corso delle ere dalla evoluzione.

Dato che oggi la tecnologia ci permette di vedere sempre più a livello molecolare lo svolgersi temporale dell'espressione genica, abbiamo comunque la certezza che evoluzione e sviluppo sono strettamente legate, come insegna la nuova disciplina dell'*Evo-Devo*, abbreviazione di *Evolution-Development* [Evoluzione-Sviluppo]. Scrive Alessandro Minelli:

---

<sup>573</sup> E. Haeckel, *The Riddle of the Universe at the Close of the Nineteenth Century*, 1899, Read Books, 2007, p. 81

<sup>574</sup> Cfr. la lettera da lui scritta alla rivista “Münchener Allgemeine Zeitung” del 9 gennaio 1909

<sup>575</sup> R. Grigg, *Ernst Haeckel, evangelist for evolution and apostle of deceit*, Creation, March 1996, v. 18, n. 2, pp. 33-36,

<sup>576</sup> M. K. Richardson, *Haeckel's Embryos, Continued*, Science 28 August 1998, v. 281, n. 5381, p. 1285

Certo se ci si potesse fidare della validità della legge biogenetica di Haeckel, sarebbe facile ricostruire la storia evolutiva, anche in completa assenza di fossili. Il che sarebbe una grandissima fortuna [...] Purtroppo, però, della legge biogenetica non ci possiamo fidare più di tanto, per diversi motivi.<sup>577</sup>

Non si può ridurre tutto ad una storia di aggiunte terminali, né si può pensare che esistano solo poche eccezioni e che queste siano novità evolutive puntiformi e facilmente riconoscibili inserite qui e là lungo lo sviluppo embrionale. Diventa sempre più evidente che la sequenza degli stadi di sviluppo attraversata dall'antenato è stata modificata in modi differenti, ad esempio con l'intera cancellazione di alcune tappe o con lo sconvolgimento dell'ordine.

### 20.3.2 Haeckel filosofo

Haeckel era un uomo di fulgida fantasia. Non stupisce, dunque, che nel campo del puro ragionamento propose idee ancora più ardite. Come molti altri suoi contemporanei che abbracciavano il credo positivisticò, professò di attenersi rigidamente allo studio dei fatti e delle loro leggi, ma sconfinò in una personale dottrina metafisica basata sul concetto di sostanza unica (monismo) che avrebbe, secondo il suo pensiero, soppiantato interamente ogni altra filosofia e religione.

Rispetto ad altri paesi europei, in Germania il clima culturale era assai diverso in quanto si respirava ancora l'aria romantica della Naturphilosophie di Schelling e Goethe, così Haeckel subì questa forte influenza. Infatti, secondo Abbagnano, "E' la tendenza romantica a cercare e a realizzare l'infinito che conduce scienziati tipo Haeckel a rivestire d'un significato assoluto e religioso ipotesi e fatti della scienza".<sup>578</sup>

Sarebbe, tuttavia, ingenuo liquidare il pensiero di Haeckel come una semplice fantasia. Le sue idee ebbero una enorme influenza sulla società dell'epoca, soprattutto tedesca, basti pensare all'ampia divulgazione del già citato *Die Welträthsel*, il quale vendette circa 400000 copie nella sola prima edizione, o alla diffusione della sua concezione di ordine gerarchico delle razze umane (dalle più basse -papuana ed ottentotta- alle più elevate -caucasica, comprendente le indo-germaniche e semitiche-, come messo in evidenza in un tipico albero evolutivo nel suo libro *Natürliche Schöpfungsgeschichte* del 1868) ritenuta una base scientifico-filosofica del nazional socialismo. Per queste ed altre ragioni, nel libro *The Scientific Origin of National Socialism* del 1971 Daniel Gasman lo accusò di avere avuto una responsabilità specifica nei programmi razzisti nazionalisti, compreso quelli antisemiti. Sullo stesso tono sono apparsi altri commenti da parte di Stephen J. Gould nel libro *Ontogeny and Phylogeny* del 1977 e di Richard Weikart nel suo *From Darwin to Hitler* del 2004. Mentre lo stesso Daniel Gasman rincarava la dose in un altro libro intitolato *Haeckel's Monism and the Birth of Fascist Ideology*,<sup>579</sup> altri autori, come lo storico americano Robert J. Richards, tendevano ad alleviarlo da responsabilità così gravi.<sup>580</sup>

---

<sup>577</sup> A. Minelli, 2007, *op. cit.*, p. 87-8

<sup>578</sup> N. Abbagnano, 2006, *op. cit.*, v. 4, p. 617

<sup>579</sup> D. Gasman, *Haeckel's Monism and the Birth of Fascist Ideology*, Palgrave Macmillan, 1998

<sup>580</sup> R. J. Richards, *Ernst Haeckel's Alleged Anti-Semitism and Contributions to Nazi Biology*, saggio basato sul libro *The Tragic Sense of Life: Ernst Haeckel and the Struggle over Evolutionary Thought*, University of Chicago Press, 2008. In: [www.ferris.edu/isar/haeckel.pdf](http://www.ferris.edu/isar/haeckel.pdf)

Non è questo il luogo dove approfondire il pensiero filosofico di Haeckel anche perché, come sottolineato da Abbagnano, Haeckel evidenzia un carattere arbitrario e diletteristico.<sup>581</sup> Basti accennare al fatto che, essendo convinto della continuità e dell'unità dello sviluppo organico Haeckel, oltre a ribadire la teoria biogenetica fondamentale di cui abbiamo accennato, enunciò una seconda legge fondamentale, base del suo *monismo*. In questa *legge della sostanza* si fondevano la legge della conservazione della massa del chimico francese Lavoisier e la legge della conservazione della energia del fisico tedesco von Mayer<sup>582</sup> in quanto materia e energia non erano che due attributi inseparabili di un'unica sostanza identificabile in Dio.

---

<sup>581</sup> N. Abbagnano, 2006, *op. cit.*, v. 4, p. 617

<sup>582</sup> Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794); Julius Robert von Mayer (1814-1878)

## 21 Implicazioni sociali dell'evoluzione, l'eugenica

Nei 50 anni che vanno dal 1880 al 1930 era credenza comune che le qualità umane, l'intelletto, la morale e il carattere, fossero determinati dall'ereditarietà. L'incapacità, la religiosità, il coraggio, il patriottismo, il senso dello humor, l'amore per la bellezza, l'inclinazione alla filosofia, la natura fiduciosa e la tendenza al vagabondaggio erano solo alcuni dei caratteri attribuiti alla discendenza buona o cattiva.<sup>583</sup> (D. B. Paul, *Controlling human heredity*)

Il concetto di *evoluzione* non nacque, dunque, per dare un nome al meccanismo di trasformazione delle specie, esso era già presente nelle menti di alcuni filosofi che si immaginavano una Natura tendente al progresso, alla perfezione, quasi che procedesse verso un fine nobile. Ne seguì una confusione diffusa dove la biologia venne travisata e mescolata a problematiche più ampie di tipo antropologico, sociale, psicologico, politico ed economico.

Innanzitutto si cominciò con il fraintendere *più adatto*. La teoria di Wallace e Darwin prevedeva che tra i tanti organismi messi al mondo, solo i più adatti all'ambiente riuscissero a sopravvivere e quindi a tramandare ai posteri i loro caratteri. Ma sebbene *più adatto* non volesse dire *migliore*, si fece spesso confusione. L'adatto non era solo l'organismo che riusciva a mettere al mondo più figli come sosteneva la teoria della selezione naturale, ma anche il più forte, il più intelligente, il più veloce. Un'altra generalizzazione divenne opinione comune. Se l'uomo sottostava alle regole naturali come ogni altro essere vivente ed i figli avevano un aspetto simile ai genitori, allora tutto poteva avere una base congenita. Così i figli ricordavano i padri e le madri sia per le loro qualità (come il carattere gentile, il talento per l'arte o la poesia, la predisposizione alla matematica o al diritto), sia per tanti caratteri negativi (come l'avarizia, l'indolenza, la demenza, la predisposizione all'alcolismo, al furto, alla vita randagia). Le condizioni di disagio sociale a cavallo dei secoli XIX e XX alimentarono, così, il credo che la degenerazione della civiltà si dovesse cercare all'interno dello stesso mondo occidentale dove vivevano e prosperavano classi di individui inferiori. Si iniziò col segregare i così detti *deboli di mente*, ma con il peggiorare delle condizioni economiche e con il cambiamento del quadro politico e delle ideologie, in alcuni paesi si praticò la sterilizzazione di massa che sfociò, nei casi più drammatici, in uccisioni e genocidi.

### 21.1 Il pericolo della degradazione della società civile

Già prima della salita al trono della Regina Vittoria, in Inghilterra si respirava un'aria di sfida tra la classe lavoratrice e la nobiltà decadente; ora l'accorrere di grandi masse verso le città stava producendo situazioni di grave disoccupazione. Sembrava che la nazione fosse divisa fra un popolo di lavoratori sulle

---

<sup>583</sup> D. B. Paul, *Controlling Human Heredity (1865 to present)*, Humanities Press International Inc., 1995, cap. 1

cui spalle poggiava l'intera comunità e un misto di gente povera e senza lavoro, o nobile e decadente, che viveva da parassita. La situazione andava aggravandosi poiché i lavoratori, essendo troppo impegnati a produrre, generavano pochi figli mentre gli altri procreavano senza sosta. La tensione sociale aumentò quando iniziò a diffondersi la credenza che anche i caratteri immateriali (psicologici, comportamentali ecc.) fossero ereditabili al pari del colore dei capelli o della statura. Se la miseria, l'ozio, la ladroneria, la demenza ed altre spregevoli caratteristiche erano ereditarie, allora le città andavano degradandosi velocemente. Secoli prima la selezione naturale avrebbe ristabilito gli equilibri facendo morire di fame i poveretti, ma ora che lo stato sociale dava protezione ai deboli, tale meccanismo non era più operante. La medicina, con i suoi progressi, curava sempre meglio i malati mettendoli in grado di lasciare eredi, anch'essi malati e bisognosi di cure. La società si stava dirigendo verso un declino inarrestabile.

Di ereditabilità, a quei tempi, poco si sapeva. L'esperienza diceva che da due neri nascevano solo bambini neri o che i figli di genitori alti avevano anch'essi un'alta statura. Poco di più sapevano gli allevatori di bestiame che cercavano di selezionare i caratteri più interessanti, nonché i coltivatori che ricercavano le sementi più resistenti e produttive. Per quanto riguardava gli animali domestici le pecore erano scelte per il vello, le mucche per le carni o per il latte, tutti caratteri prettamente fisici. Ma per quel che riguardava i cani era importante anche far risaltare un certo tipo di indole.<sup>584</sup> I cani da pastore, ad esempio, dovevano avere un carattere docile con il padrone, ma fermo e risoluto con il gregge, i cani da guardia dovevano essere aggressivi e territorialisti, mentre i cani da caccia dovevano avere una predisposizione per la punta e l'inseguimento.

Se l'uomo, come diceva Darwin, era anch'egli un animale e sottostava alle stesse leggi di ereditarietà, allora era logico pensare che l'avarizia, la povertà o l'alcolismo, ad esempio, potessero essere trasmessi ai figli. Inoltre se si pensava, come insegnava Lamarck, che certi caratteri potessero essere acquisiti col bisogno o il desiderio, ne seguiva che un ladro oltre a generare figli suoi simili diffondeva nelle persone che frequentava la propensione al furto. Alla stessa stregua, ma con ben altre qualità, un magistrato avrebbe trasmesso la propensione alla giustizia, uno studioso la volontà di conoscere, un bravo chirurgo la sua abilità nell'operare.

Non tutti la pensavano così. Wallace sosteneva che i caratteri immateriali non fossero congeniti, ma gli oppositori ribattevano che quella fosse una giustificazione delle sue umili origini; Darwin si mostrò sempre cauto nel trarre conclusioni generali dalla propria teoria; suo cugino Francis Galton si convinse che la società civile poteva essere migliorata attraverso meccanismi di *eugenica*.

## 21.2 L'eugenica

Francis Galton<sup>585</sup> non era cugino diretto di Charles Darwin in quanto nipote dello stesso nonno (Erasmus Darwin), ma discendente della sua seconda moglie (Elizabeth Collier Sacheverel-Pole) e non della prima, nonna di Charles (Mary Howard). Esploratore, inventore, studioso di antropologia, geografia, meteorologia, innamorato della quantificazione e della statistica, nella storia dell'evoluzione Galton viene ricordato

---

<sup>584</sup> Sull'indole dei cani cfr.: S. Budiansky, *The Truth about Dogs*, Viking, 2000. In italiano: *L'indole del cane*, Raffaello Cortina editore, 2004

<sup>585</sup> Francis Galton (1822-1911)

soprattutto per le sue idee innatiste. Proprio Galton diede, infatti, l'avvio ad un dibattito ancora attualissimo sulla nostra intima natura:<sup>586</sup> siamo ciò che siamo grazie all'eredità ricevuta dai nostri avi o siamo piuttosto il risultato dell'ambiente dove siamo vissuti? E' sua, infatti, la famosa allitterazione *nature and nurture* [natura e coltura] che sintetizza questo quesito affascinante e complesso.

Dopo essere stato consigliato dal cugino, Galton compì studi di matematica a Cambridge, poi, nella prima parte della sua carriera di interessò di geografia e di esplorazioni, mettendosi in evidenza con le sue memorie di viaggi. Sotto gli auspici della Royal Geographical Society organizzò e andò in spedizione in quella che ora è la Namibia del Nord, una regione mai visitata prima dagli europei. Da qui ne scaturirono il libro *Tropical South Africa* [Sud Africa tropicale] (1853) e il manuale *Art of Travel* [L'arte di viaggiare] (1855). Negli anni seguenti divenne un personaggio di spicco all'interno della stessa Società e si interessò in prima persona delle spedizioni britanniche degli anni 1850 e 1860 che portarono alla scoperta dei grandi laghi del centro Africa. Fu, tra l'altro, arbitro influente nella famosa disputa sulle sorgenti del Nilo.

Dopo avere letto con grande interesse la *Origine*, Galton si appassionò alla ricerca delle leggi che governavano l'ereditarietà e con l'articolo *Hereditary Talent and Character*<sup>587</sup> [Talento e carattere ereditario] scrisse inconsapevolmente un compendio di quello che sarebbe stato il suo lavoro negli anni a venire. “[...] infatti tutti i suoi [successivi] lavori sulla eredità, antropometria, psicologia e metodo statistico sembrano avere le radici nelle idee di questo scritto”.<sup>588</sup> Si trattava di idee che introducevano ad una sorta di nuova ideologia che si prefiggeva di migliorare l'umanità e che prese il nome di *eugenica*,<sup>589</sup> un termine coniato dallo stesso Galton e che derivava dal greco *buona nascita* [êu=buono, génos=razza, specie]. Guidato dalla convinzione che i caratteri venissero ereditati in modo rigido, Galton si produsse in numerosi esperimenti e valutazioni scientifiche facendo affidamento sui calcoli statistici che aveva imparato in gioventù e che lui stesso elaborò in seguito.

Nonostante oggi venga ricordato negativamente per ciò che racconteremo fra breve, non va dimenticato che fu proprio lui ad inaugurare un nuovo modo di intendere la biologia. Sotto l'onda positivista che nell'Inghilterra del tempo permeò ogni campo del sapere, Galton inaugurò gli studi biometrici come nel libro *Naturale Inheritance* [Eredità naturale] (1889) che ispirò tre suoi grandi discepoli: William Bateson, Karl Pearson e W.F.R. Weldon e che, come vedremo più avanti, segnò l'avvio di una nuova disciplina: la genetica.

Secondo quanto pensava lo scienziato inglese, il rischio di una involuzione per l'umanità era reale. In tempi antichi la selezione naturale aveva permesso ad un ominide scimmiesco il raggiungimento delle alte vette dell'intelletto, ma ora questo processo era interrotto in quanto la società civile proteggeva le persone deboli, le stesse persone che, allo stato di Natura, sarebbero perite. La scienza doveva, quindi, rimettere in moto l'evoluzione, non solo invertendo la tendenza al degrado, ma accelerando l'innalzamento dell'umanità

<sup>586</sup> Cfr. M. Ridley, *Il gene agile*, Adelphi, 2005. Originale inglese: “Nature via nurture”, 2003

<sup>587</sup> F. Galton, *Hereditary Talent and Character*, Macmillan's Magazine, 1865, v. 12, in 2 parti: pp. 157-166, pp. 318-327.

<sup>588</sup> N. W. Gillham, *Evolution by Jumps: Francis Galton and William Bateson and the Mechanism of Evolutionary Change*, In: J. F. Crow, W. F. Dove (eds), *Perspectives. Anecdotal, Historical and Critical Commentaries on Genetics*, Genetics, December 2001, v. 159, pp. 1383-1392, p. 1383

<sup>589</sup> In italiano i termini “eugenica” ed “eugenetica” sono sinonimi. A riguardo viene preferito il termine eugenica perché più vicino all'originale inglese “eugenics” coniato da Galton nel 1883



attraverso una selezione simile a quella che gli allevatori utilizzavano per migliorare le razze animali. Favorire il matrimonio delle persone selezionate era una proposta auspicabile, tuttavia avrebbe richiesto troppo tempo. Volendo agire in maniera rapida ed efficace bisognava affiancare a questa *eugenica positiva* una *eugenica negativa*, ovverosia bisognava intralciare, o meglio ancora impedire che gli indesiderati si accoppiassero e si riproducessero diffondendo di fatto la mala eredità.

Per avvalorare le proprie idee Galton pensò di ricercare l'ereditabilità dei talenti all'interno delle famiglie degli uomini illustri, d'altronde lui stesso era una prova tangibile di quanto sostenuto: era il cucino di Charles e nipote del rinomato Erasmus Darwin. Galton produsse, allora, una serie di tabelle a dimostrazione che i figli maschi delle persone eminenti occupavano posti di alta responsabilità, non tanto perché favoriti dai padri, quanto per le loro doti innate. Le figlie femmine, al contrario, erano più predisposte ad essere madri sensibili piuttosto che brillanti professori, politici o diplomatici. In sintesi: i caratteri intellettivi ricorrevano nelle famiglie, pur con distinzioni di genere.

### **21.3 Le ripercussioni sociali dell'ereditarietà**

Galton non ebbe successo. Stranamente, però, il diniego delle sue idee arrivò non tanto per carenza di scientificità, quanto per l'atteggiamento di Galton che ripudiò la religione con molta arroganza e produsse dichiarazioni sprezzanti nei confronti della morale e della scienza. L'eventuale applicazione dei concetti eugenici, inoltre, avrebbe comportato una serie di complesse problematiche. Se, ad esempio, il figlio di un assassino si fosse macchiato di un grave delitto, a chi doveva essere imputata la colpa? Se la propensione all'omicidio era stata ereditata, allora egli non era del tutto responsabile delle sue azioni criminali perché non dipendevano dalla sua volontà. Come considerare, dunque, il libero arbitrio e la responsabilità ad esso collegata? E che dire dell'educazione? Se il comportamento era innato diventava inutile formare i giovani nei sani principi.

Per il momento le idee eugeniche vennero abbandonate, ma era solo questione di tempo, perché l'alto tasso di procreazione delle classi deboli iniziò a preoccupare seriamente l'opinione pubblica. A cavallo dei secoli XIX e XX, nella stessa arena politica britannica il movimento eugenico crebbe trasversalmente, senza essere adottato da questa o quella corrente e senza l'esistenza di un manifesto condiviso. Tra gli uomini influenti dell'epoca il pensiero eugenico crebbe con tante sfumature diverse.<sup>590</sup> Tra i più convinti dell'interventismo vi furono Francis Galton e il suo discepolo Karl Pearson (ancora più radicale e da alcuni considerato un antesignano del nazional-socialismo), mentre tra i maggiori oppositori si schierarono George Bernard Shaw<sup>591</sup> e Wallace i quali erano convinti che sarebbe stata sufficiente una migliore condizione femminile per invertire la tendenza al diffondersi della mala eredità. Il primo, scrittore irlandese premio Nobel per la letteratura nel 1925, nel dramma *Uomo e superuomo* (1903) sottolineò l'importanza dell'amore libero e la necessità di non combinare matrimoni di convenienza. Il secondo prese spunto dal libro di Darwin sulla selezione sessuale per sostenere che la liberazione femminile sarebbe stata la chiave per risolvere il problema eugenico. Bisognava affrancarsi da certe consuetudini che bloccavano il passo alla selezione sessuale, come i matrimoni combinati per esclusivo interesse delle famiglie. Le giovani donne

---

<sup>590</sup> D. B. Paul, 1995, *op. cit.*, p. 35-8

<sup>591</sup> George Bernard Shaw (1856-1950)

non dovevano essere più costrette ad accoppiarsi con uomini vecchi e facoltosi, ma avrebbero scelto i ragazzi più belli, più coraggiosi, più volenterosi e dotati. L'amore libero e l'indipendenza economica della donna avrebbero portato la società verso un radioso sviluppo senza interventi restrittivi.<sup>592</sup> Un simile processo riformatore incruento avrebbe messo d'accordo sia il socialista, che vedeva nel denaro e nel potere personale una distorsione dei valori reali, sia il liberale, paladino della libertà del singolo. In questo quadro le azioni legislative dovevano tendere verso una maggiore liberalizzazione dei diritti della donna, nel contempo le famiglie sarebbero state invitate ad attenersi a criteri guida elaborati per favorire i matrimoni sani e diffondere l'utilizzo dei contraccettivi. All'opposto promuovere l'eugenica attraverso norme coercitive avrebbe sollevato questioni spinose. Chi era il fortunato a potersi accoppiare? Con chi doveva farlo? Chi doveva redigere la lista degli *indesiderati* e degli *idonei*? Con quali criteri? Con quali mezzi si sarebbe dovuto intervenire per evitare che gli *indesiderati* non mettessero al mondo dei figli?

#### **21.4 Le politiche eugeniche nel mondo**

Per maggiori dettagli sull'eugenica rimando ai capitoli dedicati in un mio precedente libro.<sup>593</sup> In questo contesto ricordo che nei paesi d'oltre manica le politiche eugeniche risentirono degli ideali, delle condizioni economiche e dei fatti contingenti. Se da principio, e un po' ovunque, le leggi si limitarono alla segregazione dei malati di mente in appositi istituti o campi di lavoro, con l'avvento della crisi post bellica del 1918 e della grande crisi del 1929 molte politiche si orientarono verso misure drastiche. L'eugenica fu il paravento dietro al quale si nascose l'odio razziale.

Leggi sulla sterilizzazione vennero approvate, a partire dal 1907, in molti stati nordamericani, nel 1929 in Danimarca, nel 1933 in Germania e in Columbia Britannica, dal 1934 al 1936 nei paesi baltici e scandinavi.<sup>594</sup> Nonostante la loro quasi contemporanea promulgazione esse vennero però applicate con diversi criteri a seconda dell'atteggiamento che la relativa nazione aveva verso l'eugenica.

Così, mentre nei paesi scandinavi la sterilizzazione si limitò ai casi più gravi di demenza, in Germania e negli Stati Uniti fu perpetrata in maniera ben più massiccia. I nazisti sterilizzarono, soprattutto nei primi quattro anni di regime, dalle 320000 alle 400000 persone,<sup>595</sup> tra queste i pazzi, gli schizofrenici e quelli affetti da depressione maniaca, ma anche i deformati, gli epilettici, i ciechi e i sordi congeniti, nonché i portatori di tare ereditarie come la *corea di Huntington* e gli alcolisti. Inoltre, quando la sterilizzazione fu ritenuta insufficiente, arrivarono alla soppressione diretta.

Anche i nordamericani, soprattutto in alcuni Stati, applicarono le leggi in maniera molto pesante, basti pensare che già prima del 1929 erano stati vasectomizzati 60000 individui, la metà nello Stato della California. Successivamente alla grande depressione economica che aveva indurito la coscienza dell'opinione pubblica, il tasso delle sterilizzazioni aumentò. La maggior parte per ragioni di deficienza, schizofrenia e alcolismo, ma una quantità non trascurabile (il 10%) interessò anche i disordini fisici.<sup>596</sup>

---

<sup>592</sup> L. Gordon, *Woman's Body, Woman's Right: A Social History of Birth Control in America*, Penguin Book, 1990, p. 119

<sup>593</sup> P. Pagano, 2005, *op. cit.*, pp. 205-36

<sup>594</sup> D. B. Paul, 1995, *op. cit.*

<sup>595</sup> G. Bock, *Zwangsterilization im Nationalsozialismus*, Opladen: Westdeutscher, 1986, p. 230-246

<sup>596</sup> D. B. Paul, 1995, *op. cit.*, p. 83

Inquinata dall'ideologia nazista l'eugenica tedesca, a partire dal 1933, prese una piega feroce ed inumana. Gli eugenisti degli altri paesi, una volta in stretto contatto e per molti versi in accordo con quelli tedeschi, dissentirono aspramente. Anche gli americani, piuttosto pesanti nelle loro scelte eugeniche, appena si accorsero dello sterminio perpetrato in nome dell'eugenica capirono che era il momento di fermarsi e ragionare. Anche oltre oceano si stava correndo il rischio di spostarsi verso posizioni estreme, ma gli ideali di libertà che da sempre distinguevano l'unione degli Stati non poteva essere rinnegata. A partire dalla metà degli anni '30 del XX secolo gli statunitensi si riorganizzarono in un movimento di riforma caratterizzato dalla denuncia risoluta delle atrocità naziste, ma oramai era troppo tardi. Il termine eugenica era diventato sinonimo di razzismo, atrocità, sofferenza, assassinio.

## 22 Variabilità ed eredità

I contributi teorici di Weismann hanno giocato anche un importante ruolo storico. «La continuità del plasma germinale» [1885] servi a neutralizzare l'influenza egemonica di Lamarck e dei suoi successori, le cui opinioni se corrette avrebbero minato tutto ciò che i principi di Mendel ci avevano insegnato.<sup>597</sup> (T. H. Morgan, *The Rise of Genetics*)

Se da un lato la teoria evolutiva aveva dato l'avvio ad una serie di eventi dall'enorme implicazione sociale, dal punto di vista scientifico erano molte le questioni che lasciava irrisolte. Prime fra tutte quelle sulla variabilità e sulla eredità. Quanta variabilità esisteva in Natura? Qual era la fonte di tale variabilità? Quali erano i meccanismi dell'ereditarietà?

A livello teorico la selezione naturale si dimostrava un ottimo meccanismo di trasformazione ed evoluzione delle specie nel tempo. Ma il suo funzionamento era strettamente legato alla variabilità intraspecifica, ovvero alla variabilità esistente tra individui della stessa specie. Se tutti gli animali di una specie fossero stati uguali, non ci sarebbe stata competizione e tutti avrebbero avuto uguali probabilità di tramandare ai posteri i loro caratteri. Anche se il caso fosse intervenuto a decimarne una parte, come poteva capitare in seguito ad una malattia epidemica, il risultato non sarebbe cambiato: quella specie, al passare del tempo sarebbe rimasta fissa ed immutabile. Se, al contrario, gli animali di una specie fossero stati molto diversi fra loro, allora sì che ci sarebbe stata una vera lotta per l'esistenza. Ci sarebbero stati vincitori e vinti e solo i caratteri dei vincitori sarebbero passati alla discendenza.

La reale forza della selezione naturale stava quindi nella quantità di variabilità intraspecifica. Maggiore variabilità significava una maggiore lotta per l'esistenza e quindi una maggiore selezione naturale ed una più rapida evoluzione. Nel libro *Darwinismo*, Wallace ne tentò una quantificazione. Dai paragoni eseguiti su alcuni caratteri fisici di diverse specie animali trovò una variabilità del 10-20% e oltre. Così scrisse nelle conclusioni del III capitolo:

Abbiamo mostrato ora in dettaglio, col rischio di essere tediosi, che la variabilità individuale è un carattere generale di tutte le specie comuni e diffuse di animali e piante; e, inoltre, che questa variabilità si estende, da quanto ne sappiamo, ad ogni parte e organo sia esterno che interno, così come ad ogni facoltà mentale. Ancora più importante è il fatto che ogni parte e organo varia di una quantità considerevole indipendentemente dalle altre parti. Ancora, abbiamo mostrato, con abbondante evidenza, che la variazione esistente è molto ampia -di solito raggiunge il 10 o il 20%, qualche volta anche il 25% delle dimensioni

---

<sup>597</sup> T. H. Morgan, *The Rise of Genetics*, Science, 1932, v. 76, pp. 261-7, 285-8, p. 263, Cfr. anche R. G. Winther, 2001, *op. cit.*, pp. 517-8

medie delle varie parti; mentre non solo l'uno o il due, ma dal 5 al 10% dei campioni esaminati mostrano all'incirca questa quantità di variazione.<sup>598</sup>

La variabilità era, dunque, sufficiente a sostenere la selezione naturale e a permettere l'evoluzione delle specie. Ma qual era la fonte di tale variabilità?

### **22.1 Darwin: variabilità ed eredità**

Dal punto di vista della variabilità le ipotesi evoluzioniste di Lamarck e di Darwin non erano in contrasto tra loro. Da un lato nulla escludeva che potessero funzionare indipendentemente, dall'altro lato il lamarckismo poteva fornire la fonte della variabilità intraspecifica che necessitava alla selezione naturale. Lamarckismo e darwinismo, in un certo qual modo, potevano essere complementari.

Darwin non esclude, infatti, l'evenienza che la fonte di variabilità potesse nascere dai desideri e dai bisogni che stimolavano la comparsa di nuovi organi (lamarckismo), tuttavia ritenne più probabile che fosse l'ambiente stesso a indurre dei cambiamenti negli esseri viventi senza un loro coinvolgimento più o meno consapevole.

Qual era, dunque, il meccanismo di questi cambiamenti, ovvero la base della variabilità ereditabile? In genere si credeva che i caratteri di un animale fossero una mescolanza (non bene identificata) dei caratteri dei progenitori. Se si paragonava questo tipo di ereditarietà ad un *paint pot*, ovvero ad un vaso contenente tanti colori rappresentanti ciascuno i vari caratteri, il risultato sarebbe dovuto essere sempre una media dei colori di partenza. Per esempio incrociando animali grandi e piccoli la prole avrebbe dovuto avere sempre dimensioni intermedie. Inoltre le varianti irrilevanti sarebbero state nascoste proprio come poche gocce di nero scomparivano in un grande vaso contenente della vernice bianca. La realtà, però, era diversa. Potevano nascere animali più grandi dei genitori e comparire varianti particolari presenti solo in antenati lontani. Era evidente che i caratteri non erano continui, probabilmente erano discreti (cioè discontinui) e così venivano trasportati lungo le generazioni.

Non potendo sottrarsi nell'esprimere una propria opinione, Darwin decise di avanzare una proposta teoria senza la pretesa di essere nella verità. Nel già citato libro *La variazione degli animali e delle piante sotto domesticazione* (1868) propose una teoria che chiamò *pangenesi*. L'idea fu che ogni animale avrebbe prodotto, ovunque nel corpo, delle particelle. Queste *gemmule* o *pangeni* avrebbero poi raggiunto le gonadi (ovvero gli organi sessuali) e sarebbero state inglobate nelle cellule germinali (uova e spermatozoi). Le nuove parti nate nell'animale in quanto esposto ad un certo ambiente avrebbero inviato alle gonadi delle nuove gemmule che sarebbero state inglobate nel corredo ereditabile dalla discendenza. In altre parole, le uova e gli spermatozoi degli animali modificati contenevano del materiale ereditario nuovo, acquisito durante la vita degli individui e che veniva trasmesso ai figli al momento del concepimento. Capitava, a volte, che le gemmule provenienti dalle diverse parti del corpo potessero andare incontro ad una aggregazione impropria (alcune potevano trovarsi in eccesso ed altre in difetto) così che anche il caso giocava un proprio ruolo nel produrre una variabilità inattesa. Per quanto riguarda il fenomeno della

---

<sup>598</sup> A. R. Wallace, 1889, *op. cit.*, Chapter III, "Concluding Remarks"

comparsa occasionale nei ceppi puri di caratteri ancestrali, Darwin prevede l'esistenza di elementi dormienti che potevano rimanere latenti fino a riapparire casualmente anche dopo generazioni.

## 22.2 *Eredità debole ed eredità forte*

Con la teoria della pangenesi Darwin stava sostenendo una eredità che venne definita *debole*, *soft* in inglese, intendendo che i caratteri ereditari erano modificabili al passare da una generazione all'altra. *Debole*, infatti sottintendeva *flessibile*, *modulabile*. La modificazione del materiale ereditario poteva avvenire attraverso l'uso o il disuso degli organi, ma anche con un intervento diretto dell'ambiente, vuoi con un cambiamento climatico, vuoi attraverso la nutrizione, vuoi, per l'uomo, vivendo in un particolare contesto sociale. Eredità forte significava, invece, che il materiale ereditario non veniva in alcun modo modificato e passava inalterato di generazione in generazione. Darwin inizialmente pensò che l'eredità fosse debole, ma col tempo si convinse che il materiale ereditario dovesse essere, quantomeno, robusto.

Come è facile immaginare, Francis Galton, al contrario di Darwin, era un fervente sostenitore dell'eredità forte in quanto base delle sue idee eugeniche. Essendo, per lui e le sue idee, fondamentale dimostrare l'inconsistenza della pangenesi, decise di compiere degli esperimenti pratici. Procedette, quindi, con trasfusioni di sangue tra conigli di razze diverse e ripetuti incroci. Se i pangeni esistevano, i figli dei conigli *lop-eared* ma con sangue di coniglio *gray*, avrebbero avuto una colorazione *gray*, o, quantomeno, delle tracce *gray* nella loro pelliccia. I risultanti furono inequivocabili: nonostante le trasfusioni eseguite per due anni le razze continuavano a rimanere pure.

L'esperimento di Galton, però, non convinse appieno. Da un lato sembrò troppo rozzo, dall'altro i pangeni potevano arrivare alle gonadi con mezzi diversi dal sangue.

## 22.3 *Studi di microscopia*

La diatriba tra eredità debole ed eredità forte si pensò potesse essere risolta attraverso l'identificazione del materiale ereditario. A riguardo la microscopia sembrava fornire le migliori garanzie di riuscita, anche perché nel corso del XIX secolo aveva fatto numerosi passi avanti. Il problema delle aberrazioni ottiche venne, infatti, risolto soltanto nell'Ottocento con la costruzione di lenti acromatiche. Innanzitutto la microscopia era riuscita a demolire la teoria del preformismo, ovvero che l'animale adulto si trovasse già preformato, in miniatura, all'interno delle cellule germinali. Poi, negli anni 1839-1840, aveva permesso l'enunciazione della teoria cellulare: due tedeschi, il botanico Matthias J. Schleiden e lo zoologo Theodor Schwann<sup>599</sup> affermarono che tutti gli organismi viventi erano composti da cellule. Schleiden, tuttavia, era in errore quando affermava che le cellule potessero formarsi attraverso una cristallizzazione spontanea. Nel 1852, infatti, il prussiano Robert Remak<sup>600</sup> rigettò questa idea concludendo che le cellule avevano sempre origine dalla divisione di altre cellule e nel 1858 il medico e antropologo tedesco Rudolf Virchow<sup>601</sup> completò la teoria cellulare osservando una grande quantità di tessuti adulti, normali e patologici. Egli affermò che ogni cellula si originava esclusivamente da un'altra cellula simile già esistente. "Omnis cellula

---

<sup>599</sup> Matthias Jakob Schleiden (1804-1881); Theodor Schwann (1810-1882)

<sup>600</sup> Robert Remak (1815-1865)

<sup>601</sup> Rudolf Ludwig Karl Virchow (1821-1902)

e cellula”, diceva, adottando e rendendo popolare una frase coniata dal chimico e fisiologo francese François-Vincent Raspail,<sup>602</sup> anch’egli considerato un importante artefice della teoria cellulare.

Un piccolo inciso sarà utile per capire il perché quella cellulare viene classificata come teoria e non semplicemente come l’osservazione di un dato di fatto. Marcello Barbieri nel suo libro *I codici organici*<sup>603</sup> spiega che la versione *forte*, sostenendo che “tutti gli organismi *possibili* sono fatti di cellule” è una vera generalizzazione falsificabile di dati sperimentali, e quindi è una vera e propria teoria.

Nell’Ottocento gli studi citologici al microscopio subirono una forte accelerazione anche grazie ai nuovi metodi di colorazione dei preparati tissutali.<sup>604</sup> Nel 1871 il chimico svizzero Johann F. Miescher<sup>605</sup> scoprì nel nucleo delle cellule, in particolare nei globuli bianchi, una sostanza fino ad allora sconosciuta a cui diede il nome di nucleina. Undici anni dopo, nel 1882, il biologo tedesco Walther Flemming,<sup>606</sup> sempre nel nucleo cellulare, vide la stessa sostanza, ma le diede il nome di cromatina, in quanto intensamente colorabile con una sua particolare tecnica. Durante la divisione cellulare (che prese il nome di *mitosi*, dal greco *mitos*, racconto lineare) mentre il nucleo scompariva, la cromatina si addensava e dava origine ad un certo numero fisso di bastoncini colorati che, attraverso il funzionamento di un mirabile apparato, si distribuivano nelle cellule figlie e poi tornavano a dissolversi in cromatina. Nel 1888 l’anatomista tedesco Wilhelm von Waldeyer-Hartz<sup>607</sup> diede a questi bastoncini il nome di cromosomi derivandolo dal greco *khroma*, colore e *soma*, corpo.

Anche la fecondazione venne attentamente osservata al microscopio. Oskar Hertwig e Hermann Fol<sup>608</sup> dimostrarono che i nuclei delle uova e degli spermatozoi si fondevano e si veniva a creare una sola cellula.<sup>609,610</sup> Questa cellula, denominata zigote, subiva una serie di suddivisioni e dava origine prima ad un ammasso di cellule e poi all’embrione.

## 22.4 August Weismann

La microscopia affascinava anche il tedesco August Weismann,<sup>611</sup> considerato il fondatore di ciò che venne chiamato neodarwinismo e secondo alcuni uno dei più grandi biologi di tutti i tempi.<sup>612</sup>

August Weismann era nato in una famiglia borghese di Francoforte ed aveva compiuto studi di medicina perché, a dire dei suoi, avrebbe avuto maggiori opportunità di carriera. Ma la sua passione erano le scienze naturali che l’insegnante di pianoforte gli aveva trasmesso avviandolo alla collezione di insetti. Raggiunta

<sup>602</sup> François-Vincent Raspail (1794-1878)

<sup>603</sup> M. Barbieri, *I Codici Organici*”, PeQuod, 2000; in inglese: *The Organic Codes*, Cambridge University Press, 2002

<sup>604</sup> Cfr. H. J. Conn, A. Lloyd, *The History of Staining*, Biotech Publications, 1948

<sup>605</sup> Johann Friedrich Miescher (1844-1895)

<sup>606</sup> Walther Flemming (1843-1915)

<sup>607</sup> Wilhelm von Waldeyer-Hartz (1836-1921)

<sup>608</sup> Oskar Hertwig (1849-1922); Hermann Fol (1845-1892)

<sup>609</sup> Hertwig Oskar, *Beitraege zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung, und Theilung des thierischen Eies*, Morphol. Jahrb. 3., 1876

<sup>610</sup> H. Fol, *Recherches sur la fécondation et le commencement de l’hénogénie chez divers animaux*, Mémoires de Société de Physique et d’histoire nat., Genève, 1879

<sup>611</sup> August Weismann (1834-1914)

<sup>612</sup> E. Mayr, 1992, p. 646

la maturità e dovendo abbandonare l'osservazione al microscopio per problemi alla vista, decise di concentrarsi sulla risoluzione dei problemi evoluzionistici ed in particolar modo sui meccanismi ereditari. Grazie alle intuizioni geniali e alle prese di posizione ferme e risolutive, Weismann si guadagnò presto grande notorietà, produsse una notevole quantità di saggi ed enunciò alcune teorie la più influente delle quali venne descritta nel libro *Das Keimplasma* [Il plasma germinale] (1892). August Weismann viene ricordato principalmente per tre tesi che avrebbe esposto: (1) I caratteri acquisiti non vengono ereditati, (2) la variazione nel materiale ereditario sorge unicamente da processi ereditari interni quali la riproduzione sessuale e (3) il plasma germinale è continuo all'interno e tra le generazioni.<sup>613</sup>

In giovane età Weismann si era allineato ai saperi dell'epoca, tuttavia presto si rese conto che le idee di Lamarck e di Darwin sulla ereditarietà non erano affatto soddisfacenti. Così scrisse criticamente:

“Come può una singola cellula riprodurre la totalità del genitore con la fedeltà di un ritratto?” La risposta è estremamente complessa e nessuno dei molti tentativi di risolvere il problema può essere considerato soddisfacente; nessuno di questi tentativi può essere visto come il principio di una spiegazione o un sicuro fondamento dal quale attenderci in futuro una soluzione completa. Né la «Perigenesi del Plastidulo» di Haeckel, né la «Pangenesi» di Darwin possono essere viste come tale inizio. La prima ipotesi non tratta in realtà quella parte del problema che viene qui considerato prioritario, cioè la spiegazione del fatto che le tendenze ereditarie sono presenti nelle singole cellule, ma tratta piuttosto della questione circa la maniera in cui è possibile concepire la trasmissione di alcune tendenze dello sviluppo nella cellula sessuale, e in ultima analisi nell'organismo che sorge da essa. Lo stesso può essere detto della proposta di His, il quale, come Haeckel, tratta l'eredità come la trasmissione di certi tipi di movimento. D'altra parte, si deve ammettere che l'ipotesi di Darwin va alla radice del problema, ma egli si accontenta di dare, come fa, una soluzione formale puramente provvisoria, la quale, come dice egli stesso, non dichiara di fornire un'analisi compiuta, ma ci offre comunque l'opportunità di guardare ai fatti della ereditarietà da un punto di vista comune.<sup>614</sup>

A Weismann fu presto chiaro che l'evoluzione poteva funzionare anche senza ereditarietà dei caratteri acquisiti. In alcuni insetti sociali molto evoluti quali le formiche e le api, infatti, l'ambiente non poteva modificarne i caratteri ereditari. Gli individui esposti, operaie e soldati, erano sterili mentre la regina, deputata alla riproduzione, era ben protetta all'interno della comunità. Questo esempio, sebbene semplificato, rendeva l'idea che, per spiegare interamente l'evoluzione, bisognava rivolgersi alla mera selezione naturale.

Tra il 1875 e il 1880 Weismann compì numerose osservazioni ed esperimenti finché, nel 1885,<sup>615</sup> enunciò una propria teoria: la teoria del plasma germinale o, in tedesco, *Keimplasmatheorie*. Weismann asserì che il materiale ereditario, denominato *plasma germinale*, era contenuto nel nucleo delle cellule ed era costituito da una sostanza chimica ben definita che poteva essere osservata al microscopio e corrispondeva alla cromatina che Walther Flemming aveva appena scoperto. Scrisse: “La cromatina è in

---

<sup>613</sup> R. G. Winther, *August Weismann on Germ-Plasm Variation*, *Journal of the History of Biology*, 2001, v. 34, pp. 517-55, p. 517

<sup>614</sup> A. Weismann, *Essays upon heredity*, Oxford at Clarendon Press, 1889, pp.165-6

<sup>615</sup> Weismann August, *The continuity of the Germ-plasm as the foundation of a Theory of Heredity*, 1885, A. Weismann, 1889, *op. cit.*



*una condizione tale da imprimere il carattere specifico alla cellula nel nucleo della quale è contenuta.*<sup>7616</sup>  
 Nella suddivisione cellulare la cromatina si addensava e si distribuiva nelle cellule figlie. Nella fecondazione, poi, la cromatina dello spermatozoo si univa a quella dell'uovo per dare origine al nuovo individuo. Probabilmente, pensò Weismann, la cromatina era costituita da parti diverse, i *determinanti*, che dopo la fecondazione si attivavano e davano origine ciascuno ad una parte del nuovo individuo.

Nei suoi esperimenti il biologo tedesco fece un'altra importante osservazione che lo portò ad una impegnativa conclusione: l'eredità era forte, ovvero il plasma germinale si manteneva inalterato da una generazione all'altra. Weismann aveva notato che subito dopo la fecondazione degli idroidi<sup>617</sup> e subito dopo le prime divisioni dello zigote, si aveva una netta separazione tra due tipi di cellule che davano origine, rispettivamente, ad una linea germinale e ad una linea somatica. Mentre le cellule della linea somatica si occupavano della costruzione del corpo, quelle della linea germinale rimanevano latenti fino a quando, nella fase adulta dell'organismo, maturavano in uova e spermatozoi. Siccome le due linee cellulari rimanevano separate e siccome *omnis cellula e cellula*, il materiale ereditario delle cellule germinali rimaneva inalterato per tutta la vita dell'individuo e veniva trasmesso tal quale alla discendenza. In altre parole le cellule della linea somatica erano modificate dall'ambiente ma non partecipavano alla riproduzione mentre quelle della linea germinale non venivano modificate dall'ambiente e davano origine ai nuovi individui. L'incomunicabilità fra cellule somatiche e cellule germinali venne detta *barriera di Weismann*.

Weismann aveva altri argomenti a sostegno dell'eredità forte. Fin dall'antichità gli ebrei venivano circumcisi, ma nonostante questa pratica fosse stata protratta per decine di generazioni i figli maschi continuavano a nascere con il prepuzio. Era una prova che quel carattere non era stato acquisito nel materiale ereditario. Ad ulteriore prova di quanto risaputo, Weismann procedette con un esperimento di excisione tagliando la coda a 1500 topi per 20 generazioni e riscontrando che nessuno dei discendenti era nato senza coda o con una coda anormale. L'esperimento era sì rozzo, ma Weismann l'aveva eseguito per fare tacere le voci secondo le quali erano nati ebrei senza il prepuzio e che da un gatto dalla coda tagliata erano nati gattini senza coda.

La tesi dell'eredità forte apriva un'altra questione molto delicata. Da dove nasceva la variabilità intraspecifica? Se l'ambiente non aveva alcuna influenza -né diretta né indiretta- sulle cellule germinali, la variabilità doveva nascere all'interno degli organismi. Weismann pensò che derivasse dal mescolamento del materiale ereditario proveniente dai genitori; tale rimescolamento rendeva ragione del fatto che i figli -e quindi tutti gli individui di una specie- fossero diversi gli uni dagli altri. La sua idea derivava dagli studi microscopici, compiuti negli anni 1883-1884 e 1887, dall'embriologo belga Edouard Van Beneden<sup>618</sup> su un processo di divisione cellulare che venne chiamato *meiosi* (dal greco *meiōsis*, diminuzione).<sup>619</sup> A differenza delle altre divisioni cellulari senza riduzione (mitosi) le cellule della linea germinale denominate gametociti (oociti e spermatociti) diventavano gameti maturi (uova e spermatozoi) dopo aver ridotto il loro materiale

---

<sup>616</sup> A. Weismann, *The Germ-plasm*, Charles Scribner's Sons, 1898, p. 32

<sup>617</sup> L'ordine degli idroidi appartiene alla classe degli idrozoi che comprende alcuni tipi di meduse (idromeduse).

<sup>618</sup> Edouard Van Beneden (1846-1910)

<sup>619</sup> G. Hamoir, *The discovery of meiosis by E. Van Beneden, a breakthrough in the morphological phase of heredity*, Int. J. Dev. Biol., 1992, v. 36, pp. 9-15

ereditario. La riduzione era necessaria, come tra l'altro aveva previsto Galton,<sup>620</sup> in quanto uova e spermatozoo univano i loro materiali ereditari quando si fondevano dando vita allo zigote. Per evitare che il materiale ereditario si duplicasse ogni qual volta si verificava una fecondazione, uova e spermatozoi dovevano avere metà del materiale ereditario finale. Van Beneden osservò al microscopio il verme cilindrico *Ascaris megalocephala* notando che i due cromosomi dell'uovo si univano ai due dello spermatozoo per fondersi nello zigote con 4 cromosomi.

Più avanti negli anni, all'indomani delle riscoperte dei lavori dell'abate Gregor Mendel (ne parleremo nel prossimo capitolo), Weismann poté avvalorarsi della genetica per confermare ulteriormente la sua tesi. All'interno degli organismi esisteva una pressoché infinita variabilità intraspecifica in quanto il materiale ereditario durante la meiosi prima di ridursi subiva un rimescolamento interno, in un processo che prese il nome di *crossing-over*. Per comprendere appieno il valore di questo processo era necessario tenere a mente che il materiale ereditario non era un qualcosa di uniforme e omogeneo, bensì era composto da determinanti diversi. In altre parole, supponendo che il materiale ereditario fosse composto da 90 determinanti identificati dai numeri naturali dall'1 al 90, e che il rimescolamento e la riduzione producessero cellule germinali con 45 determinanti scelti a caso, il processo assomigliava al gioco della tombola o del bingo. Da un sacchetto contenente 90 numeri si estraevano a caso i primi 45 numeri ed evidentemente ogni nuova estrazione era diversa dall'altra. Il risultato finale dell'intero processo era che ogni zigote aveva in sé una particolare metà dei determinanti provenienti dalla madre e una particolare metà dei determinanti provenienti del padre. Ogni zigote era quindi diverso dagli altri. Ecco spiegata la variabilità intraspecifica.

Ma nelle intuizioni di Weismann c'era dell'altro. L'idea che una sostanza chimica, il plasma germinale, fosse la base su cui veniva costruito un intero organismo portava un cambiamento sostanziale di paradigma. Il preformismo era già stato soppiantato dalla teoria cellulare, tuttavia si credeva che solo da un muscolo potesse nascere un muscolo, solo da un osso potesse nascere un osso. Ora Weismann aveva ipotizzato che il plasma germinale fosse totipotente, una sostanza dalla quale potevano nascere tutti i tipi di tessuti biologici. Era evidente che il plasma germinale conteneva in sé della *informazione* e che l'evoluzione era guidata esclusivamente dal caso.

L'eredità forte era un grosso colpo al credo comune sulle influenze ambientali e molti scienziati dell'epoca si rifiutarono di accettarla. Anzi, i lamarckiani e molti darwinisti si ribellarono a questa conclusione. Tra i più ostili c'era Herbert Spencer che, come si ricorderà, aveva basato tutta la sua filosofia su una tendenza universale alla perfezione.

Altre critiche ai lavori di Weismann riguardarono il fatto che costui aveva fornito solo qualche esempio di carattere acquisito che non veniva trasmesso alla prole, inoltre aveva spiegato come l'ereditarietà potesse essere forte ma non aveva dimostrato che tutti i caratteri si trasmettessero rigidamente. Si trattava, in sostanza, della comune critica all'induzione, ovvero: è sbagliato generalizzare partendo da pochi esempi. Solo a partire dagli anni 1930, dopo l'accumulo di altre prove a favore delle sue tesi e conseguentemente dopo l'avvento della sintesi evuzionista, Weismann venne ritenuto attendibile e il suo modello di evoluzione, epurato dall'eredità dei caratteri acquisiti e di ogni forma di eredità debole venne denominato

---

<sup>620</sup> E. Mayr, 1992, *op. cit.*, p. 644

neodarwinismo. Ancora oggi, tuttavia, la questione eredità debole-eredità forte è fonte di discussione; lo vedremo più avanti nel corso del libro. Una cosa rimase certa: con le sue scoperte e le sue intuizioni Weismann contribuì enormemente alla comprensione delle basi ereditarie sulle quali si sviluppò l'intera biologia del XX secolo.

### **22.5 Lamarckismo, darwinismo, neodarwinismo**

Riassumiamo ora, brevemente, le principali caratteristiche che condividevano e distinguevano le diverse correnti del pensiero biologico a cavallo del XIX e del XX secolo, si veda la Tabella 1. Lamarckismo, darwinismo e neodarwinismo sostenevano l'idea che gli organismi viventi soggiacessero ad un processo di evoluzione organica, tuttavia si differenziavano per le modalità con cui questa evoluzione si verificava.

Il lamarckismo asseriva che l'evoluzione era il frutto di una tendenza interna ad ogni organismo, tendenza verso il miglioramento delle proprie condizioni di vita. I bisogni e i desideri di ciascun individuo promuovevano la nascita di nuove parti e nuovi organi che si sviluppavano con l'uso o andavano incontro a riduzione e scomparsa col disuso. I caratteri così formati venivano ereditati e quindi trasmessi alla prole. Il vero motore dell'evoluzione lamarckiana era, quindi, l'impulso teleologico, una propensione innata verso il raggiungimento di uno scopo, un traguardo finale a cui tendere.

Su questo punto il darwinismo era in netto contrasto. Per i darwinisti non esisteva nessuna tendenza, nessun disegno, nessuno scopo alla base dell'evoluzione; semplicemente l'ambiente induceva delle modifiche, fonte della variabilità intraspecifica. L'uso e il disuso potevano giocare un loro ruolo, ma per necessità di adattamento all'ambiente e non per una spinta interna degli organismi. Inoltre, non era escluso che una parte della variabilità intraspecifica nascesse da processi meccanici interni allo stesso organismo, dovuti anche ad errori di trasporto o suddivisione di materiale ereditario. Tra i diversi individui di una specie era in essere una implacabile lotta per l'esistenza che dava a ciascuno una diversa probabilità di sopravvivenza (sopravvivenza del più adatto), una maggiore o minore probabilità di generare figli e quindi una maggiore o minore probabilità che certi caratteri venissero trasmessi alla discendenza. Il continuo sorgere della variabilità e la continua lotta per la sopravvivenza si traducevano in una selezione naturale che, col passare delle generazioni, determinava la trasformazione delle specie e quindi determinava l'evoluzione graduale.

Il neodarwinismo, sorto principalmente dalle tesi di Galton e Weismann, condivideva col darwinismo l'idea che non esistesse alcun disegno, alcuno scopo nella evoluzione. A differenza del darwinismo, però, per il neodarwinismo i caratteri acquisiti durante l'esistenza dell'individuo non potevano mai essere ereditabili, ovvero l'ambiente poteva modificare il corpo degli individui ma non i loro fattori ereditari che si tramandavano inalterati di generazione in generazione. La variabilità intraspecifica veniva prodotta da un meccanismo interno di riproduzione sessuale con rimescolamento del materiale ereditario. Su questa variabilità agiva, poi, la selezione naturale così come sostenuto dal darwinismo.

Tabella 1								
corrente di pensiero	fonte variabilità	causata da	attraverso	eredità		evoluzione		
lamarckismo	ambientale	desideri e bisogni	uso e disuso	ereditarietà dei caratteri acquisiti	debole	teleologica	spinta interna	graduale
darwinismo	ambientale e meccanismi interni	fattori ambientali e caso	caso e in minima parte uso e disuso	ereditarietà dei caratteri acquisiti	debole	senza finalità	selezione naturale, sessuale ecc.	graduale
neodarwinismo	solo tramite meccanismi interni	caso	riproduzione sessuale con rimescolamento del materiale ereditario	no ereditarietà dei caratteri acquisiti	forte	senza finalità	selezione naturale, sessuale ecc.	a salti

Un altro motivo di contrasto tra le diverse correnti di pensiero risiedeva nelle modalità dello svolgersi del processo evolutivo. I ritrovamenti fossili stringevano il darwinismo in una morsa. Da un lato l'assenza di fossili intermedi (i così detti anelli mancanti) metteva in dubbio il gradualismo, dall'altro il ritrovamento di fossili in serie continue confermavano la gradualità, ma osteggiavano la selezione naturale a favore del lamarckismo. Di questo avviso era il paleontologo Edward D. Cope,<sup>621</sup> colui che con l'altrettanto famoso collega Othniel C. Marsh<sup>622</sup> diede vita alla famosa *guerra delle ossa*.<sup>623</sup> Questi due scienziati americani, prima rispettosi uno dell'altro e poi acerrimi nemici, fecero importantissime scoperte tra le quali ben 143 nuove specie di dinosauri. Ebbene costoro trovarono numerosi fossili di mammiferi ungulati i quali mostravano come il passaggio da un animale al successivo (in termini di tempo) fosse graduale. Marsh, in particolare, trovò negli anni 1870, una sequenza evolutiva che partendo da un animale della taglia di una volpe con le dita provviste di zoccoli (l'*Hyracotherium* che visse circa 50 milioni di anni fa) portava all'attuale cavallo (*Equus*) con il solo dito medio dotato di zoccolo. Sebbene oggi si sappia che tale serie non è lineare, rimane comunque un esempio mirabile di evoluzione graduale, esempio che viene comunemente riportato nei libri di testo.

Riprendendo il discorso sul gradualismo, secondo Cope la presenza di fossili disposti in una serie continua era la prova che l'evoluzione doveva avere le sue basi in una sorta di neo-lamarckismo, una *evoluzione progressiva*, una *ortogenesi* dove la vita aveva una tendenza innata ad evolversi secondo una modalità lineare. Se, infatti, si supposeva che il motore dell'evoluzione fosse la selezione naturale, allora era inconcepibile che il caso potesse fare sorgere tante piccole modifiche così mirabilmente costruite. L'evoluzione neodarwiniana, con le sue variazioni casuali avrebbe portato ad una evoluzione irregolare. A Cope ribatterono i darwinisti i quali puntualizzarono che la selezione naturale non era affatto frutto del

<sup>621</sup> Edward Drinker Cope (1840–1897)

<sup>622</sup> Othniel Charles Marsh (1831-1899)

<sup>623</sup> Cfr. K. Lasky, *The Bone Wars*, Penguin Books Ltd, 1989; B. Davis, *Bone Wars*, Pocket Books, 1998

mero caso. Il caso era implicato solo sulla variazione, mentre la selezione naturale era un meccanismo molto severo, quasi deterministico.

Nei riguardi del gradualismo, i neodarwinisti la pensavano diversamente. Se la variabilità intraspecifica era prodotta da cambiamenti interni discreti, allora l'evoluzione doveva procedere in maniera discontinua. Uno dei primi a sostenere tale evoluzione discontinua o per salti (saltazionismo) fu Galton il quale produsse una teoria dell'eredità partendo dalla pangenesi di Darwin ma introducendo delle correzioni comprendenti elementi latenti e palesi, nonché stringhe o radici, tali da rendere impossibile l'eredità debole.<sup>624</sup> Per avvalorare queste idee Galton si avvalse di una serie di esperimenti coi piselli che fece coltivare ed ibridare in modo da ottenere dati sufficienti per una successiva elaborazione statistica. In questo suo procedere fu un vero pioniere. In un suo articolo negli Atti della Royal Society<sup>625</sup> descrisse il concetto di correlazione statistica mentre il suo libro *Natural Inheritance*<sup>626</sup> [Eredità naturale] marcò l'inizio della disciplina della biometria (o biostatistica), dando l'avvio ad una nuova stagione nella biologia, non più studiata con la sola osservazione e col confronto morfologico delle varie parti, ma supportata fortemente da procedimenti matematici sotto i più nobili principi del positivismo.

---

<sup>624</sup> N. W. Gillham, 2001, *op. cit.*

<sup>625</sup> F. Galton, *Co-relations and the measurements, chiefly from anthropometric data*, Proc. Royal Soc., v. 45, pp. 135-145

<sup>626</sup> F. Galton, *Natural Inheritance*, Mcmillan, 1889

## 23 La nascita della genetica

Intraprendere un lavoro dall'obiettivo così grande richiede, in effetti, un certo coraggio; tuttavia sembra essere questo l'unico modo giusto col quale arrivare alla soluzione della domanda [...] relativa alla storia dell'evoluzione delle forme organiche.<sup>627</sup> (G. Mendel, *Experiments in Plant Hybridization*)

Le discussioni sul gradualismo e sul saltazionismo caratterizzarono il panorama biologico dei primi decenni del XX secolo. I gradualisti sostenevano che l'intera evoluzione potesse essere spiegata attraverso l'accumulo nel tempo di piccole variazioni naturali selezionate dall'ambiente. I saltazionisti erano convinti che tale meccanismo spiegasse solo la microevoluzione, ovvero la trasformazione degli organismi in specie o, al più, in generi diversi, mentre per la macroevoluzione, il passaggio a forme molto diverse (famiglie, ordini, classi), erano necessari fenomeni più radicali, peraltro ancora da scoprire.

Sotto questo aspetto i metodi classici di studio in biologia (osservazioni naturali, comparazioni anatomiche, embriologiche ecc.) poterono essere affiancati dal nuovo filone di ricerca inaugurato da Galton e Weismann. Se la trasmissione dei caratteri ereditari era rigida e la produzione della variabilità era interna, allora i segreti dell'evoluzione potevano essere rivelati attraverso lo studio delle regole di mescolamento e di suddivisione della sostanza ereditaria. Era, in altre parole, possibile compiere sperimentazioni *ad hoc*, avvantaggiandosi del fatto che le variabili in gioco potevano essere tenute sotto controllo e i risultati potevano essere analizzati con le tecniche statistiche della biometria.

### 23.1 William Bateson

William Bateson<sup>628</sup> fu tra i primi ad accorgersi di queste nuove opportunità. All'inizio della carriera si era affidato all'anatomia comparata scoprendo (1883-1886) alcune interessanti caratteristiche del Balanoglossa (un animale marino dall'aspetto vermiforme) che lo indicavano quale anello di congiunzione tra gli invertebrati e i vertebrati.<sup>629</sup> Passato qualche tempo, però, si dichiarò scoraggiato dal fatto che le sue analisi potevano essere interpretate in modi differenti, dando luogo a conclusioni ambigue. Dichiarò, quindi, inadatto il metodo di studio seguito fino ad allora e concentrò la propria attenzione al materiale ereditario, anche perché aveva avuto la netta sensazione che le specie si originassero attraverso cambiamenti repentini.

---

<sup>627</sup> J. G. Mendel, *Versuche über Pflanzenhybriden*, Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn, Bd. IV für das Jahr, 1865, Abhandlungen, pp. 3-47. Traduzione inglese: J. G. Mendel, "Experiments in plant hybridization", J. of the Royal Horticultural Society, 1901, v. 26 pp. 1-32, p. 2

<sup>628</sup> William Bateson (1861-1926)

<sup>629</sup> Il Balanoglossa appartiene alla classe degli Enteropneusta ed è un emicordato, un precursore dei vertebrati.

Nel libro *Materials for the Study of Variation Treated with Especial Regard to Discontinuity in the Origin of Species*<sup>630</sup> [Materiali per lo studio della variazione, trattato con particolare riguardo alla discontinuità nell'origine delle specie] spiegò che il segreto dell'evoluzione doveva trovarsi nella variazione. Se si fosse compresa la fonte della variazione si sarebbe compresa l'intera evoluzione. Così scrisse:

Dobbiamo chiederci se non sia possibile andare oltre l'attuale posizione e penetrare più a fondo il mistero delle forme specifiche. Siccome l'ostacolo principale è la nostra ignoranza, la prima domanda da porci è quale tipo di conoscenza sarebbe più utile e quale degli elementi sconosciuti, una volta compreso, ci darebbe maggiore giovamento. Per decidere dobbiamo tornare di nuovo alla base comune di tutte le teorie dell'evoluzione. Ora, queste diverse teorie partono dall'ipotesi che tutte le forme di vita sono in relazione l'una con l'altra e che la loro diversità è dovuta alla variazione. Da questa ipotesi ne deriva che la variazione, qualunque sia la sua causa e qualunque sia il suo limite, è il fenomeno essenziale dell'evoluzione. La variazione, infatti, è evoluzione. Il modo più rapido, quindi, per risolvere il problema dell'evoluzione è quello di studiare i dettagli della variazione.<sup>631</sup>

Ora, le variazioni potevano dividersi in due gruppi: quelle continue, che venivano ritrovate all'interno delle specie, e quelle discontinue che invece caratterizzavano i salti da una specie ad un'altra. Wallace e Darwin si erano soffermati sulle prime che ben giustificavano l'evoluzione all'interno delle specie ma che erano insufficienti nello spiegare la differenza tra taxa distanti. "Le specie sono discontinue; perché non dovrebbe essere discontinua la variazione con la quale le specie sono prodotte?"<sup>632</sup> Così commentò Bateson.

Il punto principale dove indagare risiedeva in quella *correlazione delle parti* che era stata la base del lavoro di Cuvier. Ma se per Cuvier tale correlazione rendeva le specie fisse ed immutabili, per Bateson era la prova che l'evoluzione non potesse procedere per gradi. Innanzitutto bisognava concentrarsi sul fatto che gli organismi contenevano, nella loro struttura, molte parti che si ripetevano. Scrisse:

Questo fenomeno della ripetizione delle parti, che generalmente avviene in modo tale da formare una simmetria o un motivo ripetuto, è quasi un carattere universale dei corpi viventi. Nei casi che seguono sarà spesso conveniente impiegare un solo termine per denotare questo fenomeno ovunque capitati. A questo proposito verrà usato il termine merismo.<sup>633</sup>

Un cambiamento nel *merismo*<sup>634</sup> di base avrebbe dato luogo, non già ad un piccolo riadattamento dell'organismo, bensì ad un riaggiustamento generale. In altre parole, siccome le diverse parti costituenti la struttura geometrica invisibile dell'organismo erano intimamente connesse, allora una piccola variazione in

---

<sup>630</sup> W. Bateson, *Materials for the Study of Variation Treated with Especial Regard to Discontinuity in the Origin of Species*, Macmillan, 1894

<sup>631</sup> W. Bateson, 1894, *op. cit.*, p. 6

<sup>632</sup> *ivi*, p. 18

<sup>633</sup> *ivi*, p. 20

<sup>634</sup> Linguisticamente tale termine rappresenta un artificio retorico con il quale attraverso due estremi contrapposti si intende tutto ciò che vi è compreso. Ad esempio "cielo e terra" assume il significato di "tutto quanto".

una sua parte avrebbe provocato una cascata di conseguenze che portava ad un salto repentino da una forma ad un'altra.<sup>635</sup>

Le discontinuità di cui parlava Bateson si evidenziavano macroscopicamente sia nelle piante che negli animali attraverso balzi discreti nel numero dei merismi. Ad esempio, il tulipano aveva solitamente fiori con petali disposti radialmente in numero multiplo di tre, talvolta però, comparivano piante con fiori a petali multipli di quattro nonostante fossero figlie di piante normali. Il nuovo carattere *petali multipli di quattro* era una evidente discontinuità ed era stabile, non meno stabile di quello *petali multipli di tre*. Un altro esempio riguardava gli animali e la simmetria lineare. I tarsi delle zampe dello scarafaggio (*Blatta*) erano normalmente formati da cinque segmenti, ma nel 25% dei casi in *B. americana* erano formati da solo quattro parti. Nonostante questi casi fossero rari, non v'era dubbio che la discontinuità si verificasse in una unica generazione attraverso un salto da una forma all'altra senza intermedi.<sup>636</sup> Inoltre, siccome l'ammontare delle discontinuità era paragonabile alle differenze riscontrate tra specie diverse, era lecito domandarsi se questi fenomeni di variazione rappresentassero la base per la nascita di nuove specie. Bateson scrisse:

Non è quindi possibile che la discontinuità delle specie possa essere una conseguenza e una espressione della discontinuità della variazione? Dichiararlo ora potrebbe essere prematuro, ma il suggerimento che sia così è forte [...] <sup>637</sup>

L'unico modo per scoprirlo era mettersi all'opera e compiere esperimenti mirati. Bateson così fece.

### 23.2 Hugo De Vries

Nel frattempo, anche sul continente alcuni uomini di scienza erano arrivati alla conclusione che l'evoluzione dovesse essere compresa coi modelli riduzionistici del positivismo. Il botanico olandese Hugo De Vries<sup>638</sup> si trovò nella condizione ottimale per procedere in questa direzione. Avendo appreso la chimica e la fisica in corsi specifici all'Università di Heidelberg pensò che anche la biologia dovesse diventare più analitica e obiettiva. Come la chimica e la fisica studiavano le molecole, gli atomi e le loro relazioni, così la biologia poteva essere appresa dallo studio di entità discrete responsabili della ereditarietà. Nel suo trattato *Intracellular Pangenesis* [Pangensi intracellulare] (1889), scrisse:

[...] ogni specie ci appare come una figura molto complessa, mentre l'intero mondo organico è il risultato di combinazioni e permutazioni differenti di relativamente pochi fattori. Questi fattori sono le unità in cui la scienza dell'ereditarietà deve indagare. Come la fisica e la chimica si rifanno alle molecole e agli atomi, le scienze biologiche devono addentrarsi in queste unità al fine di spiegare, attraverso le loro combinazioni, i fenomeni del mondo vivente.<sup>639</sup>

De Vries aveva capito che i caratteri ereditari venivano trasmessi attraverso elementi disceti che chiamò pangeni:

---

<sup>635</sup> E. L. Peterson, *William Bateson from Balanoglossus to Materials for the Study of Variation: The Transatlantic Roots of Discontinuity and the (un)naturalness of Selection*, J. of the History of Biology, 2008, v. 41, pp. 267-305, p. 299

<sup>636</sup> W. Bateson, 1894, *op. cit.*, p. 61

<sup>637</sup> *ivi*, p. 69

<sup>638</sup> Hugo De Vries (1848-1935)

<sup>639</sup> H. De Vries, *Intracellular Pangenesis*, The Open Court Publishing Co., 1910, p. 13



Chiamo pangenesi l'opinione di Darwin (a parte l'ipotesi del trasporto delle gemmule attraverso l'intero corpo), che le singole qualità ereditarie sono dipendenti da singoli elementi portanti materiali all'interno della sostanza vivente delle cellule. Chiamo pangeni questi elementi portanti. Ogni carattere ereditario, non importa in quante specie si possa trovare, ha il suo speciale tipo di pangene. In ogni organismo sono riuniti molti tipi di pangeni, e più alta è la loro differenziazione e più ce ne sono.<sup>640</sup>

Così, per avvalorare la sua tesi, iniziò a compiere degli esperimenti di ibridazione come aveva insegnato Galton e come facevano altri studiosi quali lo stesso Bateson. Ma, mentre approfondiva le ricerche bibliografiche si imbatté in uno scritto che lo aveva anticipato di oltre trent'anni. Si trattava di un lavoro sperimentale i cui risultati erano stati riportati negli atti di un congresso minore e quindi dimenticati. Il convegno era stato organizzato nel 1865 dalla Società di Storia Naturale di Brno, nell'allora Impero Austriaco, e lo scritto in questione, dal titolo *Versuche über Pflanzenhybriden*<sup>641</sup> [Esperimenti di ibridazione nelle piante] era firmato da Gregor Mendel.

La ricostruzione degli eventi che seguirono quel ritrovamento è ancora dibattuta dagli storici della scienza. Sembra però che il botanico olandese, fidandosi del fatto che Mendel fosse sconosciuto, evitò di citarlo per prendersi il merito dalla scoperta dell'ereditarietà, ma il botanico tedesco Carl Correns,<sup>642</sup> che ne era a conoscenza e col quale De Vries non era in buoni rapporti per un'altra questione di priorità, lo accusò di plagio per aver copiato il lavoro di Mendel, non solo nelle linee generali, ma anche nei dettagli.<sup>643</sup> A riguardo Elof Axel Carlson ha scritto:

Secondo la mia ricostruzione [De Vries] aveva trovato le leggi nei primi anni 1890s, probabilmente lesse lo scritto di Mendel all'incirca nel 1896 [...], si rese conto che non c'era fretta di pubblicare ciò che c'era già in letteratura, costruì una base solida per confermare la sua teoria della pangenesi intracellulare e pubblicò l'articolo sul *Comptes Rendus*,<sup>644</sup> un breve riassunto, senza citare il lavoro di Mendel perché era più interessato a promuovere la sua (per lui più importante) teoria della *Pangenesi Intracellulare*.<sup>645</sup>

Personalmente non credo alla versione buonista. Chiunque trovi un lavoro così interessante ha l'obbligo di citarlo, sia per mostrare l'approfondimento della propria indagine, ma soprattutto per un obbligo morale nei confronti dell'autore originale e di tutta la comunità scientifica. Matt Ridley è del mio stesso parere e scrive:

Capendo di essere stato smascherato, nella traduzione tedesca del suo articolo De Vries ammise con riluttanza, in una nota a piè di pagina, la priorità di Mendel.<sup>646</sup>

Dolo o non dolo, De Vries non sarebbe riuscito ad avere la priorità sulle leggi dell'ereditarietà, infatti altri studiosi, soprattutto di lingua tedesca come l'agronomo austriaco von Tschermak-Seysenegg,<sup>647</sup> si

---

<sup>640</sup> *ivi*, p. 215

<sup>641</sup> J. G. Mendel, *Versuche über Pflanzenhybriden*, Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn, Bd. IV für das Jahr, 1865, Abhandlungen, pp. 3-47; J. G. Mendel, 1901, *op. cit.*

<sup>642</sup> Carl Erich Correns (1864-1933)

<sup>643</sup> M. Ridely, 2005, *op. cit.*, p. 343

<sup>644</sup> L'autore si riferisce all'articolo: H. De Vries, *Sur la fécondation hybride de l'albumen*, Comptes rendus Académie des sciences de Paris, 1899, 4 dec. 1899, p. 3

<sup>645</sup> E. A. Carlson, *Mendel's Legacy: The Origin of Classical Genetic*, CSHL Press, 2004, p. 103

<sup>646</sup> M. Ridely, *op. cit.*, 2005, p.343

erano imbattuti nel lavoro di Mendel: segno evidente che i tempi erano ormai maturi per un ulteriore salto di conoscenza e la biologia stava entrando in una nuova era.

### 23.3 Gregor Mendel

Johann Mendel<sup>648</sup> nacque a Heizendorf, ora Hynčice, nel nord della Repubblica Ceca, a pochi chilometri dal confine con la Polonia. Da ragazzo lavorò come giardiniere, studiò apicoltura e frequentò l'Istituto Filosofico di Olomouc. Nel 1843 entrò nell'abbazia agostiniana di S. Tommaso a Brno e nel 1847 prese i voti assumendo il nome di padre Gregor. Nel 1851 venne mandato a studiare presso l'Università di Vienna e nel 1853 tornò come insegnante di scienze. Si appassionò allo studio delle piante ed iniziò degli esperimenti sulla ibridazione direttamente nell'orto dell'abbazia. Divenne abate nel 1868.

Tra il 1856 e il 1863 coltivò all'incirca 29000 piante di piselli (genere *Pisum*) note per essere un ottimo modello sperimentale. Le piante di piselli erano rustiche, prolifiche, facili da coltivare sia in campo che in vaso, crescevano velocemente, erano facilmente ibridabili e la fecondazione artificiale era semplice e sicura. Soprattutto l'autofecondazione era agevole: gli organi sessuali erano strettamente impacchettati dentro la chiglia e le antere si aprivano dentro il bocciolo, così che lo stimma si copriva del polline autoctono ancor prima che il fiore si aprisse. Un'altra particolarità importante per lo sperimentatore era che le piante di piselli presentavano alcuni caratteri costanti che si presentavano in alternativa ed erano facilmente riconoscibili. Sette di questi caratteri divennero oggetto dello studio. In particolare: 1) la forma dei semi maturi -“tondi e lisci” o “rugosi”-; 2) il colore interno del seme maturo (endosperma) -“giallo-arancione” o “verde”-; 3) il colore esterno del seme -“bianco” o “grigio/bruno”-; 4) la forma del baccello maturo -“rigonfio” o “raggrinzito”-; 5) il colore del baccello acerbo -“verde” o “giallo vivo”-; 6) la posizione dei fiori -“assiali” o “raggruppati sulla cima dello stelo”-; 7) la lunghezza dello stelo -“un paio di metri” o “sotto il mezzo metro”-.

Inizialmente Mendel intendeva semplicemente fare esperienza nel campo della ibridazione, un metodo molto usato per ottenere nuove varianti di colore nelle piante ornamentali. Tuttavia, una volta compiuti i primi esperimenti e resosi conto che i caratteri si presentavano nelle generazioni con una regolarità precisa, l'abate decise di indagare i segreti dell'ereditarietà autofecondando gli ibridi e cercando l'ordine matematico sotteso. Come accenneremo nel prossimo capitolo Mendel scelse accuratamente il materiale su cui lavorare e dimostrò grande lungimiranza nell'ideazione dei suoi esperimenti, nella elaborazione dei risultati e nella capacità di percepire quelle che oggi possiamo definire le basi della genetica.

#### 23.3.1 Primi esperimenti (caratteri “dominanti” e “recessivi”)

Per ciascuna coppia di caratteri Mendel fece alcuni esperimenti. Se prendiamo, ad esempio il carattere seme “tondo” o “rugoso”, Mendel (1) selezionò le piante *costanti* (ovvero quelle piante nate da semi tondi le cui piante figlie autofecondate davano sempre semi tondi e quelle piante nate da semi rugosi le cui piante figlie autofecondate davano sempre semi rugosi). Una volta ottenute queste piante *costanti* le (2) incrociò (ovvero fecondò alcuni fiori della pianta costante a semi tondi con il polline della pianta costante a semi

<sup>647</sup> Erich von Tschermak-Seysenegg (1871-1962)

<sup>648</sup> Johann (padre Gregor) Mendel (1822-1884)

rugosi e viceversa). Infine (3) controllò e conteggiò i semi che si svilupparono. Da questo incrocio Mendel notò che si svilupparono solo semi tondi, così chiamò *dominante* il carattere “seme tondo” e *recessivo* l’altro, ovvero il “seme rugoso”.

Come secondo esperimento Mendel piantò questi semi tondi e autofecondò le piante che da essi nacquero. Stavolta si svilupparono sia semi tondi che semi rugosi in un preciso rapporto: i tre quarti erano tondi ed un quarto era rugoso.

Questo andamento si ripeté per tutte le sette coppie di caratteri alternativi osservati, la prima generazione nata dagli ibridi (generazione F1) conteneva i caratteri dominanti e recessivi in proporzione 3:1. Erano dominanti i semi tondi (in proporzione 2.96:1), i semi con albume giallo (3.01:1), il colore grigio del seme esterno (3.15:1), il baccello rigonfio (2.95:1), la colorazione verde del baccello acerbo (2.82:1), la distribuzione dei fiori lungo lo stelo (3.14:1), lo stelo lungo (2.84:1).

Soddisfatto da questi incoraggianti risultati Mendel proseguì piantando i semi e autofecondando le piante che da essi nascevano dando luogo ad una seconda generazione (F2). Prendendo come esempio la prima coppia di caratteri alternativi, risultò che dalle piante nate dai semi di carattere recessivo (rugosi) si svilupparono solo semi rugosi, mentre dai semi con carattere dominante (tondo) nacquero 1/3 di piante che davano solo semi tondi e 2/3 di piante che davano semi tondi e semi rugosi in proporzione 3:1. Mendel riportò:

Tra le 565 piante che si svilupparono dai semi tondi [tondi] della prima generazione, 193 produssero solo semi tondi che rimasero costanti in questo carattere; tuttavia 372 diedero sia semi tondi che semi rugosi in proporzione 3:1. Il numero degli ibridi, quindi, comparati con i costanti è 1.93:1.<sup>649</sup>

Dopo questa seconda generazione Mendel ipotizzò giustamente che la proporzione 3:1 della prima generazione in realtà era una proporzione 2:1:1, cioè il 50% dei semi era tondo e dava luogo a piante che producevano semi tondi e rugosi, il 25% dei semi era tondo e dava origine a piante che producevano solo semi tondi (linea costante semi tondi), il restante 25% dei semi era rugoso e dava origine a piante che producevano solo semi rugosi (linea costante semi rugosi).

Mendel scrisse:

Se chiamiamo *A* uno dei due caratteri costanti, per esempio il dominante, *a* il recessivo e *Aa* la forma ibrida in cui sono congiunti i due caratteri, allora l’espressione:  $A+2Aa+a$  mostra i termini nella serie della progenie degli ibridi di due caratteri differenziati.<sup>650</sup>

### 23.3.2 Linee pure o costanti

Secondo questa regola, se autofecondando le piante con carattere costante nascevano figli dal carattere costante mentre autofecondando le piante dal carattere ibrido nascevano figli sia costanti che ibridi, allora con l’autofecondazione, di generazione in generazione cresceva il numero degli individui dal carattere costante mentre il carattere ibrido era sempre proporzionalmente minore. Mendel calcolò che alla n-esima generazione si sarebbero avuti multipli di:  $2^n-1$  caratteri dominanti *A*;  $2^n-1$  caratteri recessivi *a*; 2 caratteri

<sup>649</sup> J. G. Mendel, 1901, *op. cit.*, p.14

<sup>650</sup> *ivi*, pp. 13-14

ibridi *Aa*. Era, dunque, chiaro che attraverso l'autofecondazione si ottenevano linee pressoché pure dopo appena 10 generazioni. Iniziando da un autoincrocio di un eterozigota *Aa*, alla prima generazione si sarebbe avuta la proporzione 1:2:1, alla seconda generazione 6:4:6, alla quinta generazione 496:32:496 e così via. Alla decima generazione ci sarebbero stati solo due ibridi ogni 1023 dominanti e 1023 recessivi.

### 23.3.3 Ulteriori esperimenti (indipendenza dei caratteri)

Il risultato di questi esperimenti era senza dubbio eccezionale per quei tempi, tuttavia Mendel decise di andare oltre e provare delle ibridazioni di piante considerando due caratteri, e più, alla volta. Ne risultò che i caratteri si comportavano indipendentemente l'uno dall'altro. Prendendo, ad esempio, due coppie di caratteri (*A, a, Aa, B, b, Bb*) nella progenie si otteneva la formula:  $AB+Ab+aB+ab+2ABb+2aBb+2AaB+2Aab+4AaBb$ .

### 23.3.4 Le “leggi” di Mendel

Confortato da risultati così chiari, Mendel ripeté gli esperimenti usando i fagioli e dichiarò che, nonostante avesse trovato numerosi fattori disturbanti, i fagioli seguivano le stesse *leggi* dei piselli. Anche se di leggi, in effetti, parlò nel suo scritto, Mendel non ne enunciò alcuna. Furono gli scienziati del XX secolo che definirono le *leggi di Mendel*: rispettivamente *la legge della dominanza, la legge della segregazione e la legge della indipendenza*. In sintesi: 1) la legge della dominanza asseriva che in una coppia di caratteri alternativi uno era dominante e l'altro recessivo; 2) la legge della segregazione (o legge della disgiunzione) asseriva che i caratteri alternativi (ad esempio seme tondo e seme rugoso) venivano ereditati separatamente; 3) la legge dell'assortimento indipendente (o legge di indipendenza dei caratteri) asseriva che le coppie di caratteri (ad esempio la coppia seme tondo-rugoso e la coppia colore dell'albume giallo-verde) venivano ereditate separatamente.

## 23.4 La genetica

Riletto dopo trent'anni lo scritto di Mendel assumeva un significato chiaro: erano stati identificati quei pangenoni che Hugo de Vries aveva ipotizzato. Si trattava di elementi discreti di materiale ereditario, elementi capaci di definire ogni singolo carattere dell'individuo e che venivano trasmessi indipendentemente l'uno dall'altro alla prole.

William Bateson ne scrisse un libro dal titolo eloquente: *Mendel's Principles of Heredity. A Defence*<sup>651</sup> [I principi della ereditarietà di Mendel. Una difesa], elogiandone la straordinaria attualità, difendendone i risultati dall'attacco dei detrattori e raccogliendo il materiale bibliografico disponibile per lanciare quella disciplina che, nel 1905, egli stesso chiamò genetica. Così scrisse nell'introduzione:

Il progresso nello studio dell'evoluzione si era quasi fermato. Gli scienziati più attivi, forse anche i più prudenti, avevano abbandonato questo campo per lavorare in altri ambiti dove i risultati erano meno precari e la produzione più immediata. Tra quelli rimasti, solo alcuni hanno lottato nella giungla dei fenomeni per conoscere la verità, laddove la maggior parte si è accontentata della grande chiarezza fatta tempo fa da Darwin. Questa era la situazione quando due anni fa si è scoperto all'improvviso che un uomo sconosciuto,

<sup>651</sup> W. Bateson, *Mendel's Principles of Heredity. A Defence*, Cambridge University Press, 1902

Gregor Johann Mendel, solo ed ignorato, si distinse dagli altri -nel momento in cui Darwin era al lavoro- aprendo una nuova strada. E non è una metafora, è semplicemente un fatto. Chi di noi, ora, guarda al proprio lavoro vi scorge la traccia di Mendel e non osa fare congetture su dove questa traccia porterà.<sup>652</sup>

Nel commentare i risultati dell'abate, Bateson sottolineò l'esistenza di fattori ereditari. A differenza di De Vries, però, non parlò di pangeneti, bensì di *unit-characters* [unità-caratteri] o *allelomorfi* i quali erano i responsabili dell'espressione alternativa di un determinato carattere. La forma del seme di pisello, ad esempio, era determinato da due allelomorfi: uno per il carattere seme "tondo", l'altro per il seme "rugoso"; il colore dell'endosperma era determinato da altri due allelomorfi: uno per il "giallo-arancione", l'altro per il "verde", e così via.

In generale si poteva affermare che ogni zigote (pianta o animale) avesse in sé due allelomorfi per ogni carattere, così che, per ogni carattere, vi erano zigoti di tre diverse nature: con due allelomorfi dominanti (*AA*), con due allelomorfi recessivi (*aa*), con un allelomorfo dominante ed uno recessivo (*Aa*). Bateson chiamò i primi due *omozigote* mentre chiamò il terzo *eterozigote*. Scrisse: "Questo *Aa* è l'ibrido, ossia la forma «mulo», o come l'ho chiamato altrove, l'*eterozigote*, che si distingue dalla forma *AA* e *aa*, cioè gli *omozigoti*."<sup>653</sup>

In sintesi quando un individuo produceva le cellule germinali si aveva una *segregazione* (separazione) degli allelomorfi così che ciascun gamete ne conteneva solo uno. Individui *AA* generavano solo gameti *A*; individui *aa* generavano solo gameti *a*; individui *Aa* generavano gameti *A* e *a*. Al momento della fecondazione il gamete femminile si univa a quello maschile così da formare uno zigote con due allelomorfi. Dall'unione di due gameti *A* nasceva un omozigote *AA*, da due gameti *a* nasceva un omozigote *aa*, da un gamete *A* ed uno *a* nasceva un eterozigote *Aa*. L'aspetto esteriore era determinato dall'allelomorfo dominante, quando presente.

Mendel aveva visto giusto: l'unica variante da apportare ai suoi scritti era quella di sostituire "*A*" con "*AA*" e "*a*" con "*aa*", mentre "*Aa*" rimaneva invariato. Nel caso del primo esperimento, Mendel aveva incrociato la linea costante seme "tondo" (*AA*) con la linea costante seme "rugoso" (*aa*). Tutti i figli, ovviamente, contenevano entrambi i fattori dominante e recessivo (*Aa*) ed avevano l'aspetto seme "tondo" del carattere dominante. Quando auto-fecondò queste piante (*Aa*) nacque una F1 di cui il 25% era *AA*, il 50% *Aa*, il 25% *aa*. Il primo 75% aveva aspetto "seme tondo", il restante 25% "seme rugoso". Con le successive autofecondazioni (F2, F3, ecc.) si avevano tutte le varianti possibili, facilmente calcolabili statisticamente. Inoltre questo ragionamento valeva per ciascuno dei sette caratteri degli esperimenti, caratteri che si comportavano indipendentemente l'uno dall'altro.

Nello scritto di Bateson traspariva chiaramente il suo entusiasmo e nel contempo la sua amarezza perché tale entusiasmo non era condiviso dai colleghi. Scrisse:

[...] viene dal dubbio che Mendel travisi la verità, o soltanto dall'indifferenza, che nessun naturalista di rinomanza, salvo il professor Weldon, si sia sollevato contro di lui? Nel mondo della conoscenza siamo abituati a cercare di capire una nuova verità con grande sforzo anche tra coloro che non sono disposti a

---

<sup>652</sup> W. Bateson, 1902, *op. cit.*, p. v

<sup>653</sup> *ivi*, p.23

credere. E' stato quindi con un rammarico prossimo all'indignazione che ho letto la critica del professor Weldon.<sup>654</sup>

In effetti il suo ex insegnante Walter Weldon e il biometrista Karl Pearson<sup>655</sup> non erano affatto convinti dei risultati di Mendel, tant'è che lo stesso Weldon aveva scritto nella appena nata rivista *Biometrika* un articolo di forte contestazione dal titolo *Mendel's Laws of Alternative Inheritance in Peas*<sup>656</sup> [Le leggi di Mendel della eredità alternativa nei piselli], dove per alternativa si riferiva al fatto che i caratteri mendeliani venivano ereditati come particelle o l'una o l'altra. In tale articolo, dopo aver elencato una serie di incongruenze nel lavoro di Mendel che lo rendeva inattendibile, così come aveva evidenziato anche uno dei suoi ri-scopritori, Erich von Tschermak-Seysenegg, laconicamente scrisse:

E' stato detto abbastanza per mostrare la grave discordanza tra la prova fornita dagli esperimenti di Mendel e quella ottenuta da altri osservatori, ugualmente competenti e fidati. Non mi sembra ragionevole dubitare della sostanziale accuratezza di tutte le asserzioni degli osservatori citati.<sup>657</sup>

Ma Bateson era determinato a sostenere l'abate di Brno fino in fondo, così nel suo citato libro, dopo aver analizzato altri scritti di eminenti ibridatori quali Joseph Kölreuter, Thomas Knight, Carl von Gaertner, Max Wichura, Dominique Godron, Thomas Laxton, Charles Naudin,<sup>658</sup> innescò una polemica che si sopì solo con la morte del suo ex insegnante (1906) e cessò solamente con l'avvento della *sintesi evolutiva* qualche decennio più tardi. Il tempo diede ragione a Mendel e ai suoi esperimenti, ma non del tutto. In altre parole l'abate studiò un modello biologico particolarmente semplice (il pisello e 7 suoi caratteri attentamente selezionati), quando invece l'ereditarietà si sarebbe dimostrata assai più complessa.

### **23.5 Evoluzione a salti**

Nel frattempo De Vries sembrò disinteressarsi a quel nuovo filone di ricerca. A parer suo l'ereditarietà di Mendel smentiva l'idea darwiniana che la selezione naturale potesse essere il motore della speciazione e quindi dell'evoluzione. Se la trasmissione ereditaria era così rigida e continua, allora la mescolanza dei caratteri ereditari nelle successive generazioni permetteva solo un adattamento delle specie alle condizioni ambientali contingenti, ma non poteva assolutamente dar luogo ad alcuna vera novità evolutiva. La trasformazione di una specie in un'altra richiedeva qualcosa di più traumatico, un salto evolutivo.

De Vries credeva fermamente di essersi imbattuto in un evento simile, ovvero in un salto da una specie ad un'altra; chiamò tale evento *mutazione*. Anche se quel termine era già stato usato con significati diversi nel corso del tempo, per De Vries sembrò il più adatto ad indicare quel nuovo, improvviso, cambiamento

---

<sup>654</sup> *ivi*, p. vi

<sup>655</sup> Walter Frank Raphael Weldon (1860-1906); Karl Pearson (1857-1936)

<sup>656</sup> W. F. R. Weldon, *Mendel's Laws of Alternative Inheritance in Peas*, *Biometrika*, 1902, I, Pt. ii., pp. 228-254

<sup>657</sup> W. F. R. Weldon, 1902, *op. cit.*, p.240

<sup>658</sup> Joseph Gottlieb Kölreuter (1733-1806); Thomas Andrew Knight (1759-1838); Carl Friedrich von Gaertner (1772-1850); Max Ernst Wichura (1817-1866); Dominique Alexandre Godron, (1807-1880); Thomas Laxton (1830?-1893); Charles Victor Naudin (1815-1899)

che aveva osservato in una piantina dal fiore giallo comune nei prati olandesi: la *Oenothera lamarckiana*.<sup>659</sup>  
Nella XIX lezione tenuta all'Università della California disse:

Nell'autunno del 1886 presi nove grandi rosette dal campo, le piantai tutte insieme in un punto isolato del mio giardino e l'anno seguente ne raccolsi i semi. Queste nove piante originarie devono quindi considerarsi come la prima generazione della mia razza. La seconda generazione fu seminata nel 1888 e fiorì nel 1889. Essa diede subito il risultato che mi aspettavo. Infatti di 15000 pianticelle germinanti esaminate, 10 presentarono caratteri divergenti. Queste furono adeguatamente protette e risultarono appartenere a due tipi nuovi; cinque erano di *lata* e cinque di *nanella*. L'anno dopo fiorirono e manifestarono tutti i caratteri descritti nella precedente lezione. Non si trovarono forme intermedie tra esse ed il tipo generale, né si notò, nelle loro forme progenitrici alcun indizio della loro comparsa. Esse vennero a luce d'un tratto belle e complete senza preparazione e senza gradi di passaggio. Non fu necessaria una serie di generazioni, né selezione, né lotta per l'esistenza. Fu un salto improvviso da un tipo ad un altro, uno sport<sup>660</sup> nel senso più completo della parola. Era la realizzazione completa delle mie speranze, ed una prova immediata della possibilità di osservare direttamente l'origine delle specie e di controllarla direttamente.<sup>661</sup>

Benché l'esperienza con la rapunzia fosse l'unica osservata direttamente, De Vries ne elaborò una teoria della mutazione,<sup>662</sup> pensando che i salti evolutivi fossero eventi estremamente rari, quasi puntiformi, all'interno di lunghi periodi stazionari dove le specie rimanevano pressoché immutate adattandosi moderatamente all'ambiente secondo i principi della selezione naturale. Le mutazioni erano eventi straordinari che capitavano all'improvviso, totalmente scollegati dalle leggi di Darwin e di Mendel che, invece, valevano nei periodi stazionari.

Purtroppo la teoria della mutazione non solo si rivelò senza alcuna validità scientifica, (in realtà De Vries era stato ingannato da quella che si scoprì essere una ricombinazione genetica assai complessa) ma contribuì a generare confusione in quanto lo stesso De Vries non ne fornì una definizione precisa. A riguardo così scrive Mario Ageno

[...] De Vries confonde dietro al termine «mutazione» vari fenomeni molto diversi fra loro, che hanno in comune solo la circostanza di manifestarsi tutti con una qualche improvvisa variazione fenotipica.<sup>663</sup>

---

<sup>659</sup> Il suo nome comune italiano è “rapunzia”, in inglese è “evening-primrose”

<sup>660</sup> Con “sport” si intendeva una specie anomala.

<sup>661</sup> H. De Vries, *Specie e varietà e loro origine per mutazione*, Remo Sandron Editore, 1909. H. De Vries, *Species and Varieties. Their Origin by Mutation*, Lectures delivered at the University of California, 2nd Ed., Chicago, The Open Court Publishing Co., 1906, pp. 549-50

<sup>662</sup> H. De Vries, *The Mutation Theory. Experiments and Observations on the Origin of Species in Vegetable Kingdom*, The Open Court Publishing Co., 1909-10. Titolo originale: *Die mutationstheorie. Versuche und Beobachtungen über die Entstehung der Arten im Pflanzenreich*, 2 voll. Veit, Leipzig, 1901-3

<sup>663</sup> M. Ageno, *Le radici della biologia*, Feltrinelli, 1986, p. 141

## 24 Genetica ed evoluzione

I nomi di Sutton, Boveri e DeVries saranno quindi sempre strettamente associati con la interpretazione citologica del mendelismo.<sup>664</sup> (E. B. Wilson, *The Cell in Development and Heredity*)

### 24.1 La citologia e un nuovo approccio alla biologia

La citologia, ovvero lo studio della cellula, era una disciplina affascinante e promettente, una di quelle in cui gli scienziati si erano rifugiati per avere quei *vantaggi più immediati* di cui aveva parlato Bateson introducendo la sua traduzione del lavoro di Mendel. Non stupisce dunque che le scoperte citologiche si verificarono puntualmente e non stupisce neppure il fatto che molti scienziati se ne attribuirono la paternità rendendo difficile una equilibrata ricostruzione degli eventi.

A quel periodo, infatti, risale un importante cambiamento nell'approccio alla biologia, cambiamento che giustifica anche un diverso resoconto storico. Il procedere della conoscenza non fu più scandito da un numero sparuto di menti eccelse, bensì da un gruppo sempre più nutrito di ricercatori specializzati nelle diverse branche. La maturazione della società scientifico-biologica, ora più positivista grazie a strumenti *hardware* quali il microscopio e *software* quali la biometria, venne in luogo grazie ad una maggiore ricchezza economica che permise il moltiplicarsi di istituti di ricerca con professori e studenti meno legati al territorio e sempre più interconnessi in scambi di idee e progetti.

Gli stessi scienziati cambiarono atteggiamento. Dapprima la preoccupazione di farsi rubare un'idea era legata principalmente al prestigio personale (come successe tra Wallace e Darwin), successivamente la competizione si inasprì sia per il mercato campanilismo delle Nazioni occidentali in guerra continua, che per motivi pratici, motivi legati all'afflusso di fondi nelle casse del proprio laboratorio che seguiva l'annuncio di una nuova scoperta. Gli interscambi fra gli istituti del mondo occidentale avanzato stavano trasformando i laboratori in luoghi di contatto fra un numero sempre maggiore di ricercatori provenienti dalle nazioni più diverse così che iniziarono a delinearci gerarchie e gruppi di interesse in grado di falsare l'attribuzione dei meriti.

Non a caso ancor oggi nei testi didattici e scientifici si assiste ad interpretazioni storiche sostanzialmente differenti. Ad esempio, per quanto riguarda la teoria cromosomica dell'ereditarietà che vedremo fra poco, gli Stati Uniti ne attribuiscono la paternità all'americano Walter S. Sutton,<sup>665</sup> mentre i tedeschi sostengono il primato germanico di Theodor H. Boveri.<sup>666</sup> Alcuni testi odierni in lingua inglese<sup>667</sup> non menzionano affatto

---

<sup>664</sup> Wilson, E. B., *The Cell in Development and Heredity*, Ed. 3., Macmillan, New York., 1925, p. 928, citato in: E. W. Crow, J. F. Crow, *100 Years Ago: Walter Sutton and the Chromosome Theory of Heredity*, Genetics, 2002, v. 160, p. 2

<sup>665</sup> Walter Stanborough Sutton (1877-1916)

<sup>666</sup> Theodor Heinrich Boveri (1862-1915)



Boveri mentre Ernst Mayr (di origine tedesche ma di adozione americana) sottolinea il contributo del suo connazionale scrivendo “Senza dubbio Boveri, più di chiunque altro, fornì la prova decisiva per la teoria dell’individualità cromosomica”.<sup>668</sup> Lo stesso fa Helga Satzinger, anch’essa di origine tedesca ma stabilitasi successivamente in Gran Bretagna, che sostiene l’importanza della moglie di Boveri, tale Marcella O’Grady,<sup>669</sup> per altro nata a Boston e di famiglia irlandese. A mettere d’accordo la rivalità, almeno in questo caso, ci pensò Edmund B. Wilson,<sup>670</sup> considerato il padre della citologia americana, che era tutore del giovane Sutton e amico di Boveri dai tempi in cui, assieme, lavoravano nell’istituto di Richard Hertwig<sup>671</sup> a Monaco. Wilson, nel suo monumentale volume *The cell in development and inheritance*<sup>672</sup> [La cellula nello sviluppo e nella ereditarietà], punto di riferimento per decenni, parlò di *teoria di Sutton-Boveri* e come tale la teoria cromosomica dell’ereditarietà viene ora ricordata.

## 24.2 La teoria cromosomica dell’ereditarietà

Storicamente, alla fine del XIX secolo si dava per scontato che la cromatina fosse la sostanza depositaria dell’ereditarietà. Il suo comportamento sarebbe stato esemplare se, durante la divisione cellulare, si fosse addensata nei cromosomi, i cromosomi si fossero prima duplicati e poi distribuiti in parti uguali nelle cellule figlie ed infine si fossero dissolti nuovamente in cromatina. Il primo a fare una supposizione in tal senso fu il biologo austriaco Carl Rabl<sup>673</sup> che, nel 1885, ipotizzò la *continuità* e la *individualità* cromosomica. Per continuità intendeva il fatto che la cromatina, addensandosi, andasse a formare sempre gli stessi cromosomi; per individualità il fatto che i singoli cromosomi fossero diversi uno dall’altro ed avessero funzioni specifiche.

Le prove a sostegno delle ipotesi di Rabl arrivarono qualche anno più tardi. Il microscopio fu lo strumento chiave per confermare la continuità cromosomica. Anche se alcuni sostengono che Boveri l’avesse già dimostrata nel 1888 osservando i quattro cromosomi del verme parassita *Ascaris megalocephala*,<sup>674</sup> la continuità cromosomica venne confermata da Montgomery<sup>675</sup> nel 1901<sup>676</sup> e da Sutton nel 1902<sup>677</sup> i quali evidenziarono che i cromosomi erano individualmente riconoscibili grazie alla loro forma, sempre simile ogni qual volta si andavano a formare. Per dimostrare la individualità cromosomica

<sup>667</sup> Ad esempio nel capitolo “Chromosomal Theory of Inheritance” del libro di testo, R. Robinson (ed. in chief), *Genetics* [Macmillan Science Library, 2003, p. 129-130] Boveri non viene neppure menzionato. Così, similmente, nel capitolo “Chromosomal Theory of Heredity” del libro di testo di J. D. Watson *et al.*, *Molecular Biology of the Gene*, CSHL Press 5 ed., 2004, p. 8-9

<sup>668</sup> E. Mayr, 1992, p. 695

<sup>669</sup> Marcella O’Grady (1865-1950)

<sup>670</sup> Edmund Beecher Wilson (1856-1939)

<sup>671</sup> Richard Wilhelm Karl Theodor Ritter von Hertwig (1850-1937), zoologo tedesco, era fratello di quell’Oskar di cui abbiamo parlato nel cap. 22

<sup>672</sup> E.B. Wilson, *The cell in development and inheritance*, Macmillan, 1896; E.B. Wilson, 1925, *op.cit.*

<sup>673</sup> Carl Rabl (1853-1917) fu allievo di Haeckel

<sup>674</sup> [http://www.genomenetwork.org/resources/timeline/1888\\_Boveri.php](http://www.genomenetwork.org/resources/timeline/1888_Boveri.php)

<sup>675</sup> Thomas Harrison Montgomery (1873-1912)

<sup>676</sup> T. H. Montgomery, *A study of the Chromosomes of the Germ Cells of Metazoa*, Read before the American Philosophical Society, January 18, 1901

<sup>677</sup> W. S. Sutton, *On the morphology of the chromosome group in Brachystola magna*, Biological Bulletin, 1902, v. 4, pp. 24-39

(specificità) il microscopio non era sufficiente. Fu Boveri nel 1902 a pubblicare i risultati di una serie geniale di manipolazioni ed incroci con *doppia fecondazione* nel riccio di mare.<sup>678</sup> Evidentemente i cromosomi erano i candidati principali quali portatori dell'informazione ereditaria.

Va da sé che quando vennero riscoperti i lavori di Mendel, molti citologi notarono lo stretto parallelismo tra il comportamento dei cromosomi e le leggi che il frate di Brno aveva individuato, lo stesso Sutton scrisse nelle conclusioni del suo fondamentale articolo del 1902: “Posso infine richiamare l'attenzione sulla probabilità che l'associazione dei cromosomi paterni e materni in coppie e la loro successiva separazione durante la divisione per riduzione... possa costituire la base fisica della legge mendeliana dell'ereditarietà”.<sup>679</sup> Con questa frase era nata quella che avrebbe preso il nome di *teoria cromosomica dell'ereditarietà* o, *teoria Sutton-Boveri*.

Sulle prime, quella corrispondenza tra leggi di Mendel e cromosomi sembrò troppo semplicistica ed alcuni scienziati la considerarono troppo debole perché fosse comprovata. Lo stesso Bateson la considerò fragile in quanto basata su un debole parallelismo. I cromosomi si comportavano, sì, come le leggi di Mendel ipotizzavano, ma erano pochi se confrontati con i caratteri ereditabili che dovevano essere numericamente incalcolabili. I sostenitori della teoria erano consapevoli che l'ereditarietà dovesse essere un processo assai più complesso di quello che riuscivano ad osservare al microscopio, tuttavia insistevano che quella era la base su cui lavorare.

Secondo la teoria cromosomica dell'ereditarietà, i *determinanti* di Weismann, gli *allelomorfi* di Bateson, i *pangeni* di De Vries o, in altri termini, le unità ereditarie designate con le lettere maiuscole e minuscole anticipate da Mendel (ad esempio *A* e *a*, *B* e *b*, ecc.) potevano essere messe in relazione biunivoca con i cromosomi osservati nelle cellule in divisione. Le leggi di Mendel parlavano di segregazione (separazione) ed indipendenza e ciò era perfettamente compatibile immaginando che i cromosomi fossero il supporto materiale di queste unità ereditarie. Sempre nel suo lavoro del 1902, Sutton aveva scoperto che i gameti della cavalletta *Brachystola magna* portavano soltanto la metà dei cromosomi e che questi si sarebbero uniti nella fecondazione per formare uno zigote con un numero doppio di cromosomi. I cromosomi nello zigote erano coppie di cromosomi omologhi che derivavano uno dal padre e uno dalla madre. Era dunque lecito pensare che i caratteri di Mendel fossero trasmessi dai cromosomi. Se, infatti, *A* fosse stato sul cromosoma 1 di un gamete e *a* sul cromosoma 1 dell'altro gamete; *B* sul cromosoma 2 del primo gamete e *b* sul cromosoma 2 del secondo gamete, allora la loro unione avrebbe portato ad uno zigote *Aa*, *Bb*. Al variare degli alleli nei gameti variavano gli zigoti secondo le combinazioni trovate da Mendel le cui leggi venivano rispettate: quella della segregazione in quanto la gametogenesi vedeva i cromosomi di ciascuna coppia omologa separarsi nei gameti; la legge dell'indipendenza, in quanto ciascun cromosoma era indipendente da ogni altro.

---

<sup>678</sup> T. Boveri, *Über den Einfluss der Samenzelle auf die Larvencharaktere der Echiniden*, Roux's Arch., 1903, v. 16, p. 356; T. Boveri, *Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns*, G. Fisher, 1904. Cfr. anche G. Mangiarotti, *Dai geni agli organismi*, Piccin, 1994, p.426

<sup>679</sup> W. S. Sutton, 1902, *op. cit.*; Cfr.: E. W. Crow, J. F. Crow, 2002, *op. cit.*

### 24.3 Il mendelismo sembrava negare l'evoluzione per selezione naturale

Secondo molti scienziati la rigidità delle leggi mendeliane escludeva l'evoluzione per selezione naturale. Se i caratteri ereditari seguivano leggi probabilistiche, allora la variabilità all'interno delle specie era il risultato di un limitato rimescolamento dei fattori ereditari e nulla più, così che gli organismi viventi non si sarebbero scostati troppo dal *tipo* originale. Probabilmente l'evoluzione si basava su qualche meccanismo differente, forse su quelle mutazioni di cui parlava De Vries. Il genetista americano Thomas Morgan, fin dal 1903 quando scrisse il libro *Evolution and Adaptation*<sup>680</sup> [Evoluzione e adattamento], sostenne che la selezione naturale non aveva alcun ruolo importante nella evoluzione.

#### 24.3.1 Thomas Morgan e la stanza delle mosche

Thomas Morgan<sup>681</sup> aveva iniziato la sua carriera come embriologo, ma si era appassionato alla genetica dopo aver letto il lavoro di Mendel, così, quando nel 1904 divenne professore di zoologia sperimentale alla Columbia University di New York, decise di focalizzare la sua attenzione alle mutazioni. Egli pensava che la *specie* fosse una forzatura, un artefatto degli scienziati, quando invece la Natura presentava un *continuum* di forme. Solo i taxa superiori erano nettamente distinti l'uno dall'altro in quanto rappresentanti di *tipi* diversi di animali e piante.

Con questa ferma visione del mondo, nel 1908 Morgan si apprestò ad allestire un laboratorio per studiare le mutazioni. Tale laboratorio doveva essere innovativo e fornire risultati rapidi e precisi senza attendere i mesi o gli anni come accadeva ai botanici che dovevano uniformarsi al ciclo delle piante. Siccome, secondo questo intento, gli insetti erano i più adatti, la scelta cadde sulla *Drosophila melanogaster*, il moscerino della frutta allevato per la prima volta dall'entomologo Charles Woodworth e utilizzato da William Castle.<sup>682</sup> I vantaggi della *Drosophila* come modello genetico erano indubbi: innanzitutto era facile da allevare, aveva un tempo di generazione veramente rapido (appena due settimane) ed era estremamente prolifica (la femmina produceva fino a 600 uova in 10 giorni). Inoltre *Drosophila* aveva cellule con solo 4 cromosomi (che, nelle ghiandole salivari rimanevano sempre visibili -cromosomi politenici-) ed era soggetta a un'alto tasso di mutazione. Il laboratorio di Morgan, soprannominato la *stanza delle mosche* fu un vero successo, diventò il punto di riferimento della genetica nei decenni successivi e sfornò innumerevoli studiosi vincitori di premi Nobel. Lo stesso Morgan ricevette il Nobel per la Medicina nel 1933, il primo conseguito per studi di genetica, contribuendo in maniera determinante -ironia della sorte- alla conferma della evoluzione per selezione naturale, teoria per la quale era stato così scettico.

#### 24.4 Geni e leggi mendeliane

Le ricerche genetiche dei primi anni del '900 mostrarono l'enunciazione troppo semplicistica delle leggi mendeliane. Innanzitutto venne scoperto che la legge della dominanza non era sempre rispettata, inoltre alcuni caratteri non erano in alternativa, ma presentavano variazioni continue. Capitava spesso, infatti, che non esistessero caratteristiche come il seme tondo contrapposto al seme rugoso, il seme giallo contrapposto

<sup>680</sup> T. H. Morgan, *Evolution and Adaptation*, Macmillan, 1903

<sup>681</sup> Thomas Hunt Morgan (1866-1945)

<sup>682</sup> Charles W. Woodworth (1865-1940); William Ernest Castle (1867-1962)

al seme verde e così via. Nella maggioranza dei casi esisteva una variazione continua tra due estremi. C'erano, ad esempio, semi con diversi gradi di rugosità o dal colore cangiante in una miriade di sfumature. Lo stesso Mendel era stato costretto a fare delle semplificazioni per non incappare in problemi di questo tipo. Nel settimo carattere studiato, quello riguardante la lunghezza dello stelo, il frate di Brno eliminò le piante intermedie. Infatti così scrisse:

La lunghezza dello stelo varia molto in alcune forme; tuttavia, per ciascuna di tali forme è un carattere costante così che le piante sane, sviluppatesi sullo stesso terreno, sono soggette a variazioni di poca importanza. Negli esperimenti con questo carattere, per essere in grado di fare distinzioni certe, sono state incrociate piante dallo stelo lungo 6-7 piedi con piante dallo stelo corto da  $\frac{3}{4}$  a un piede e mezzo.<sup>683</sup>

Quella scelta era chiaramente una forzatura che poneva numerosi dubbi. Era necessaria una distinzione fra variazioni discontinue e continue? Le variazioni continue seguivano le leggi di Mendel, e le discontinue?

#### 24.4.1 Wilhelm Johannsen

Dalla frase appena citata si capiva chiaramente come Mendel fosse consapevole che certi caratteri, come la lunghezza dello stelo nella pianta del pisello, non dipendessero unicamente da fattori ereditabili, bensì fossero anche il risultato di una componente ambientale. Ma come distinguerle? Il botanico danese Wilhelm Johannsen,<sup>684</sup> nel 1903, trovò la soluzione con una serie di esperimenti ingegnosi. Per spiegare le sue scoperte coniò alcuni termini nuovi, termini che finirono col rendere più chiara l'intera genetica. Iniziò con l'introdurre il termine *gene* (semplificando la parola *pangene*) per identificare il materiale ereditario responsabile della formazione di un dato carattere e, soprattutto, fece una distinzione tra ciò che veniva ereditato da ciò che variava a seconda delle condizioni ambientali. Chiamò *genotipo* il complesso del materiale ereditario di un individuo e *fenotipo* il risultato dell'interazione del genotipo con l'ambiente o, detto in parole più semplici, ciò che poteva essere visto e misurato. Prendendo ancora una volta ad esempio gli esperimenti di Mendel, la forma dei semi del pisello aveva due fenotipi ("tondo" o "rugoso") ma mentre il fenotipo rugoso aveva sempre genotipo "*aa*", il fenotipo tondo (dominante) poteva avere o il genotipo "*Aa*" o il genotipo "*AA*".

Johannsen lavorò con i semi del fagiolo (*Phaseolus vulgaris*). Il peso di tali semi variava da un minimo di 0.15 g ad un massimo di 0.9 g in maniera continua così che, quando disposti in un istogramma, si distribuivano nella classica forma a campana, la così detta distribuzione normale o curva di Gauss.<sup>685</sup> Siccome le differenze potevano essere genetiche (ereditarie) o fenotipiche (dovute alla *espressione* del genotipo nell'ambiente), Johannsen pensò di procurarsi un bel numero di fagioli dall'identico patrimonio genetico per ciascuna *classe di peso*. Per far questo scelse alcuni semi di peso diverso e da questi, attraverso l'autofecondazione, ne trasse delle linee pure. I risultati furono chiari: i semi prodotti da ciascuna linea pura erano molto omogenei fra loro in quanto geneticamente simili e la loro differenza era da imputare unicamente alle condizioni ambientali. Se si mettevano in grafico i pesi dei semi di ciascuna linea pura si

---

<sup>683</sup> J. G. Mendel, 1901, *op. cit.*

<sup>684</sup> Wilhelm Ludwig Johannsen (1857-1927)

<sup>685</sup> Dal nome del matematico tedesco Johann Carl Friedrich Gauss (1777-1855) che la ideò.

ottenevano tante distribuzioni a campana separate le une dalle altre. L'analisi statistica confermava che ciascuna linea pura era diversa geneticamente dalle altre in quanto aveva una sua media caratteristica e una deviazione standard (l'ampiezza della curva) che rappresentava la componente ambientale del fenotipo. La riprova che all'interno di ogni linea pura la differenza nel peso dei fagioli era dovuto a fattori ambientali e non genetici, Johannsen l'ottenne autofecondando alcuni semi piccoli e alcuni semi grandi di una stessa linea pura. Nonostante il diverso peso la loro discendenza risultò simile, ovvero le distribuzioni dei pesi dei semi delle due discendenze andavano a formare due grafici a campana perfettamente sovrapponibili: era il segno della loro uguaglianza genotipica.

Con i suoi esperimenti Johannsen aveva evidenziato il pericolo di confondere ciò che era ereditato da ciò che era dovuto all'ambiente (gli scienziati cercavano il genotipo degli esseri viventi ma ai loro occhi si mostrava solo il fenotipo), ma soprattutto aveva dimostrato che anche la variazione continua, nonostante l'apparenza, era il risultato delle leggi di Mendel.

#### 24.4.2 Herman Nilsson-Ehle

Qualche anno più tardi il genetista svedese Herman Nilsson-Ehle<sup>686</sup> avanzò l'ipotesi poligenica, ovvero l'idea che alcuni caratteri potessero essere controllati da più geni. Intorno al 1908 aveva osservato che le cariossidi del grano tenero (*Triticum aestivum*) potevano essere diversamente colorate dal bianco al rossastro, in un procedere continuo di gradazione. Inizialmente pensò che il fenomeno potesse ascrivere ad un effetto di dominanza incompleta sfumata dalla influenza ambientale, infatti, incrociando una linea pura rossastra con una linea pura bianca si otteneva un frumento con colorazione intermedia. Tuttavia questo non era il caso. Se la colorazione fosse dipesa da un unico gene rappresentato da due alleli senza dominanza dell'uno sull'altro, l'autoincrocio dell'eterozigote avrebbe dovuto mostrare un rapporto 1:2:1 (rossastro, intermedio, bianco), ma così non era.

Attraverso numerosi esperimenti lo scienziato svedese riuscì a dimostrare che la complessa colorazione del frumento era il risultato dell'azione congiunta di tre geni diversi ad azione cumulativa che seguivano le normali leggi di Mendel. In particolare la colorazione derivava da più coppie di alleli segreganti in maniera indipendente, senza una dominanza completa aventi azione uguale e additiva sul fenotipo. Ciascun allele per il rosso aggiungeva un certo grado di colorazione alle cariossidi, così che la gamma dei fenotipi osservabili nelle varie discendenze rispondeva ai diversi genotipi possibili. Nilsson-Ehle aveva scoperto l'esistenza di geni multipli indipendenti che concorrevano all'espressione di un unico carattere fenotipico.

#### 24.4.3 Il crossing-over

C'era un ulteriore aspetto delle leggi mendeliane che sembrava mal conciliarsi con la teoria cromosomica dell'eredità: il numero dei caratteri era enorme, inquantificabile, mentre il numero dei cromosomi era assai limitato. Come poteva essere che un numero esiguo di cromosomi contenesse tutta quella informazione? Una possibile risposta era che ciascun cromosoma fosse composto da un numero grande di geni, ciascuno corrispondente ad un diverso carattere. Fin qui il ragionamento filava liscio ed in effetti questa ipotesi venne confermata dal lavoro del gruppo di Morgan, ma a ben vedere mal si conciliava

---

<sup>686</sup> Herman Nilsson-Ehle (1879-1949)

con la terza legge di Mendel, ovvero quella dell'assortimento indipendente la quale asseriva che due coppie di caratteri venivano ereditate indipendentemente. Forse tale legge era sbagliata, forse non era rigida o forse valeva solo in alcuni casi particolari.

Analizzando la questione si poteva pensare ad una coppia di caratteri come seme tondo-rugoso e albume giallo-verde. Per essere ereditati separatamente i loro geni dovevano essere, per forza, indipendenti; ovvero dovevano essere su cromosomi diversi. Se fosse stato vero il contrario, ad esempio i geni dei caratteri seme tondo e albume verde fossero stati sullo stesso cromosoma e quelli per il seme rugoso e albume giallo sul cromosoma omologo, allora tali coppie di caratteri si sarebbero dovute ereditare assieme in quanto i cromosomi erano un *corpo unico* che veniva ereditato tal quale. In altre parole si dovevano trovare solo semi tondi con albume verde e semi rugosi con albume giallo (non semi tondi con albume giallo e semi rugosi con albume verde). Allargando il ragionamento si poteva pensare che se tutti i geni che si trovavano su un cromosoma fossero stati strettamente legati gli uni agli altri ed ereditati assieme, allora si sarebbero comportati come unità indipendenti a gruppi, tanti gruppi quanti erano i cromosomi e non di più. Andando con la fantasia si poteva pensare che sullo stesso cromosoma (e quindi legati fra loro) ci fossero il gene per l'aspetto esteriore del seme, quello per il colore del seme, quello per la lunghezza dello stelo, per il tipo della sua ramificazione, per la forma della foglia e via di questo passo. Allora i semi rugosi si sarebbero sempre dovuti trovare, ad esempio, colorati di verde su uno stelo lungo ramificato ad ombrello con foglie lanceolate. Ovviamente la realtà era diversa e i caratteri si trovavano mescolati nei diversi individui. La terza legge di Mendel vacillava. Con ogni probabilità il frate di Brno aveva scelto i suoi sette caratteri non a caso, ma dopo avere testato sul campo l'indipendenza delle coppie studiate. Era oltremodo inverosimile, infatti, che fosse stato talmente fortunato da pescare a caso sette geni su sette disposti su ciascuno dei sette cromosomi del *Pisum sativum*!

Morgan e collaboratori analizzarono le varie situazioni e si accorsero che le coppie di caratteri a volte erano strettamente legate, a volte erano decisamente indipendenti, altre volte erano legate parzialmente. La cosa straordinaria era che la *forza* di questo legame era fissa e poteva essere misurata. Studiando l'ereditarietà nella *Drosophila* Morgan trovò che il legame tra il gene del colore del corpo e il gene del colore degli occhi era disgiunto nel 1.3% dei casi, quello tra il colore degli occhi e le dimensioni delle ali era disgiunto nel 32.6% dei casi, quello tra il colore del corpo e le dimensioni delle ali del 33.8%.

Come mai le diverse coppie erano disgiunte in maniera così regolare? Mentre Bateson cercava risposte alternative perché non credeva alla teoria cromosomica dell'ereditarietà, De Vries ipotizzò che vi fosse uno scambio di geni fra i cromosomi omologhi durante il processo di meiosi, il processo di divisione cellulare che portava alla formazione dei gameti. Ma tale scambio non poteva essere casuale, doveva essere il frutto di qualche meccanismo particolare proprio perché le percentuali di indipendenza erano troppo costanti. In effetti così era e ci vollero diversi decenni di ricerche per giungere alla soluzione. Durante la meiosi i cromosomi omologhi si scambiavano del materiale ereditario attraverso un processo che venne chiamato crossing-over.

Riassumendo: il quadro della genetica diventava, via via, sempre più chiaro. I geni si trovavano sui cromosomi. Ogni gene era formato da due alleli, uno su un cromosoma (di derivazione paterna) e l'altro sul cromosoma omologo (di derivazione materna). Durante la formazione dei gameti (meiosi) i cromosomi omologhi si separavano andando ciascuno in un gamete diverso. Se due coppie di geni erano su due

cromosomi separati essi erano disgiunti totalmente, ma se erano sullo stesso cromosoma essi erano legati. La *forza* di questo legame dipendeva da un meccanismo di scambio di geni fra cromosomi omologhi che si verificava durante la così detta *profase I* della divisione meiotica. In quella fase i due cromosomi omologhi si scambiavano dei pezzi. Tanti pezzi del cromosoma di derivazione paterna andavano su quello di derivazione materna e viceversa. Più i geni erano vicini l'uno all'altro sul cromosoma e più facilmente venivano ereditati assieme. Finito questo processo chiamato *ricombinazione genetica* o, in inglese, *crossing-over*, il processo meiotico proseguiva normalmente.

Storicamente ricordiamo che le prime indicazioni sul crossing-over vennero avanzate dal belga Frans Janssens nel 1909, vennero approfondite da Morgan ed infine dimostrate nel 1931<sup>687</sup> dal botanico e genetista americano Harriet Creighton e da Barbara McClintock, citogenetista premio nobel per la medicina nel 1983. E' da segnalare, infine, il citologo inglese Cyril Darlington<sup>688</sup> il quale contribuì a svelarne i segreti del meccanismo.

#### **24.5 Ricombinazione genetica ed evoluzione**

Come abbiamo ricordato poco sopra, la rigidità delle leggi di Mendel sembrava negare che la selezione naturale potesse essere il motore dell'evoluzione perché forniva poca variabilità e i figli sarebbero stati molto simili ai genitori. Ora, con la scoperta del crossing-over, si comprese che le possibili combinazioni genetiche tra il patrimonio ereditato dal padre e quello ereditato dalla madre erano pressoché infinite e la riproduzione sessuale produceva una prole di individui molto diversi geneticamente gli uni dagli altri e dai genitori. Gli scienziati si convinsero che tale variabilità tra individuo e individuo, essendo molto più ampia di quanto pensato in precedenza, desse alla selezione naturale tutto il materiale necessario su cui operare. A ben guardare, però, il continuo rimescolamento genetico poteva certamente produrre individui adatti al continuo cambiamento ambientale, ma non produceva nessuna vera novità, non poteva creare un qualcosa di diverso come lo era una nuova specie.

Mentre i mutazionisti come De Vries attendevano di scoprire una mutazione di dimensioni tali da produrre una nuova specie, Morgan, nella sua stanza delle mosche, si imbattè in un evento inatteso. In una linea pura di *Drosophila* dagli occhi normalmente rossi comparve un maschio dagli occhi bianchi. Siccome questa caratteristica non poteva essere stata ereditata e si era inserita nel genoma del moscerino in quanto veniva trasmessa ai figli come carattere recessivo, tale anomalia venne identificata da Morgan come una mutazione, seppure di dimensioni assai limitate. Stando particolarmente attenti a queste piccole modifiche i genetisti della Columbia University si trovarono di fronte ad un fenomeno molto più frequente di quanto immaginato. Nelle colture di *Drosophila* le piccole mutazioni si presentavano con una certa regolarità ed interessavano una miriade di caratteri.

---

<sup>687</sup> H. Creighton, B. McClintock, *A Correlation of Cytological and Genetical Crossing-Over in Zea Mays*, Proc Natl Acad Sci USA, 1931, v. 17, n. 8, pp. 492-7

<sup>688</sup> Frans Alfons Janssens (1865-1924); Harriet Baldwin Creighton (1909-2004); Barbara McClintock (1902-1992); Cyril Dean Darlington (1903-1981)

Sulle prime il fenomeno della mutazione su piccola scala non sembrò essere di grande interesse, poi iniziò a farsi strada l'idea che l'accumulo graduale e costante di queste minuscole mutazioni potesse portare a novità di grande rilievo.





## 25 Il punto della situazione all'inizio del '900 (verso la sintesi)

La fioritura delle teorie cosiddette dell'evoluzione, di natura fantasiosa, come quella di Samuel Butler o quella di Willis *Age and Area*, in verità, non sarebbe stata possibile [...] nei circoli accademici; ma queste teorie mostrano in un altro modo quello che può essere ancora un punto debole in materia di educazione biologica, voglio dire la confusione tra una teoria scientifica e una brillante idea.<sup>689</sup> (R. A. Fisher, *Natural Selection from the Genetical Standpoint*)

All'inizio del XX secolo la maggioranza degli scienziati era convinta che l'evoluzione fosse un fatto certo. Al contrario le modalità evolutive non erano affatto condivise. Da un lato i naturalisti che lavoravano in campo continuavano a vedere gli esseri viventi in un *continuum* di forme graduali che supportavano l'ipotesi darwiniana; dall'altra parte i genetisti e molti giovani biologi che sottolineando le discontinuità tra le diverse forme evidenziavano la necessità di salti mutazionali anche di una certa rilevanza. Il punto della situazione venne descritto nel 1959 in maniera sintetica dal matematico R.A. Fisher (di cui diremo nel prossimo capitolo) al Simposio per il Centenario della *Origine delle Specie* tenutosi a Camberra in Australia:

Cinquant'anni fa, nell'anno in cui arrivai a Cambridge come laureando si stava celebrando il cinquantesimo anniversario della pubblicazione della *Origine delle Specie* con, tra le altre cose, la pubblicazione del libro di Bateson sui *Principi di Mendel dell'Ereditarietà* e nello stesso anno da una mirabile raccolta di saggi curati dal Professor A.C. Seward col titolo di *Darwin e la Scienza Moderna*. Era un periodo di nuove eccitanti scoperte sul fronte genetico, ma ora è chiaro che non era stato fatto alcun progresso nella comprensione di ciò che la nuova conoscenza forniva alla teoria evolutiva e che i principali esperti del pensiero biologico avevano perso di vista il significato del principio della Selezione Naturale come forza motrice e guida dettagliata del progresso evolutivo. Dei saggi che ho menzionato solo due trattavano sostanzialmente della teoria della selezione. Il veterano August Weismann aveva contribuito con un articolo molto brillante, probabilmente tra i suoi ultimi scritti sull'argomento al quale così tanto lavoro aveva dedicato nella sua vita, e il Professor Poulton<sup>690</sup> di Oxford aveva riassunto con altrettanta bravura la prova assai convincente fornita dalla colorazione, specialmente nelle farfalle mimetiche. Ma costoro appartenevano palesemente ad una minoranza le cui opinioni erano viste con molto scetticismo perché, per quanto possa sembrare strano alla attuale generazione, molti erano convinti che l'elemento di discontinuità intrinseco ad una teoria dell'ereditarietà particolare<sup>691</sup> implicava una analoga discontinuità nella evoluzione di un tipo specifico da un altro.<sup>692</sup>

---

<sup>689</sup> A. R. Fisher, *Natural Selection from the Genetical Standpoint*, Australian Journal of Science, 1959, v. 22, pp. 16-17

<sup>690</sup> Sir Edward Bagnall Poulton (1856-1943)

<sup>691</sup> Con "teoria dell'eredità particolare" (in italiano possiamo chiamarla anche "eredità particellare", ma si deve fare attenzione a non confondere i termini inglesi *particulate* e *particle*) Fisher intendeva la teoria mendeliana dove i caratteri erano trasmessi attraverso

Negli decenni successivi del secolo XX le cose cambiarono. Mentre Bateson, De Vries e Morgan rimanevano arroccati nelle loro posizioni saltazioniste, altri studiosi meno coinvolti nelle diatribe genetiche e quindi meno esposti alle critiche dei colleghi, iniziarono a vedere la genetica e la selezione naturale convergere verso un'unica direzione.

Nel 1913 apparve un ottimo lavoro di sintesi, aggiornato nel 1924, dal titolo *The Evolution of Living Organisms*<sup>693</sup> [L'evoluzione degli organismi viventi]. L'autore, lo zoologo inglese Edwin Goodrich,<sup>694</sup> parlò delle leggi di Mendel, dei cromosomi come portatori di geni, dei geni come unità indipendenti, del genotipo e del fenotipo. In particolare rilevò che le differenze genotipiche erano ereditabili mentre quelle fenotipiche, paragonabili ai caratteri acquisiti di Lamarck, non lo erano, così da confermare l'ipotesi della eredità forte di Weismann. Le mutazioni, piccole e regolari, erano la vera fonte di nuova varietà ereditabile, così come avevano accertato Morgan e i suoi collaboratori. L'accumulo di queste mutazioni in direzione di un miglior adattamento portava alla nascita di individui molto differenti dai progenitori. L'evoluzione era, in sintesi, un processo a due stadi: la nascita di variazioni casuali (1) portava la grande variabilità sulla quale agiva la selezione naturale (2).

Per quanto ben esposte, le argomentazioni di Goodrich erano idee che potevano persuadere unicamente coloro i quali credevano già alla selezione naturale come meccanismo principale della evoluzione. Per convincere i più scettici serviva una prova ben più corposa che presto arrivò da una scienza per sua natura interdisciplinare: la matematica. I matematici, di Cambridge soprattutto, iniziarono a studiare il comportamento dei geni nelle popolazioni e tramite quella che venne chiamata la *genetica delle popolazioni* dimostrarono che la selezione naturale, seppure agendo in maniera graduale, aveva in sé una forza così dirompente da modificare le specie in poche generazioni. Senza fare ricorso a grandi salti mutazionali, la selezione naturale e la genetica mendeliana rendevano conto dell'intera evoluzione. La rivoluzione concettuale che ne seguì e che prese il nome di *sintesi moderna*, vide via via l'amalgamarsi di tutte le discipline biologiche attorno ad una concezione unitaria della vita.

### **25.1 Prove genetiche sperimentali della gradualità**

Non tutti gli studi genetici portarono all'idea che l'evoluzione dipendeva necessariamente da salti mutazionali. Una scoperta in questa direzione fu la *pleiotropia*, un effetto evidenziato dall'americano William Castle,<sup>695</sup> genetista alla Harvard University, lo stesso che consigliò Morgan ad utilizzare la *Drosophila* come modello animale d'eccellenza.

Essendo particolarmente attratto dai mammiferi, Castle fece numerosi esperimenti di incrocio sui roditori ottenendone diverse razze, come i porcellini d'india con 4 dita nelle zampe posteriori (invece di

elementi discreti (*particolate*) e si contrapponeva alla *blending theory* ovvero alla teoria del mescolamento dove i caratteri trasmessi risultavano un miscelamento dei caratteri dei genitori (per maggiori delucidazioni vedi il prossimo capitolo).

<sup>692</sup> A. R. Fisher, 1959, *op. cit.*

<sup>693</sup> E. S. Goodrich, *The Evolution of Living Organisms*, T.C. & E.C. Jack, 1913; E. S. Goodrich, *Living organisms: an account of their origin and evolution*, The Clarendon Press, 1924, Oxford University Press, 1924.

<sup>694</sup> Edwin Stephen Goodrich (1868-1946)

<sup>695</sup> William Ernest Castle (1867-1962)

tre), altri color cannella e i ratti *hooded*.<sup>696</sup> Questi ultimi, esteticamente molto belli ed utilizzati come animali domestici ancor oggi, devono il loro nome al fatto che sembrano *incappucciati*: ovvero hanno la testa ricoperta da una macchia di pelo scuro che si estende lungo il dorso con una linea più o meno uniforme.

Attraverso incroci combinati Castle fu in grado di dimostrare che il colore grigio dei ratti selvatici era dominante, mentre sia il bianco che il nero erano mendeliani recessivi. Anche *hooded* era recessivo, tuttavia mostrava la particolarità di non essere uniforme. La colorazione della pelliccia sulla testa e sul dorso era molto variabile con casi limite dalla livrea molto estesa o, viceversa, ridotta al minimo. Che il carattere *hooded* fosse recessivo si evidenziava attraverso i classici incroci mendeliani, tuttavia la differenza nelle livree faceva pensare che fosse in gioco qualche ulteriore meccanismo ereditario.

Castle incrociò ratti *hooded* dalla livrea molto estesa con omozigoti grigi e osservò, come atteso, una F1 eterozigote grigia. Incrociò, quindi, fra loro gli esemplari della F1 ed ottenne una F2 con la classica proporzione fenotipica 3:1. Il 75% era grigio e il 25% era *hooded*, ma questi *hooded* avevano una livrea variabile e molto meno estesa dei loro nonni. Da cosa dipendeva questo strano effetto? Confrontando i risultati con altri ottenuti con *Drosophila*, Castle concluse che il *gene hooded* esisteva ed era recessivo, ma il *fenotipo hooded* era influenzato da un certo numero di altri geni modificatori. La scoperta era di estrema importanza. Venendo meno il rapporto biunivoco gene-singolo\_effetto\_fenotipico, la variabilità degli individui all'interno di una specie cresceva straordinariamente. Infatti i diversi individui non differivano uno dall'altro solo perché i loro geni, presi singolarmente, erano diversi, ma perché ciascuna combinazione di geni dava luogo ad un proprio fenotipo. Inoltre la *pleiotropia*, (questo il nome dato al fenomeno che i geni potevano influenzare caratteri diversi) rafforzava straordinariamente l'ipotesi darwiniana. Aumentando a dismisura la variabilità fenotipica aumentava di conseguenza anche la capacità della selezione naturale di dare luogo all'evoluzione. Così scrisse Castle in un rapporto del 1914 sui ratti *hooded*:

Se, d'altra parte, ammettiamo che nuovi modificatori o inibitori nascano spontaneamente di tanto in tanto e che la selezione possa usarli per variare il suo andamento in una direzione maggiore o minore, allora dobbiamo ammettere che la selezione è un agente di vero potere creativo, capace di modificare le unità caratteri indefinitamente finché non si raggiungono i limiti fisiologici.<sup>697</sup>

Castle fu sempre più convinto della interazioni fra geni, soprattutto quando ad Harvard arrivò un giovane dottorando, Sewall Wright, un matematico appassionato di biologia, il quale coniugò la sperimentazione di laboratorio con lo sviluppo di tecniche innovative di calcolo della diffusione dei geni diventando uno dei tre fondatori della genetica delle popolazioni di cui diremo nel prossimo capitolo.

## **25.2 Studi naturalistici e genetici**

Nonostante i lavori di Castle, la dicotomia gradualità/saltazionismo continuava a dividere i naturalisti dai genetisti. Un ottimo lavoro di riavvicinamento venne progettato e realizzato da Francis Sumner<sup>698</sup> sui

---

<sup>696</sup> Cfr. The New York Times, January 9, 1911: *Animal novelties made in Biston*

<sup>697</sup> W. E. Castle, J. C. Phillips, *Piebald rats and selection: an experimental test of the effectiveness of selection and of the theory of gametic purity in Mendelian crosses*, Carnegie Institution of Washington, 1914, p. 25

<sup>698</sup> Francis Bertody Sumner (1874-1945). Alcune note biografiche in: R. R. Huestis, *Francis Bertody Sumner, 1874-1945*, J. of Mammalogy, February 1946, v. 27, n. 1, pp. 1-3

topi americani *Peromyscus*. La sua idea originale era quella di combinare i risultati dell'accurato rilevamento territoriale concluso qualche anno prima dal coetaneo Wilfred Osgood (ne abbiamo parlato in precedenza), con scrupolosi incroci di laboratorio. Dopo avere fatto esperienza in diverse parti del mondo, compresa la Stazione Zoologica di Napoli, Sumner iniziò a svolgere il proprio progetto nel 1913 presso la Istituzione Scripps per la Ricerca Biologica di La Jolla in California.<sup>699</sup> Un resoconto di quell'esperienza è raccontato dallo stesso Sumner nel libro autobiografico<sup>700</sup> dove narra, tra l'altro, alcuni aneddoti illuminanti sui rapporti tra ricerca e pubblico. Ricordate *Cui bono?* di Linneo? Ebbene, la storia si ripete e ci mostra come sia importante il ruolo della divulgazione. Mentre alcune persone che l'osservarono catturare i topi si indignarono di come venivano spesi male i soldi dei contribuenti, altri sollevarono la solita domanda sull'utilità di simili sperimentazioni. Sumner racconta: una volta un brillante indiano Hopi, «quando mi vide raccogliere le trappole piene di topi vivi, la sua curiosità superò il limite. «Cosa intendete fare con loro?» chiese. «Li porto in California», gli dissi. «Perché, non ci sono topi in California?»» rispose.<sup>701</sup>

La ricerca durò ben 17 anni e vide Sumner recarsi in diverse regioni, catturare molti esemplari selvatici di *Peromyscus* appartenenti a razze diverse, osservarli, allevarli e incrociarli. La misura accurata delle caratteristiche somatiche dei topi catturati e di tutta la loro discendenza sarebbe stato il data base su cui fare gli opportuni confronti. L'incrocio fra animali della stessa razza avrebbe evidenziato quali caratteristiche erano fissate nei geni e se fossero eventualmente nate nuove particolarità acquisite nel nuovo ambiente. L'incrocio fra razze diverse avrebbe fornito importanti prove sulla ereditarietà dei caratteri, confermando, o meno, le leggi mendeliane.

Innanzitutto Sumner scoprì che le diverse razze possedevano geni differenti che venivano ereditati indipendentemente. Ad esempio vi erano razze la cui pelliccia più chiara era definita geneticamente, anche se, all'interno della stessa razza vi era una certa variabilità con topi più chiari e topi più scuri. Inoltre la regola di Gloger (vi ricordate? la legge secondo cui gli animali delle zone calde e umide erano più scuri di quelli che abitavano zone fredde e secche) non era sempre rispettata. Infatti, se da un lato c'era una generale tendenza verso i colori scuri nella pelliccia dei *Peromyscus* delle zone calde e umide, dall'altro le eccezioni non mancavano. Ad esempio *P. polionotus albifrons* aveva una pelliccia molto chiara nonostante vivesse nelle coste sud della Alabama e della Florida. Con ogni probabilità il colore chiaro era un vantaggio selettivo in quanto permetteva a questa razza di mimetizzarsi meglio nelle zone sabbiose del suo territorio abitativo. La regola generale era quindi che il colore della pelliccia dei topi rispecchiava il colore del suolo in cui vivevano per meglio nascondersi alla vista e, siccome spesso i terreni più umidi erano più scuri, anche i topi che abitavano zone umide erano generalmente più scuri.

Per quanto riguardava gli esperimenti di incrocio fra individui di razze diverse, inizialmente Sumner si era mostrato scettico nel considerare adeguate le leggi di Mendel, tuttavia, alla fine dovette riconoscere la fondatezza delle teorie articolate (si veda il prossimo capitolo), come lo era la teoria del gene. In particolare il colore della pelliccia dipendeva, similmente alle cariossidi di frumento descritte da Nilsson-

---

<sup>699</sup> Cfr. C. M. Child, *Biographical Memoir of Francis Bertoldy Sumner (1874-1945)*, *Biographical Memoirs*, 1947, v. XXV, Nat. Academy of Sciences of the United States Of America, 1947, pp. 147-173, p. 52

<sup>700</sup> F. B. Sumner, *The Life History of an American Naturalist*, Jaques Cattell Press, 1945

<sup>701</sup> *ivi*, p. 211

Ehle più di un decennio prima, dall'azione di geni multipli indipendenti: in questo caso dovevano essere 5 o 6. Era l'evidenza che l'azione genetica minuscola di tanti geni portava ad un fenotipo graduale. La variabilità fenotipica che ne scaturiva era così elevata che la selezione naturale poteva portare alla divergenza e, magari aiutata dall'isolamento geografico, alla nascita di nuove razze e quindi di nuove specie.



## 26 La genetica delle popolazioni

Prima del 1918 i genetisti britannici sono stati coinvolti in un aspro conflitto riguardo a se il mendelismo e la genetica biometrica fossero compatibili. Curiosamente, e per fortuna, la controversia non ha attraversato l'Atlantico. La maggior parte dei primi genetisti americani [...] hanno pensato sin dall'inizio che i caratteri a variazione continua fossero determinati dall'effetto cumulativo dei fattori mendeliani i cui contributi individuali erano troppo piccoli, o troppo nascosti dalle influenze ambientali, per essere misurati. [...] Dalla fine della prima guerra mondiale fino al 1950, Haldane, Fisher e Wright hanno dominato completamente il campo.<sup>702</sup> (J. F. Crow, *Population Genetics History: a Personal View*)

Sotto la spinta del positivismo la biologia era indirizzata verso una sempre maggiore obiettività, propria delle scienze rigorose. La biometria aveva dato l'avvio a quel nuovo corso ed ora, ad inizio XX secolo, la matematica mostrò le sue potenzialità. In biochimica, ad esempio, venne elaborata (1913) la prima versione della nota equazione di Michaelis-Menten,<sup>703</sup> ovvero l'andamento di una reazione catalizzata da enzimi. Dal canto suo la genetica aveva richiesto un supporto statistico già ai tempi di Mendel e ora la scoperta di meccanismi ereditari sempre più complessi quali la pleiotropia e i geni multipli esigevano l'elaborazione di una *genetica quantitativa*.<sup>704</sup> La matematica, tuttavia, poteva spingersi oltre prevedendo scenari di diffusione genica. Le simulazioni che ne derivarono fornirono la base teorica per la nuova nata *genetica delle popolazioni* la quale si prefisse lo scopo di approfondire le modalità con le quali le caratteristiche genetiche venivano trasmesse di generazione in generazione nel tempo e come esse si distribuivano spazialmente nel territorio. Pionieri in questo campo furono Ronald Fisher, John Haldane e Sewall Wright.

### 26.1 Godfrey Hardy, Reginald Punnett, Henry Norton

Nel 1908 il matematico di Cambridge Godfrey Hardy<sup>705</sup> scrisse un primo lavoro stimolato dall'amico genetista Reginald Punnett<sup>706</sup>, anch'egli a Cambridge. L'articolo in questione, pubblicato sulla prestigiosa rivista *Science* e dal titolo *Mendelian proportions in a mixed population*<sup>707</sup> [Proporzioni mendeliane in una

---

<sup>702</sup> J. F. Crow, *Population Genetics History: a Personal View*, Ann. Rev. Genet, 1987, v. 21, pp. 1-22, pp. 3-4

<sup>703</sup> Si tratta della più nota equazione biochimica e descrive la cinetica di molti enzimi. Fu messa a punto dal tedesco Leonor Michaelis (1875-1949) e dal canadese Maud Leonora Menten (1879-1960).

<sup>704</sup> Tra gli altri la genetica quantitativa venne sviluppata dall'americano J. Lush, vedi: A.B. Chapman, *Jay Laurence Lush 1896-1982: a brief biography*, J. Anim. Sci., 1991, v. 69, pp. 2671-6.

<sup>705</sup> Godfrey Harold Hardy (1877-1947)

<sup>706</sup> Reginald Crundall Punnett (1875-1967)

<sup>707</sup> G. H. Hardy, *Mendelian proportions in a mixed population*, Science, 1908, v. 28, pp. 49-50



popolazione mista], simulava il modificarsi nel tempo della frequenza di due alleli in una popolazione e giungeva alla conclusione che, in mancanza di perturbazioni esterne, tale frequenza rimaneva invariata al passare delle generazioni. Questo equilibrio, scoperto indipendentemente anche dal medico tedesco Weinberg,<sup>708</sup> prese il nome di *principio di Hardy–Weinberg*.

Qualche anno dopo, nel 1915, Punnett pubblicò un libro sul mimetismo nelle farfalle<sup>709</sup> dove supportava l'ipotesi mutazionista-saltazionista di Bateson e De Vries, argomentando che le rassomiglianze mimetiche non sarebbero potute nascere gradualmente con la selezione naturale, ma dovevano essere il risultato di una, o più, grandi mutazioni. Supportato dai risultati di Hardy che sembravano evidenziare scenari di stabilità, Punnett chiese all'amico di elaborare una tabella per il suo libro, tabella che mostrasse quanto fosse difficile modificare la distribuzione di un dato gene in una popolazione. Hardy, troppo impegnato, passò il compito all'allievo Henry T. J. Norton<sup>710</sup> che, compiutamente, sviluppò e consegnò la tabella richiesta. Soddisfatto di poter supportare le sue speculazioni teoriche con opportuni calcoli statistici, Punnett la commentò facendo due esempi: 1) se il 2.8% di individui in una popolazione avesse posseduto un allele recessivo con un vantaggio selettivo del 10%, allora sarebbero state necessarie ben 52 generazioni affinché tale allele si diffondesse nel 25% della popolazione; 2) se il 2% di individui avesse posseduto un carattere con fenotipo dominante e con un vantaggio selettivo dell'1%, allora sarebbero servite ben 1122 generazioni affinché quel carattere si presentasse nella quasi totalità (96.7%) della popolazione. Probabilmente a Punnett quei dati parvero in linea con la sua tesi: l'ereditarietà mendeliana negava l'evoluzione per selezione naturale. A ben pensarci, tuttavia, quei numeri dicevano il contrario e davano torto proprio all'autore del libro. Il secondo esempio, infatti, riportava un numero che sembrò molto grande (1122 generazioni), ma per una drosophila 1122 generazioni significavano appena 45 anni e per l'essere umano all'incirca 20 mila anni, un tempo tutto sommato breve se paragonato alle ere geologiche che trattavano con i milioni di anni. Inoltre c'era da considerare che quell'ultimo esempio poteva rappresentare una situazione limite e l'1% di vantaggio selettivo sarebbe potuto essere molto maggiore in una situazione ambientale reale. Infatti, nonostante la tabella di Norton non fosse di agevole lettura, si poteva notare come nel secondo esempio portato da Punnett le cose cambiavano nettamente al cambiare del vantaggio selettivo. Passando infatti dall'1 al 10, al 25 e al 50% il numero di generazioni si sarebbe ridotto rispettivamente da 1122, a 111, 42, 22, corrispondenti a 45, 5, 2, 1 anni per la drosophila e a 20000, 2000, 750, 400 per l'uomo. Stando così le cose la selezione naturale poteva essere un meccanismo efficace in quanto i vantaggi selettivi potevano essere più che sufficienti.

Mentre i biologi del tempo, probabilmente poco abituati alla quantizzazione, faticavano ad immaginarsi le potenzialità della statistica, i matematici iniziarono una serie di calcoli che ebbero, da subito, fondamentali ripercussioni sulla teoria dell'evoluzione e su tutta la società. Ad esempio lo stesso Hardy evidenziò che i caratteri letali recessivi venivano eliminati dalla popolazione con grande lentezza

---

<sup>708</sup> Wilhelm Weinberg (1862-1937)

<sup>709</sup> R. C. Punnett, *Mimicry in Butterflies*, Cambridge University Press, 1915

<sup>710</sup> Henry Tertius James Norton (1886-1937)

disilludendo gli eugenisti che speravano di purificare la razza attraverso incroci mirati e in poche generazioni.<sup>711</sup>

## 26.2 Ronald Fisher

Sotto la spinta di Punnett e Hardy a Cambridge altri avevano intuito le potenzialità della nuova nata *genetica delle popolazioni* e il matematico Ronald A. Fisher<sup>712</sup> ne divenne uno dei fondatori.

Appassionatosi alla scuola di Galton e alla biometria, Fisher fondò nel 1911 la società eugenica di Cambridge assieme a John Maynard Keynes,<sup>713</sup> Punnett e Horace Darwin<sup>714</sup> (figlio di Charles) prima di pubblicare una serie di scritti divenuti standard di riferimento, come *Statistical methods for research workers*<sup>715</sup> [Metodi statistici per ricercatori] del 1925 e *The design of experiments*<sup>716</sup> [La pianificazione degli esperimenti] del 1935. Riguardo la genetica delle popolazioni già nel 1918 Fisher propose un modello genetico col quale dimostrava che la variazione continua veniva spiegata dalla ereditarietà mendeliana presupponendo che i caratteri potessero dipendere dall'azione di più geni,<sup>717</sup> tuttavia il suo contributo fondamentale alla teoria evolutiva, una vera rivoluzione concettuale, arrivò nel 1930 con il volume *The genetical theory of natural selection*<sup>718</sup> [La teoria genetica della selezione naturale].

Mentre nella seconda metà del libro trattò delle sue convinzioni eugeniche che non commentiamo ma che evidenziavano il suo carattere determinato, nella prima parte Fisher fu molto duro nel criticare aspramente gli evoluzionisti della sua epoca, rei di non aver compreso affatto la teoria della selezione naturale. Se lo stesso Darwin poteva essere giustificato per non aver indicato qual era la fonte della variabilità su cui la selezione lavorava, la stessa cosa non poteva dirsi dei suoi successori dopo la scoperta delle leggi mendeliane. Costoro non solo avevano male interpretato il lavoro di Darwin e Mendel, ma avevano addirittura intralciato la comprensione dell'evoluzione.

Può essere illuminante leggere qualche brano della prefazione:

La Selezione Naturale non è l'Evoluzione. Tuttavia, da quando le due parole sono entrate nell'uso comune, la teoria della Selezione Naturale è stata impiegata come abbreviazione conveniente per citare la teoria dell'Evoluzione per mezzo della Selezione Naturale avanzata da Darwin e Wallace. Ciò ha avuto l'infelice conseguenza che la stessa teoria della Selezione Naturale ha ricevuto una considerazione autonoma scarsa, se mai l'ha avuta. [...] Sin da quando la teoria venne avanzata la prima volta, il punto più incerto è stato il principio della ereditarietà. Nessun uomo di sapienza ed esperienza poteva negare questo concetto, tuttavia, nessuna proposta riusciva a dare un esatto resoconto di come essa funzionava. Se ora è possibile uno studio autonomo della Selezione Naturale questo è dovuto principalmente ai grandi sviluppi che la nostra

<sup>711</sup> A. W. F. Edwards, *G. H. Hardy (1908) and Hardy-Weinberg Equilibrium*, *Genetics*, July 2008, v. 179, n. 3, pp. 1143-50, p. 1147

<sup>712</sup> Ronald Aylmer Fisher (1890-1962)

<sup>713</sup> John Maynard Keynes (1883-1946) divenne un economista molto influente nel mondo politico britannico.

<sup>714</sup> Horace Darwin (1851-1928)

<sup>715</sup> R. A. Fisher, *Statistical methods for research workers*, (1925), reprint in Hafner Pub. Co., 1958

<sup>716</sup> R. A. Fisher, *The design of experiments*, (1935), reprint in Hafner Pub. Co., 1971

<sup>717</sup> R. A. Fisher, *The Correlation Between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance*, *Phil. Transac. of the Royal Society of Edinburgh*, 1918, v. 52, pp. 399-433

<sup>718</sup> R. A. Fisher, *The genetical theory of natural selection*, Oxford University Press, 1930

generazione ha visto nella scienza della genetica. [...] In futuro, l'effetto rivoluzionario del mendelismo sarà visto fluire dal carattere particellare (*particulate*) degli elementi ereditari. Su questo presupposto si può fondare una teoria razionale della Selezione Naturale ed è, quindi, di enorme importanza. Il merito di questa scoperta deve essere riconosciuto principalmente a Mendel, mentre, tra i nostri conterranei, Bateson ha giocato la parte principale della sua difesa iniziale. Sfortunatamente egli era impreparato a riconoscere gli aspetti matematici e statistici della biologia, e per questa e per altre cause non solo fu incapace di modellare una teoria evolutiva propria, ma non fu per nulla in grado di vedere in che modo il mendelismo forniva le parti mancanti della struttura eretta inizialmente da Darwin. La sua interpretazione dei fatti mendeliani fu dall'inizio unicamente impregnata del suo credo iniziale nella origine discontinua delle forme specifiche. Nonostante la sua influenza sulla teoria evolutiva sia stata così principalmente un regresso, il robusto corpo della ricerca mendeliana in tutto il mondo ha chiaramente annullato gli errori con cui essa fu portata avanti dall'inizio. Come pioniere della genetica egli ha fatto più del necessario per espiare le irritanti polemiche dei suoi primi scritti.<sup>719</sup>

Abbiamo avuto modo di notare, all'inizio dello scorso capitolo, che Fisher riteneva fondamentale focalizzare l'attenzione sulla natura particellare dell'ereditarietà mendeliana, in quanto dalle conseguenze del tutto diverse rispetto alla ereditarietà dovuta al miscelamento dei caratteri ipotizzata ai tempi di Darwin. Ignorare la differenza fra i due tipi di ereditarietà era stato l'errore imperdonabile compiuto dai riscopritori delle leggi di Mendel che erano stati costretti ad ipotizzare delle teorie mutazionali alternative. La confusione aveva portato a credere che la selezione naturale fosse priva di efficacia. Tutti i suoi predecessori, secondo Fisher, "Avevano pensato al mendelismo come ad un assassinio della teoria della selezione, mentre in realtà questa aveva spazzato il campo a tutti i suoi competitori."<sup>720</sup>

Dato il periodo storico è probabile che solo la mente di un matematico esperto in biologia come Fisher fosse in grado cogliere la differenza sostanziale tra eredità particellare (*particulate*) ed eredità continua. D'altra parte proprio allora era in atto l'accesa discussione sul concetto di *quanto* in fisica, ovvero la dimensione minima oltre la quale determinate grandezze fisiche (ad es. l'energia) non potevano essere ulteriormente suddivise. Nasceva, allora, la domanda: se l'indivisibilità aveva effetti così macroscopici in fisica, quali potevano essere le conseguenze genetiche tra trasmissione particellare e trasmissione continua?

Darwin sapeva bene che l'evoluzione aveva bisogno di una grande quantità di variabilità intraspecifica in quanto solo con una marcata differenza fra individui della stessa specie la lotta per l'esistenza avrebbe avuto dei chiari *vincitori* e *vinti*. Ebbene, ai suoi tempi si pensava che i caratteri dei genitori si mescolassero nei figli e questa trasmissione aveva un effetto contrario: smorzava le differenze tra gli individui. Darwin ne era consapevole ma non cedette "[...] alla facile conclusione che il progresso evolutivo era, per così dire, *fabbricato* dalla mutazione."<sup>721</sup> Dopo le scoperte di Mendel era chiaro che il problema della varietà veniva risolto dalla ereditarietà particellare, cioè i caratteri dei genitori non si miscelevano nei figli ma venivano trasmessi come elementi indivisibili, i geni. Nel caso della ereditarietà mescolata la variabilità intraspecifica su cui lavorava la selezione naturale poteva essere mantenuta solo attraverso un numero enorme di

---

<sup>719</sup> *ivi*, Preface

<sup>720</sup> R. A. Fisher, *Natural Selection from the Genetical Standpoint*, Australian Journal of Science, 1959, v. 22, pp. 16-17

<sup>721</sup> *ibidem*

mutazioni, mentre nel caso della ereditarietà per particelle discrete ne erano sufficienti poche. Fisher le stimò essere di 4 ordini di grandezza inferiori. Così scrisse:

[...] con qualsiasi teoria particellare la variazione ereditabile viene conservata bene, mentre con una teoria del mescolamento essa viene dissipata rapidamente. I tassi di mutazione necessari per mantenere una quantità osservabile di variazione differiscono almeno di un fattore diecimila [...] <sup>722</sup>

Fisher, dunque, sostenne che la selezione naturale, da sola, poteva essere il motore dell'evoluzione. Da un lato confermò la tabella di Norton e, conseguentemente, che la selezione era in grado di modificare velocemente la genetica delle popolazioni, dall'altro dichiarò che le mutazioni radicali non erano affatto necessarie. Siccome il *principio di Hardy-Weinberg* poteva essere alterato solo dal caso, dalla mutazione o dalla selezione, ne seguiva che l'evoluzione procedeva per selezione naturale in quanto il caso avrebbe potuto essere determinante solo in popolazioni numericamente piccole mentre la mutazione era troppo rara per avere effetto.

Fisher proseguì i propri studi elaborando una serie di scenari e mostrando che potevano essere calcolati i valori di diffusione genica nella popolazione a seconda che si ipotizzassero diversi gradi di vantaggi selettivi e diversi gradi di dominanza. In particolare dimostrò che due diversi alleli alternativi potevano essere presenti entrambi in una popolazione se si fosse verificata l'ipotesi che uno dei due aveva un vantaggio selettivo sull'altro, ma solo fino ad certa frequenza, oltre quella soglia il suo vantaggio selettivo andava a decrescere. Questo fenomeno, detto *polimorfismo*, evidenziava come in una popolazione i caratteri non erano necessariamente o favorevoli o sfavorevoli, e quindi potevano coesistere in un equilibrio variabile a seconda delle condizioni ambientali. Inoltre le interazioni tra i geni, messe in evidenza da Castle con la *pleiotropia*, poteva portare a conseguenze radicali. Ad esempio un allele di un gene poteva essere vantaggioso solo quando si trovava in presenza di un certo allele in un secondo gene e svantaggioso quando il secondo gene si presentava con l'allele opposto.

### 26.3 John B. S. Haldane

Nel frattempo rimaneva fondamentale rispondere alla domanda sollevata dalla tabella di Norton: nella realtà che vantaggio selettivo può avere un certo carattere? Come abbiamo visto poco sopra, in teoria anche l'1% poteva essere determinante, tuttavia, la distribuzione dei geni in una popolazione sarebbe stata molto più dinamica se si fossero misurati in Natura vantaggi selettivi maggiori. Il matematico John B.S. Haldane, <sup>723</sup> uno dei padri della *genetica delle popolazioni* al pari di Fisher e di Wright, rispose a questa domanda.

Di nobile famiglia scozzese, Haldane nacque ad Oxford, entrò a Cambridge nel 1919 dove insegnò fino al 1932 prima di andare all'University College di Londra e, successivamente, in India. Come altri suoi colleghi matematici si innamorò della biologia ed offrì ad essa i suoi servizi. Tra l'altro, assieme al botanico George E. Briggs, <sup>724</sup> apportò importanti modifiche alla nota equazione di Michaelis-Menten.

---

<sup>722</sup> *ibidem*

<sup>723</sup> John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964)

<sup>724</sup> George Edward Briggs (1893- 1985)

Per quel che riguarda la questione evoluzionistica Haldane comprese ben presto che la matematica poteva fornire un grande contributo di comprensione, così dal 1924 al 1934 produsse una serie di lavori accumulati dall'unico titolo *A Mathematical Theory of Natural and Artificial Selection*<sup>725</sup> [Una teoria matematica della selezione naturale e artificiale], pubblicata in gran parte come atti di convegni dove, tra l'altro, quantificò il concetto di *fitness*, e nel 1932 diede alle stampe *The Causes of Evolution*<sup>726</sup> [Le cause dell'evoluzione].

Nel primo degli articoli citati Haldane ebbe la geniale intuizione di elaborare statisticamente i dati raccolti nell'esempio di selezione naturale più noto e studiato: il melanismo industriale. Ebbene, considerando che la forma nera della *Biston betularia* era dovuta ad un singolo gene dominante, era sufficientemente agevole calcolare che tale gene avesse un vantaggio selettivo sulla forma *pepata* di, addirittura, il 30%. Era la prova tangibile che la selezione naturale poteva cambiare radicalmente la genetica delle popolazioni in relativamente poche generazioni, ed essere sufficientemente potente da guidare, anche da sola, l'intera evoluzione.

#### 26.4 Sewall Wright

Anche dall'altra parte dell'Oceano un giovane matematico si stava occupando di genetica, ma a differenza dei due inglesi Fisher e Haldane che si erano concentrati su calcoli teorici, Sewall Wright<sup>727</sup> si stava confrontando con problemi pratici.

Nato a Melrose, nel Massachusetts, Wright mostrò da subito un interesse innato per la matematica e la biologia. Così, dopo avere studiato matematica al Lombard College dove suo padre insegnava, Wright tornò nello Stato natio, ad Harvard, per intraprendere il dottorato di ricerca presso il laboratorio di genetica diretto da William Castle. Districandosi tra le mille problematiche degli esperimenti di incrocio, Wright cercò di isolare non i singoli geni, bensì i gruppi di geni, così da approfondire le dinamiche della pleiotropia. Ed in effetti, dopo avere sviluppato apposite metodologie di indagine ed avere analizzato una grande quantità di dati, Wright comprese che la selezione naturale sarebbe stata molto più efficace se avesse lavorato sui gruppi piuttosto che sui singoli caratteri. Una conseguenza importante riguardava il ruolo del caso nell'evoluzione. Mentre per Fisher aveva, comunque, una influenza minima, per Wright il caso poteva essere determinante nel modificare il flusso genico. Tutti gli statistici erano concordi nell'affermare che in una popolazione piccola la perdita casuale di un gene era plausibile, se non addirittura probabile, ma mentre Fisher non lo riteneva importante, Wright pensava che un evento del genere avrebbe potuto innescare una cascata di effetti con pesanti ripercussioni su tutto il genoma, e questo perché i geni non dovevano essere considerati entità separate che agivano singolarmente, bensì reti dinamiche di interazioni dove la perdita di un elemento si ripercuoteva sull'intero. Il caso poteva dunque, in una popolazione piccola, modificare le specie in modo distinto dalla selezione naturale. L'effetto in questione, denominato *genetic drift* [deriva

---

<sup>725</sup> *A Mathematical Theory of Natural and Artificial Selection*. Il I° venne pubblicato ne "Transactions of the Cambridge Philosophical Society", dal II° al IX° vennero pubblicati ne "Proceedings of the Cambridge Philosophical Society", il X° nella rivista "Genetics"

<sup>726</sup> J. B. S. Haldane, *The Causes of Evolution*, Harper, Princeton University reprint 1990

<sup>727</sup> Sewall Green Wright (1889-1988)

genetica], si rivelava importante in più occasioni, come ad esempio quando una piccola popolazione andava a colonizzare un nuovo territorio. La sua evoluzione si sarebbe discostata geneticamente dalla popolazione originaria non solo grazie a diverse pressioni selettive, ma anche da eventi di tipo casuale.

Nella sua lunga carriera Wright elaborò una serie di strumenti matematico-statistici estremamente utili nella genetica della popolazione. Suoi sono i panorami di fitness: un modello grafico simile alla orografia di un territorio con valli, colline e monti. Sugli assi cartesiani orizzontali di questa sorta di griglia tridimensionale vengono rappresentate matematicamente le frequenze alleliche ed i fenotipi medi della popolazione, mentre sull'asse verticale viene indicata la fitness media di una popolazione. La selezione naturale agirebbe in modo da fare scalare ad una popolazione la montagna più vicina in modo da raggiungere il picco adattativo, mentre la deriva genetica porterebbe ad uno spostamento sul territorio virtuale senza una meta precisa.



## 27 La sintesi evolutiva

Nei vent'anni trascorsi da quando questo libro venne pubblicato la prima volta si è accumulata una enorme quantità di nuovi lavori e nuove idee sul tema dell'evoluzione. [...]

Il principale fatto degno di nota è che la teoria neo-darwiniana, o sintetica, o integrativa, dell'evoluzione che argomentai nel 1942 ha guadagnato molti sostenitori e può essere oggi considerata l'opinione comprovata.<sup>728</sup> (J. Huxley, *Evolution: The Modern Synthesis*, introduzione alla ristampa)

A metà degli anni 1930 i tempi erano ormai maturi perché la riconciliazione tra genetisti e naturalisti, tra mendelismo e darwinismo, si affermasse per poi estendersi a tutte le branche della biologia. Prima di allora i matematici esperti di genetica delle popolazioni avevano agito in tal senso, ma i loro elaborati non ebbero ampia diffusione sia perché molto specifici, sia perché mancavano di osservazioni in campo, sia perché avevano trascurato il problema dell'origine delle specie, nonostante i picchi adattativi di Wright andassero in quella direzione.<sup>729</sup>

Il processo di riconciliazione iniziò a partire dal 1936 con una serie di incontri alla Columbia University organizzati dallo zoologo Leslie C. Dunn<sup>730</sup> e inseriti nell'ambito de *The Jesup Lectureships*, lezioni pubbliche tenute sin dal 1905 da eminenti scienziati su tematiche biologiche di grande attualità. In quelle occasioni parlarono Dobzhansky, Mayr, Simpson e Stebbins i cui lavori, pubblicati a seguito di tali lezioni, divennero le pietre miliari di quel resoconto unico dell'evoluzione che, grazie al libro<sup>731</sup> di Julian Huxley,<sup>732</sup> prese il nome di *sintesi moderna*.

Lo stesso Huxley già nel dicembre 1939, nel corso di un meeting dell'A.A.A.S.<sup>733</sup> a Columbus, Ohio, suggerì di costituire una società che studiasse in modo multidisciplinare l'evoluzione. Purtroppo a causa della guerra fu possibile istituire solo alcuni comitati, ma l'appuntamento era rimandato. Il 30 marzo 1946 a St. Louis venne tenuto un incontro organizzativo per la nascita della SSE, la Società per lo Studio

---

<sup>728</sup> J. Huxley, *Evolution: The Modern Synthesis*, George Allen and Unwin, London, 1942 (dalla nuova Introduzione nella versione ristampata da Science Editions nel 1964)

<sup>729</sup> R. C. Lewontin, *Dobzhansky's Genetics and the Origin of Species: Is It Still Relevant?*, *Genetics*, October 1997, v. 147, pp. 351-5, p. 351

<sup>730</sup> Leslie Clarence Dunn (1893-1974). Cfr. T. Dobzhansky, *Leslie Clarence Dunn, 1893-1974. A Biographical Memoir*, Nat. Acad. of Sciences, 1978

<sup>731</sup> J. Huxley, 1942, *op. cit.*

<sup>732</sup> Julian Sorell Huxley (1887-1975), scienziato e umanista, era nipote di Thomas Henry Huxley (il "mastino" di Darwin) e fratello del noto scrittore Aldous L. Huxley

<sup>733</sup> American Association for the Advancement of Science



dell'Evoluzione<sup>734</sup> e qualche mese dopo a Boston, tra il 28 e il 31 dicembre 1946, si svolse il primo meeting annuale.

Chiamata anche *sintesi neodarwiniana* o *sintesi evolutiva*, la sintesi moderna riunì sistematica, ecologia, biogeografia, paleontologia, botanica, oltre a genetica e naturalismo, nella convinzione comune che l'evoluzione procedeva gradualmente e la selezione naturale di Darwin e Wallace ne era il principale meccanismo. Un meccanismo che poteva definirsi: gradualismo filetico.

### 27.1 *Theodosius Dobzhansky*

Nel 1927, a seguito dei sollevamenti di massa nelle repubbliche sovietiche, emigrò negli Stati Uniti un giovane biologo di origine ucraina di nome Theodosius Dobzhansky.<sup>735</sup> Costui arrivò grazie ad una borsa offerta dalla International Education Board della Rockefeller Foundation, borsa che lo portò ad unirsi al gruppo di Morgan alla Columbia University. In Russia Dobzhansky aveva lavorato con la *Drosophila* nel laboratorio di Yuri Filipchenko<sup>736</sup> a Leningrado ed era stato influenzato dalla scuola di Mosca, soprattutto da Sergei Chetverikov direttore dell'Istituto Koltsov.<sup>737</sup>

Al contrario di ciò che era accaduto in Occidente, in Russia naturalismo e genetica non erano entrati in competizione proprio perché Chetverikov, prima naturalista e poi genetista, studiando la variabilità delle popolazioni selvatiche di *Drosophila* intorno a Mosca aveva riscontrato lui stesso la gradualità in Natura. Le sue conclusioni, pubblicate nel 1926 e tradotte in inglese solo dopo la sua morte,<sup>738</sup> erano straordinariamente concordanti con i risultati dei genetisti delle popolazioni. Ad esempio scrisse: “Naturalmente il calcolo effettivo della intensità della selezione è al momento un problema inaffrontabile. Ma in questo caso è il principio ad essere più importante; è importante stabilire il concetto proprio della intensità di selezione e produrre la sua misura quantitativa.”<sup>739</sup> Poi, subito dopo, si apprestò ad una attenta disamina della tabella di Norton annotando il fatto che “Questa tabella merita una più attenta indagine.”<sup>740</sup> Purtroppo, come accadde per altre interessanti ricerche in Unione Sovietica, il programma di Chetverikov fu abbandonato a causa degli eventi politici del 1929 e dell'avvento del lisenkoismo,<sup>741</sup> ma le riflessioni del biologo russo avevano già fatto presa sul giovane Dobzhansky.<sup>742</sup>

Con una mentalità aperta al futuro e in contesto scientifico all'avanguardia qual era la Columbia University, Dobzhansky si trovò nella condizione favorevole per produrre quella sintesi tra diverse opinioni

<sup>734</sup> The Society for the Study of Evolution; <http://www.evolutionsociety.org/>

<sup>735</sup> Theodosius Grygorovych Dobzhansky, conosciuto anche come Theodore Dobzhansky (1900-1975)

<sup>736</sup> Yuri Filipchenko (o Philipchenko) (1882-1930) fu un entomologo russo. Coinò i termini microevoluzione e macroevoluzione.

<sup>737</sup> Sergei Sergeevich Chetverikov (1880-1959)

<sup>738</sup> S. S. Chetverikov, *On Certain Aspects of the Evolutionary Process from the Standpoint of Modern Genetics*, Proceedings of American Philosophical Society, v. 105, n. 2, 1961, pp. 167-195

<sup>739</sup> S. S. Chetverikov S.S., *op. cit.*, p.182

<sup>740</sup> *ibidem*

<sup>741</sup> Il “lisenkoismo” prende il nome dall'agronomo russo Trofim Denisovich Lysenko (1898-1976) che diresse la biologia sovietica di Stalin. Il “lisenkoismo” era un potente movimento politico-scientifico che rifiutava la genetica mendeliana a favore delle teorie di Ivan Vladimirovich Michurin (1855-1935) sull'ereditarietà dei caratteri acquisiti.

<sup>742</sup> M. B. Adams, *The founding of population genetics: Contributions of the Chetverikov school 1924–1934*, J. of the History of Biology, March 1968, v.1, n.1, pp. 23-39

evoluzionistiche che già i genetisti delle popolazioni avevano anticipato, ma che non erano riusciti a divulgare con la necessaria linearità. Dobzhansky, invece, grazie al suo retroterra biologico piuttosto che matematico e alla sua dialettica semplice (agevolata dal fatto che non era un madrelingua) riuscì a spiegare ad un pubblico ampio che le osservazioni naturalistiche e la genetica sperimentale presentavano un unico resoconto storico della vita, quel resoconto storico che Darwin aveva teorizzato nell'evoluzione per selezione naturale. Le lezioni di Dobzhansky divennero il punto di partenza della sintesi moderna e il suo libro *Genetics and the origin of species*<sup>743</sup> [La genetica e l'origine delle specie] venne considerato da eminenti studiosi quali Jeffrey R. Powell e Richard C. Lewontin “il libro più importante ed influente sull'evoluzione nel ventesimo secolo”<sup>744</sup>.

Per Dobzhansky le piccole mutazioni erano la fonte della variazione genetica su cui, in Natura, lavorava la selezione naturale. Esse influenzavano e modificavano tutti i caratteri corporei così da essere le responsabili sia delle piccole che delle grandi differenze. E questo perché le mutazioni erano discrete ma si accumulavano, agivano sui singoli geni ma influenzavano anche i gruppi di geni, erano implicate nelle variazioni discontinue ma determinavano anche quelle continue.

In Natura la gradualità era evidente ovunque, come rilevato dai numerosi casi quali i topi *Peromyscus*, e portava ad escludere la possibilità che una nuova specie nascesse da una unica mutazione. Era il lento accumularsi delle piccole mutazioni che portava le popolazioni a divergere ed era l'isolamento geografico che determinava la speciazione, ovvero il divergere di due popolazioni in specie distinte. Infatti, secondo Dobzhansky, fintanto che gli individui di due popolazioni continuavano ad incrociarsi fra loro il pool genico su cui lavorava la selezione rimaneva lo stesso. Con la separazione fisica, invece, nelle due popolazioni si accumulavano mutazioni diverse, e i pool genici risultanti erano spesso soggetti a pressioni selettive diverse vivendo in contesti ambientali diversi. A processo concluso le due specie neonate potevano tornare ad abitare gli stessi luoghi senza, per questo, fondersi di nuovo in un'unica specie. Una volta che si era verificata la speciazione non era più possibile l'incrocio e le due specie rimanevano distinte per sempre. Dobzhansky riconobbe che, oltre quello geografico, potevano entrare in gioco altri meccanismi di isolamento (ad esempio due popolazioni pur abitando gli stessi territori, potevano rimanere separate grazie a differenti abitudini o a differenti stagioni di accoppiamento), tuttavia tali meccanismi giocavano ruoli marginali.

La selezione naturale, secondo Dobzhansky, era un processo reale e facilmente osservabile in Natura. Un mirabile esempio riguardava una vicenda da poco rilevata nelle coltivazioni di agrumi in California. Per tenere sotto controllo le cocciniglie infestanti, i contadini erano soliti trattare le piante con gas cianuro, ma in una zona ben delimitata erano comparsi alcuni insetti resistenti al veleno che, in pochi anni, si erano moltiplicati a macchia d'olio nei terreni circostanti. Era la prova evidente che la selezione naturale risparmiava gli individui più resistenti i quali, lasciando una prole più numerosa, modificavano di fatto il pool genico delle popolazioni limitrofe ponendo le basi per un cambiamento evolutivo.

Anche tutti i fenomeni un tempo visti sotto la luce lamarckiana, per Dobzhansky potevano essere ottimamente spiegati in termini di selezione naturale. Il fatto, ad esempio, che gli animali delle zone calde e

---

<sup>743</sup> T. G. Dobzhansky, *Genetics and the origin of species*, Columbia University Press, 1937, (3<sup>rd</sup> ed. 1951)

<sup>744</sup> R. C. Lewontin, 1997, *op. cit.*, p.351

umide del pianeta erano di colore scuro rispetto ai corrispettivi delle zone fredde e secche non era dovuto ad una influenza ambientale ma, come indicavano le numerose eccezioni alla regola, a vantaggi selettivi che la colorazione assicurava loro. Le prove sperimentali su quest'ultimo punto, fino a quel momento solo ipotizzato, arrivarono dallo stesso Dobzhansky e da altri scienziati a partire dalla fine degli anni 1940. Ad esempio l'inglese Kettlewell<sup>745</sup> organizzò esperimenti con le *Biston betularia*<sup>746</sup> mentre l'americano Dice<sup>747</sup> valutò la predazione di topi dalla diversa colorazione della pelliccia posti su pavimenti chiari o scuri da parte di gufi.<sup>748</sup>

## **27.2 Altre discipline si uniscono alla sintesi**

Le *Jesup Lectureships* degli anni seguenti integrarono la sintesi evolutiva proposta da Dobzhansky coinvolgendo altre discipline biologiche. Quelle di Mayr si concentrarono sulla sistematica, sulla biogeografia e sull'ecologia, quelle di Simpson sulla paleontologia, quelle di Stebbins sulla botanica. I loro lavori (che citerò nei relativi paragrafi) aggiunti a quelli dei genetisti delle popolazioni e al già menzionato libro di Julian Huxley, completarono il quadro della sintesi evolutiva. Le loro convincenti argomentazioni portarono alla consapevolezza che i diversi approcci all'evoluzione altro non erano se non il frutto delle specificità d'indagine. In sostanza tutte le branche della biologia potevano riconoscersi in una visione comune e condivisa dell'evoluzione.

### **27.2.1 Sistematica, biogeografia, ecologia**

Il tedesco Ernst Mayr<sup>749</sup> fu uno dei primi sistematici a trovarsi d'accordo con Dobzhansky. D'altra parte le tesi dell'ukraino davano ragione a quel gradualismo che Mayr aveva avuto sotto gli occhi durante l'esperienza in campo. Da ragazzo si era iscritto a medicina per seguire la tradizione di famiglia, ma il prof. Stresemann,<sup>750</sup> notata la sua naturale propensione alla sistematica degli uccelli, lo convinse a cambiare strada e ad unirsi al Museo di Berlino che organizzava lunghe spedizioni naturalistiche ai tropici. La scelta fu passionale, ma ne valse la pena. Dopo il dottorato, svolto in appena 16 mesi all'Università di Berlino, Mayr partì con grande entusiasmo verso la Nuova Guinea e, successivamente, verso le isole Solomon.

In quelle terre lontane lo scienziato tedesco rafforzò le sue idee lamarckiane. Si era reso conto della grande variazione naturale e del perfetto adattamento delle diverse specie all'ambiente, ma soprattutto si era confrontato con le vere difficoltà dei sistematici quando dovevano decidere se classificare, o meno, una popolazione come specie a sé stante. La gradualità era così elevata che molte popolazioni di uccelli erano facilmente distinguibili dalle altre, ma alcuni individui delle diverse popolazioni si rassomigliavano così tanto che era decisamente arbitrario classificare razze, varietà o sottospecie.

---

<sup>745</sup> Henry Bernard Davis Kettlewell (1907-1979)

<sup>746</sup> Cfr. B. Kettlewell, *The evolution of melanism*, Clarendon Press, 1973

<sup>747</sup> Dice Lee Raymond (1887-1977)

<sup>748</sup> Cfr. L. R. Dice, P. J. Clark, *The statistical concept of home range as applied to the recapture radius of the deermouse* (*Peromyscus*), *Contrib. Lab. Vert. Biol. Univ. Mich.*, 1953, v. 62, pp. 1-15.

<sup>749</sup> Ernst Walter Mayr (1904-2005)

<sup>750</sup> Erwin Stresemann (1889-1972) ornitologo tedesco.

Dopo essersi trasferito a New York nel 1931 come curatore del Museo Nazionale di Storia Naturale ed essere entrato in contatto diretto con i biologi d'oltre oceano, lo scienziato tedesco abbandonò le idee lamarckiane convincendosi sempre più della consistenza delle ipotesi neodarwiniane fino a diventare uno dei principali fautori della sintesi moderna. Anzi, dopo le sue *Jesup Lectureships* abbracciò un interesse sempre più grande nella biologia evolutiva e nella filosofia della biologia, interesse che coltivò fino alla morte.

Nelle sue lezioni e nel successivo libro<sup>751</sup> Mayr fece esplicito riferimento all'importanza dello studio sulla variazione per comprendere l'evoluzione. In particolare quando le popolazioni erano distribuite lungo ampi territori uniformi la gradualità era la norma, come avevano riscontrato Osgood e Sumner per i topi *Peromyscus*. La discontinuità, al contrario, nasceva dalla distribuzione in località separate, come rilevato dal reverendo Gulick nelle lumachine *Achatinella* e quantificato da Wright. Nel primo caso un sistematico come Mayr si trovava sempre in difficoltà quando doveva compiere le sue catalogazioni, mentre nel secondo caso il riconoscimento delle specie era sufficientemente agevole. Era, quindi, ovvio che la speciazione potesse avvenire solo quando un gruppo di individui veniva a trovarsi isolato da una barriera fisica dal resto della popolazione. La mancanza di flusso genico tra i due gruppi portava ad una evoluzione divergente. I discendenti degli individui separatisi andavano a formare una specie incipiente che poi si consolidava in una specie vera e propria allorquando le differenze genetiche diventavano sufficienti da costituire una barriera riproduttiva permanente. Questo meccanismo, chiamato speciazione allopatrica, era l'unico in grado di originare una nuova specie. La speciazione simpatica, ovvero la speciazione in più popolazioni isolate geneticamente (ad esempio per modificazioni comportamentali) ma abitanti lo stesso territorio, non era, per Mayr, possibile.

Questo processo di speciazione era evidente nei Martin Pescatore del Paradiso, genere *Tanysiptera*. Tre sottospecie di *Tanysiptera galatea*, molto simili tra loro, vivevano sulla terraferma della Nuova Guinea, mentre altre cinque, che vivevano in differenti isole attorno, mostravano differenze più marcate. Queste ultime erano, quindi, da considerarsi come specie incipienti. Il fatto che un'altra specie (*Tanysiptera hydrocharis*) vivesse, invece, in una zona della Nuova Guinea assieme a *galatea* poteva essere spiegato dalla storia geologica di quel territorio che aveva visto il formarsi di isole e il loro successivo ricongiungersi con la terraferma.

In quegli anni, nel frattempo, un altro sistematico tedesco aveva maturando idee simili. Si trattava di Bernhard Rensch<sup>752</sup> un sistematico poco più anziano di Mayr che lo aveva preceduto come assistente al Museo di Berlino e che era stato inviato in Indonesia per studiare la distribuzione geografica delle specie politipiche<sup>753</sup> e delle specie strettamente affini il relazione ai fattori ambientali. Anch'egli, seppure in misura minore, contribuì al processo che portò alla sintesi moderna. Nel 1929 scrisse un libro dal titolo *Das Prinzip Geographischer Rassenkreise und das Problem der Artbildung*<sup>754</sup> [Il principio delle razze geografiche e il

---

<sup>751</sup> E. Mayr, *Systematics and the Origin of Species*, Columbia Uni. Press, 1942

<sup>752</sup> Bernhard Rensch (1900-1990)

<sup>753</sup> Le specie politipiche sono le specie che, data la loro struttura, necessitano di una ulteriore suddivisione in sottospecie aggiungendo un terzo nome alla classica nomenclatura binaria linneana.

<sup>754</sup> B. Rensch, *Das Prinzip Geographischer Rassenkreise und das Problem der Artbildung*, Gebrüder Borntraeger, 1929

problema della formazione delle specie] e nel 1947 affrontò l'argomento delle modalità evolutive oltre il livello di specie<sup>755</sup> con un libro che determinò la rapida accettazione della sintesi evolutiva in Germania.

Com'era logico attendersi dopo le lezioni di Mayr le osservazioni in campo vennero viste sotto una diversa luce. Ad esempio si compresero le modalità con cui si erano evoluti i fringuelli delle isole Galápagos. La forma dei loro becchi, così specializzati per le diverse fonti alimentari (semi, insetti ecc.) non era frutto del caso, bensì di una serie di speciazioni dovute ad una successione di migrazioni e colonizzazioni nelle diverse isole dell'arcipelago.<sup>756</sup>

### 27.2.2 Paleontologia

I resti fossili, trovati qua e là in Natura, sembravano confermare una evoluzione a salti piuttosto che una evoluzione graduale. Già Darwin, su questo punto, si disse preoccupato,<sup>757</sup> e da allora, nonostante i numerosi ritrovamenti, i paleontologi rimasero sostanzialmente scettici nell'accettare la gradualità filetica. Anzi, molti di loro continuarono ad avere idee neo-lamarckiane.<sup>758</sup> La proposta di Dobzhansky e Mayr, dunque, doveva necessariamente essere passata al vaglio della paleontologia per essere solidamente accettata. Anzi, una sintesi evolutiva non poteva dirsi tale se mancava all'appello una disciplina fondamentale quale la paleontologia.

Nelle sue *Jesup Lectureships* e nel successivo libro *Tempo and Mode in Evolution*<sup>759</sup> [L'andamento e le modalità dell'evoluzione] George G. Simpson<sup>760</sup> argomentò che le piccole mutazioni e la selezione naturale potevano spiegare benissimo sia la micro che la macroevoluzione.

Innanzitutto la successione dei fossili sembrava discontinua semplicemente perché i cambiamenti geologici improvvisi avevano una durata di milioni di anni, un tempo più che sufficiente alla nascita di nuove specie. Inoltre la fossilizzazione non era un evento certo perché richiedeva il verificarsi di condizioni chimico-fisiche particolari che si verificavano di rado. Infine la speciazione attraverso il meccanismo della deriva genetica aveva scarsa possibilità di lasciare tracce fossili proprio per la sua velocità e le sue modalità di accadimento. Una visione che, come vedremo più avanti, anticipava in qualche modo il concetto degli *equilibri puntuali*.

L'evoluzione procedeva con due modalità distinte: attraverso una *speciazione* filetica (ovvero la suddivisione di una specie in due o più nuove specie), oppure attraverso una *trasformazione* filetica (ovvero la trasformazione di una specie progenitrice in una unica altra specie successiva). I paleontologi del passato avevano fatto confusione tra le due modalità e spesso la loro solerzia ad abbracciare una propria fede li

<sup>755</sup> B. Rensch, *Neue Probleme der Abstammungslehre*, 2. Aufl. Enke Verlag 1954 (1947), tradotto in inglese col titolo *Evolution above the species level*

<sup>756</sup> Per una panoramica delle recenti scoperte sui fringuelli delle Galápagos vedi: P. R. Grant, B. R. Grant, *Unpredictable evolution in a 30-years study of Darwin's finches*, *Science*, 26-4-2002, v. 296, n. 5568, pp. 707-711

<sup>757</sup> Così scrisse ne *L'Origine*: "Nonostante la ricerca geologica abbia rivelato fuori da ogni dubbio l'esistenza passata di molti legami[...] essa non mostra le infinite piccole gradazioni tra le specie passate e quelle attuali richieste dalla teoria, e questa è la più ovvia delle molte obiezioni che possono essere sollevate contro di essa."

<sup>758</sup> Il termine neo-lamarckismo si riferisce a un gruppo eterogeneo di meccanismi e teorie di stampo lamarckiano nato in contrapposizione al neo-darwinismo che però, a differenza di quest'ultimo, non si presenta come un corpo dottrinale coerente.

<sup>759</sup> G. G. Simpson, *Tempo and Mode in Evolution*, Columbia Uni. Press, 1944

<sup>760</sup> George Gaylord Simpson (1902-1984)

aveva portati a compiere grossolani errori. Era il caso di Edward D. Cope che per confermare il suo credo nel neo-lamarckismo considerò ortogenetica l'evoluzione del cavallo quando invece avrebbe dovuto comprendere che si trattava di una evoluzione ramificata come il ritrovamento di ulteriori fossili avrebbe infine dimostrato.

La prima modalità evolutiva, la speciazione filetica, rendeva conto della microevoluzione in quanto assicurava l'aumento numerico delle specie. La seconda modalità evolutiva, la trasformazione filetica, rendeva conto della macroevoluzione in quanto permetteva il lento trasformarsi nel tempo di una specie in altre specie sempre più evolute fino a produrre qualcosa di molto diverso: l'avvio di un taxon superiore. Siccome la ragione portava a credere che entrambe le modalità fossero simili e gradualistiche, allora micro e macroevoluzione potevano essere ottimamente spiegate attraverso il meccanismo neo-darwiniano.

### 27.2.3 Botanica

La serie delle *Jesup Lectureships* relative alla sintesi moderna si concluse con la conferma che il mondo vegetale era stato anch'esso protagonista di una evoluzione graduale. L'intervento del George L. Stebbins<sup>761</sup> con il suo libro *Variation and Evolution in Higher Plants*<sup>762</sup> [Variazione ed evoluzione nelle piante superiori] spiegò alla luce della evoluzione neo-darwiniana importanti meccanismi di ereditarietà nelle piante, molto più plastiche e tolleranti dal punto di vista genetico che non gli animali.

### 27.2.4 Citologia, morfologia, embriologia

Riguardo la confluenza delle altre branche della biologia nella sintesi moderna, il discorso è complesso e viene compiutamente affrontato nel libro *The Evolutionary synthesis: perspectives on the unification of biology* [La sintesi evolutiva: prospettive sulla unificazione della biologia], pubblicato nel 1980 e, in seconda edizione, nel 1998.<sup>763</sup> A tale volume partecipò un nutrito gruppo di autori tra i quali ricordiamo, oltre ai già citati protagonisti: William B. Provine, Richard C. Lewontin, Stephen J. Gould, Michael T. Ghiselin ed Edmund Brisco "Henry" Ford.

In questo contesto ci limitiamo ad accennare che la citologia confluì nella sintesi grazie al lavoro di Cyril Darlington,<sup>764</sup> amico di Haldane, e dell'australiano Michael J.D. White,<sup>765</sup> mentre la morfologia non riuscì a dare il proprio contributo.<sup>766</sup> Per quanto riguarda l'embriologia alcuni<sup>767</sup> sostennero che il britannico Gavin de Beer<sup>768</sup> ne fu antesignano, mentre Viktor Hamburgher, uno degli autori del volume sopra citato, affermò "[...] che pochi embriologi degli anni 1920 e 1930 furono consapevoli dell'emergere di una nuova

<sup>761</sup> George Ledyard Stebbins, Jr. (1906-2000)

<sup>762</sup> G. L. Stebbins, *Variation and Evolution in Higher Plants*, Columbia Uni. Press, 1950

<sup>763</sup> E. Mayr, W. B. Provine (eds), *The Evolutionary synthesis: perspectives on the unification of biology*, Harvard Uni. Press, 1980, 1998

<sup>764</sup> Cyril Dean Darlington (1903-1981)

<sup>765</sup> Michael James Denham White (1910-1983); Cfr: M. J. D. White, *Animal Cytology and Evolution*, Cambridge Uni. Press, 1954

<sup>766</sup> M.T. Ghiselin, *The failure of morphology to contribute to the modern synthesis*, *Theory in Biosciences*, 2006, v. 124, pp. 309-16

<sup>767</sup> Cfr. N. Eldredge, S.J. Gould, *Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism*, In: T. J. M. Schopf (ed), *Models in Paleobiology*, Freeman, Cooper and Co., 1972, p.108; S. J. Gould, *Ontogeny and phylogeny*, Harvard Uni. press, 1977, pp. 221-2

<sup>768</sup> Sir Gavin Rylands de Beer (1899-1972)

sintesi nella teoria evolutiva<sup>769</sup> in quanto nessuno ne scrisse. Ma il fatto che neanche Huxley abbia trattato l'embriologia (nonostante fosse molto interessato ad essa) in connessione con l'evoluzione, fa ritenere che embriologia ed evoluzione fossero considerate due discipline fundamentalmente distanti che poco avessero da dirsi.

Così non è, e la biologia evolutiva ha molto sofferto di questa mancanza. Fortunatamente da qualche tempo è iniziato un fruttuoso dialogo che ora ha assunto il nome di *Evo-Devo* e la cui importanza è sempre più evidente. Recentemente è apparso un volume a più mani che affronta direttamente i rapporti tra embriologia ed evoluzione, un volume dal titolo *Environment, development, and evolution: toward a synthesis*<sup>770</sup> [Ambiente, sviluppo ed evoluzione: verso una sintesi].

---

<sup>769</sup> In: E. Mayr, W. B. Provine, 1980, *op. cit.*, p. 98

<sup>770</sup> B. K. Hall, R. D. Pearson, G. B. Müller, *Environment, development, and evolution: toward a synthesis*, MIT Press, 2003

## 28 Dopo la sintesi

Dopo aver raggiunto la rara età di 100 anni, mi trovo in una posizione unica: sono l'ultimo superstite dell'epoca d'oro della sintesi evolutiva. Questo stato mi incoraggia a presentare un resoconto personale di ciò che ho vissuto negli anni (1920-1950) così cruciali nella storia della biologia evolutiva. [...] La nuova ricerca ha un messaggio molto incoraggiante per l'evoluzionista attivo: la biologia evolutiva è una frontiera senza fine e c'è ancora molto da scoprire. Mi spiace solo che non sarò presente per godere di questi futuri sviluppi.<sup>771</sup> (E. Mayr, *80 Years of Watching the Evolutionary Scenery*)

I fautori della sintesi, presi da un comprensibile entusiasmo, avevano accantonato alcune incongruenze già presenti nei loro discorsi. Da un lato, infatti, confermavano che la selezione naturale era il principale meccanismo della evoluzione, dall'altro alcuni di loro, soprattutto Mayr, sostenevano che la speciazione avvenisse attraverso la deriva genetica. Che i due meccanismi fossero molto diversi era già stato sottolineato da Wright e anche, molto tempo prima, da Wallace quando aveva commentato lo scritto di Gullick sulla speciazione delle lumachine *Achatinella*. Tuttavia nessuno sembrava preoccuparsi di quella contraddizione: in effetti sia la selezione naturale che la deriva genetica erano compatibili col principio del gradualismo filetico (o almeno così sembrava) e la selezione naturale pareva il meccanismo di gran lunga più importante.

Dopo tutto era solo questione di tempo. Si stavano affinando gli strumenti di indagine molecolare e presto si sarebbe avuta la conferma chimica che i meccanismi genetici dell'ereditarietà, mutazioni comprese, supportavano ciò che la sintesi aveva evidenziato. Si sarebbe affermata l'idea che l'evoluzione fenotipica altro non era se non il risultato della sottostante evoluzione molecolare. La selezione naturale, in altre parole, agiva a tutti i livelli dal molecolare al macroscopico, essendo responsabile della micro e dalla macroevoluzione. Questo concetto, chiamato *selezionismo* o *panselezionismo* dominò incontrastato per un paio di decenni fino ai tardi anni 1960, quando la biologia molecolare iniziò a mostrare che la realtà era molto più complessa di quanto teorizzato.

### 28.1 *Gli sviluppi biomolecolari*

La biologia molecolare stava compiendo passi davvero importanti. Nel 1944 Avery, MacLeod e McCarty<sup>772</sup> avevano scoperto che i cromosomi erano formati da DNA. Successivamente, nel 1953, Watson e Crick<sup>773</sup> scoprirono che il DNA aveva una struttura tridimensionale a doppia elica.

---

<sup>771</sup> E. Mayr, *80 Years of Watching the Evolutionary Scenery*, Science, v. 305, 2 July, 2004, pp. 46-7

<sup>772</sup> Oswald Theodore Avery (1877-1955), Colin Munro MacLeod (1909-1972), Maclyn McCarty (1911-2005)



I cromosomi erano, dunque, formati da DNA, una lunga molecola lineare dove 4 basi nucleotidiche (indicate dalle lettere A, C, T, G) si susseguivano una dopo l'altra, in maniera ininterrotta e irregolare. Come lettere di un libro senza spazi, né capitoli, né pagine, una breve sequenza di DNA poteva mostrarsi così: ...AGGTCATGAGCTTAC....

La cellula, quando doveva costruire una proteina,<sup>774</sup> leggeva questa sequenza come triplette, ovvero parole di tre lettere (dell'esempio sopra citato leggeva: ... AGG, TCA, TGA, GCT, TAC ... ecc.). C'erano triplette di inizio, di fine e triplette che corrispondevano ad un diverso aminoacido. La cellula, con questa informazione, poteva prendere gli aminoacidi liberi e attaccarli uno dopo l'altro come in una catena, secondo quanto scritto sul DNA, e così completare la costruzione della proteina necessaria al suo metabolismo.

In altre parole il DNA era una precisa sequenza di basi nucleotidiche che conteneva l'informazione per costruire tutte le proteine di cui un organismo era costituito. Le triplette di inizio e fine delimitavano i confini dello spezzone relativo al codice di una proteina. Tale spezzone doveva considerarsi un gene, secondo una logica che diceva *un gene - una proteina*.

Le mutazioni, a livello molecolare, corrispondevano ad una variazione casuale del codice genetico. C'erano mutazioni puntiformi, quando una base nucleotidica veniva a mancare, veniva aggiunta o sostituita da un'altra, e mutazioni via via più grandi, quando gli spezzoni di DNA interessati al cambiamento erano maggiori. Le mutazioni del DNA erano causate da diversi fattori: errori ed imprecisioni nella duplicazione; radiazioni; attacco chimico di molecole reattive; intrusione di batteri, virus e via dicendo.

Il DNA mutato, dunque, conteneva un codice genetico alterato e la cellula non produceva più la proteina originale, bensì una proteina mutata. Questa, si pensò, era l'origine della variabilità tanto invocata dallo stesso Darwin: una variabilità molecolare che si esprimeva con una variabilità fenotipica sulla quale agiva la selezione naturale.

C'era, però, un problema all'apparenza piccolo, che piccolo non era.

## **28.2 Biologia molecolare e mutazioni neutrali**

Siccome gli aminoacidi erano solo 20 mentre le possibili combinazioni di 4 diverse lettere in parole di 3 lettere erano ben 64 ( $4^3$ ), si scoprì che c'erano triplette diverse che codificavano lo stesso aminoacido. Ad esempio la *metionina* corrispondeva ad una unica tripletta, la *cisteina* a due diverse triplette, la *serina* a ben 6 diverse triplette. Si disse allora che il codice genetico era *degenerato*.

Questa ridondanza di triplette rendeva plausibile una alta possibilità di mutazioni neutrali. Tutte le mutazioni, ad esempio che cambiavano la tripletta AAA in AAG erano neutrali in quanto codificavano per lo stesso aminoacido, la lisina. Allo stesso modo le mutazioni che cambiavano una nell'altra le triplette

---

<sup>773</sup> James Dewey Watson (n.1928), Francis Harry Compton Crick (1916-2004)

<sup>774</sup> Le proteine sono le componenti fondamentali delle cellule. Come un muro è composto da mattoni, così le proteine sono costituite da aminoacidi. Nelle proteine, però, gli aminoacidi non sono tutti uguali, bensì sono di 20 diversi tipi. Semplificando enormemente potremmo dire che le proteine sono come muri di grandezza variabile composti da 20 tipi diversi di mattoni chiamati aminoacidi.

AGA, AGG, CGA, CGC, CGG, CGU<sup>775</sup> erano neutrali in quanto tutte codificavano per l'aminoacido arginina. Anche mutazioni molecolari di dimensioni maggiori potevano essere neutrali. Lo erano, ad esempio quelle mutazioni che portavano alla sostituzione di un aminoacido in una proteina che non ne alterava le proprietà.

In passato, quando ancora non erano disponibili le analisi molecolari, si riteneva che alcune caratteristiche a livello fenotipico, ovvero a livello dell'individuo, potessero essere adattativamente neutrali. Tuttavia, se esistevano, dovevano essere veramente poche. Di gran lunga minori di quelle che ora si riscontravano a livello del DNA. Come mai questa differenza tra il livello microscopico e quello macroscopico? Quale poteva essere, il significato evolutivo della quantità considerevole di mutazioni neutrali a livello molecolare?

Alla fine degli anni 1960 il biologo giapponese Motoo Kimura<sup>776</sup> diede una risposta a questa domanda, una risposta a cui diede il nome di *teoria neutrale dell'evoluzione molecolare*. Kimura sostenne che, almeno a livello molecolare, la deriva genetica era il meccanismo di gran lunga preponderante, ovvero la stragrande maggioranza dei cambiamenti evolutivi a livello molecolare non erano causati dalla selezione di mutanti vantaggiosi, bensì dalla fissazione casuale di mutazioni selettivamente neutrali. Avendo la sintesi assegnato la priorità alla selezione naturale rispetto alla deriva genetica, la teoria di Kimura sembrava mettersi in posizione antagonista, tuttavia Kimura assicurò che la sua teoria e quella neo-darwiniana erano perfettamente compatibili in quanto la selezione naturale era il meccanismo della evoluzione adattativa e non c'era ragione di ritenere che a livello di individui e popolazioni la selezione adattativa non fosse sempre all'opera.

Secondo la teoria di Kimura, dunque, vi erano due evoluzioni: una che agiva a livello macroscopico sugli individui e che era guidata dalla selezione naturale, un'altra che agiva a livello molecolare ed era dovuta alla casualità e alla deriva genetica.

Com'è comprensibile molti biologi furono scettici nell'accogliere le conclusioni di Kimura, tuttavia la comunità scientifica iniziò a rilevare certe incongruenze della sintesi. Ad esempio: era proprio vero che il registro fossile fosse incompleto per le difficoltà di fossilizzazione? Era proprio vero che la deriva genetica aveva un ruolo marginale nell'evoluzione?

### **28.3 Gli equilibri puntuali**

Nel 1972 due giovani biologi del Museo Nazionale di Storia Naturale di New York, Niles Eldredge e Stephen J. Gould,<sup>777</sup> pubblicarono nel volume *Modelli in Paleobiologia* un intervento innovativo dal titolo: *Equilibri puntuali: un'alternativa al gradualismo filetico*.<sup>778</sup> Tradotti in italiano anche come *equilibri*

---

<sup>775</sup> U sta per Uracile, la base nucleotidica che sostituisce la Timina nel RNA

<sup>776</sup> Motoo Kimura (1924-1994)

<sup>777</sup> Niles Eldredge (n. 1943), Stephen Jay Gould (1941-2002)

<sup>778</sup> N. Eldredge, S. J. Gould, 1972, *op. cit.*, pp. 82-115

*punteggiati* o *equilibri intermittenti*,<sup>779</sup> gli equilibri puntuati sostenevano che le lacune nel registro fossile erano state usate a supporto di opposte teorie.

Se il gradualismo filetico argomentava che si dovevano cercare “le serie ininterrotte di fossili che collegano due forme attraverso una gradazione impercettibile come l’unico specchio completo del processo darwiniano, ascrivendo tutte le lacune alla imperfezione del registro”,<sup>780</sup> per gli equilibri puntuati il registro fossile si mostrava così com’era, ovvero discontinuo, semplicemente perché l’evoluzione non procedeva con gradualità. Per comprendere questo fatto si doveva dare maggiore risalto alla teoria della speciazione allopatrica (o geografica) la quale suggeriva una diversa interpretazione dei dati paleontologici. Se una nuova specie sorgeva rapidamente in una piccola popolazione isolata perifericamente e localmente (un *isolato periferico*), allora era una chimera attendersi di ritrovare delle sequenze fossili impercettibilmente graduate. Una specie non si evolveva nella stessa area dove avevano soggiornato i suoi antenati; non sorgeva dalla lenta trasformazione di tutti i suoi predecessori. Per questa ragione molte lacune nel registro fossile erano reali e la storia della vita veniva adeguatamente rappresentata da equilibri puntuati: “La storia dell’evoluzione non è quella di uno spiegamento stabile, bensì una storia di equilibri omeostatici, disturbati solo «raramente» [...] da eventi di speciazione rapidi ed episodici.”<sup>781</sup>

Sebbene alcuni avessero interpretato la teoria degli equilibri puntuati come saltazionista, Gould tenne a precisare che così non era. Nel loro intervento i due scienziati non avevano l’intenzione di demolire le conclusioni della sintesi, bensì si erano fatti carico solo di una nuova interpretazione per la “più vecchia e sostanziale delle osservazioni paleontologiche: l’origine geologicamente istantanea e la successiva stabilità (spesso per milioni di anni) delle «morfospecie paleontologiche»”.<sup>782</sup> La teoria degli equilibri puntuati rientrava, secondo gli autori, nello schema darwiniano.

A ben vedere, tuttavia, l’attacco c’era stato, a cominciare da quel titolo (*Equilibri puntuati: un’alternativa al gradualismo filetico*) che si poneva, appunto, come *alternativa*. Se *stasi* non significava *gradualità* e se Simpson “aveva attribuito il 90% della macroevoluzione alla modalità trasformazionale e solo il 10% alla speciazione”<sup>783</sup> allora sintesi moderna ed equilibri puntuati dicevano cose diverse.

In realtà i due autori, quando scrissero il loro intervento nel 1972, non avevano compreso appieno questo aspetto contraddittorio e se continuavano a sostenere che la loro era una teoria perfettamente coerente con lo schema darwiniano, allora necessitavano delle precisazioni. Sinceramente Gould ed Eldredge riconobbero che:

originariamente ci focalizzammo sull’andamento, ma gli argomenti teoricamente più importanti scaturirono dalle implicazioni relative alle modalità evolutive -particolarmente le cause che circoscrivono i nostri due

---

<sup>779</sup> Come nel caso del termine “eugenica” scelto in italiano al posto di “eugenetica”, si preferisce usare il termine “puntuati” rispetto ai sinonimi in quanto più vicino all’originale inglese “punctated”.

<sup>780</sup> N. Eldredge, S. J. Gould, 1972, *op. cit.*, p.84

<sup>781</sup> *ibidem*

<sup>782</sup> S. J. Gould, N. Eldredge *Punctuated equilibrium comes of age*, Nature, 18 nov 1993, v. 366, pp. 223-7, p. 223

<sup>783</sup> *ivi*, p. 224

principali ragionamenti sull'equilibrio, o la stasi delle specie consolidate, e la necessità di riformulare la macroevoluzione.<sup>784</sup>

Per Eldredge e Gould la stasi delle specie nel corso del tempo non significava immobilità, bensì stabilità attraverso un equilibrio dinamico che le specie mantenevano nel loro ambiente. Così scrissero Gould ed Eldredge:

siccome le specie mantengono spesso la stabilità nel corso di intensi cambiamenti climatici quali i cicli glaciali, la stasi deve essere vista come un fenomeno attivo, non una risposta passiva ad un ambiente inalterato.<sup>785</sup>

Il punto cruciale dal punto di vista evolutivo era, però, un altro: la riflessione sulla macroevoluzione. Per Eldredge e Gould la macroevoluzione non poteva essere vista come una microevoluzione estrapolata ad una scala maggiore, come aveva fatto erroneamente Darwin. Pur rimanendo entrambe legate al concetto di selezione naturale, la microevoluzione vedeva la selezione naturale operare a livello di lotta fra individui, mentre la macroevoluzione era il risultato della competizione a livello di specie. Per ricostruire la macroevoluzione era necessario porsi domande nuove. Non più questioni del tipo “in che modo la selezione naturale, all'interno di una linea filetica, ha realizzato un significativo adattamento nel corso di lunghi periodi di tempo?” bensì era necessario “chiedersi quale specie all'interno di un clade<sup>786</sup> ha fatto meglio di altre (si è specziata più frequentemente, ha sopravvissuto più a lungo), o quale predisposizione, nella direzione della speciazione, prevalse tra le specie all'interno di un clade”.<sup>787</sup>

#### **28.4 Selezione parentale**

Da diverso tempo alcune osservazioni sembravano in contrasto con i principi della selezione naturale. Negli insetti sociali, (come le formiche e le api) ad esempio, la maggior parte degli individui era sterile eppure cooperava con solerzia al bene della comunità. Anche nei mammiferi e negli uccelli, in antinomia alle lotte tra i maschi per il possesso delle femmine, si annotavano molti casi di altruismo.<sup>788</sup> Come potevano conciliarsi questi aspetti contraddittori? La selezione naturale avrebbe dovuto premiare i comportamenti aggressivi, non quelli di cooperazione! Darwin aveva scritto che “La selezione naturale non produrrà mai in un essere vivente alcuna struttura più dannosa che benefica per quell'essere, perché la selezione naturale agisce solamente attraverso e per il bene di ciascuno.”<sup>789</sup>

La risposta stava in una visione allargata del concetto di selezione naturale, visto che, specie negli insetti sociali, il vantaggio che la comunità traeva dal lavoro di ogni singolo individuo risultava evidente. Tuttavia, nonostante l'importanza dell'argomento, i genetisti delle popolazioni trattarono l'altruismo solo

---

<sup>784</sup> *ivi*, p.223

<sup>785</sup> *ivi*, p.223

<sup>786</sup> Il clade è un gruppo tassonomico (monofiletico) che comprende un antenato e tutti i suoi discendenti.

<sup>787</sup> *ivi*, p.224

<sup>788</sup> Cfr. ad es. L. J. Rogers, G. Kaplan, *Non Soltanto Riti e Ruggiti*, Alberto Perdisa Editore, 2001. Originale: *Not only roars & rituals*, 1998

<sup>789</sup> C. R. Darwin, *Origin*, VI ed., In Chap. VI, *Difficulties of the Theory*

marginalmente: Fisher nel già citato libro del 1930 e Haldane in un articolo pubblicato nel 1955.<sup>790</sup> Negli anni 1960 William Hamilton<sup>791</sup> approfondì la questione. Hamilton aveva notato che le farfalle della specie *Tyria jacobaeae* erano particolarmente appariscenti agli occhi dei predatori, data la loro colorazione rosso cinabro. Le *cinnabar moth*, questo il loro nome comune in inglese, erano certamente indigeste agli uccelli che le beccavano, tuttavia la colorazione non poteva rappresentare un vantaggio selettivo per la singola farfalla in quanto, se ferita, rimaneva difficilmente in grado di procreare. Probabilmente, pensò Hamilton, l'eventuale sacrificio dell'individuo beccato risultava vantaggioso per tutte le farfalle dei dintorni dato che il predatore dopo aver fatto una brutta esperienza con la prima, avrebbe certamente evitato di attaccare altre farfalle di quel colore. Ma le farfalle dei dintorni erano anche, con ogni probabilità, farfalle strettamente imparentate con la vittima che quindi era stata sacrificata per il bene dell'intera sua comunità.

Formalmente, secondo Hamilton, i geni altruistici sarebbero aumentati di frequenza secondo la formula: “ $rB > C$ ” dove “ $r$ ” rappresentava la relazione di parentela genetica fra ricevente e donatore l'atto altruistico, “ $B$ ” il beneficio riproduttivo aggiuntivo guadagnato dal ricevente, “ $C$ ” il costo riproduttivo dell'individuo donatore.<sup>792</sup> In altre parole se il costo riproduttivo dell'individuo che produceva l'atto altruistico era inferiore al beneficio di chi lo riceveva, allora era lecito attendersi che la selezione naturale premiasse il comportamento altruista, soprattutto quando il grado di parentela fra donatore e ricevente era molto stretto. In generale un individuo trasmetteva ai posteri i propri caratteri non solo attraverso i suoi figli, ma anche attraverso la prole di consanguinei con cui condivideva parte dei suoi geni. Per questa ragione Hamilton aggiunse, al valore classico di *fitness*, quello di *fitness inclusiva*.<sup>793</sup> Tradotto in termini probabilistici si poteva pensare che allevare un figlio (con cui mediamente si condivideva il 50% del patrimonio genetico) equivaleva ad allevare due figli di un fratello (coi quali si condividevano mediamente il 25% di patrimonio genetico ciascuno). Lo stesso Haldane andava in giro dicendo che avrebbe sacrificato la propria vita per un paio di fratelli ed otto cugini.<sup>794</sup>

Successivamente, sempre negli anni 1960, il concetto di altruismo venne ulteriormente precisato e definito ad opera di Maynard Smith.<sup>795</sup> Smith coniò le locuzioni *kin selection* [selezione parentale] e *group selection* [selezione di gruppo],<sup>796</sup> due concetti ma un unico processo.<sup>797</sup>

### **28.5 Il gene egoista**

La selezione di gruppo non convinceva l'americano George Williams<sup>798</sup> il quale la riteneva poco plausibile; molto più ragionevole era supporre una selezione a livello di geni. Le sue argomentazioni

<sup>790</sup> J. B. S. Haldane, *Population Genetics*, New Biology, 1955, v. 18, pp. 34-51

<sup>791</sup> William Donald (Bill) Hamilton (1936-2000)

<sup>792</sup> Cfr. anche L. A. Dugatkin, *The Altruism Equation*, Princeton Uni. Press, 2006

<sup>793</sup> W. D. Hamilton, *The Genetical Evolution of Social Behaviour I and II*, J. Theor. Biol., 1964, v. 7, pp. 1-52

<sup>794</sup> J. M. Smith, *La teoria dell'evoluzione*, Newton & Compton Editori, 2005, p. 174

<sup>795</sup> John Maynard Smith (1920-2004)

<sup>796</sup> J. M. Smith, 2005, *op. cit.*

<sup>797</sup> L. Laurent *et al.*, *Group selection and kin selection: Two concepts but one process*, Proc. of the Nat. Acad. of Sci. (PNAS), 2007, v. 104, n. 16, pp. 6736-9

<sup>798</sup> George Christopher Williams (n.1926)

portarono allo sviluppo della visione gene-centrica dell'evoluzione la quale sosteneva che le azioni altruistiche non negavano la lotta ma la spostavano solo di livello: dagli individui alle molecole. Su questa base l'inglese Richard Dawkins<sup>799</sup> nel suo famoso libro *The Selfish Gene*<sup>800</sup> [Il gene egoista] argomentò che gli individui non agivano per assicurarsi un alto tasso riproduttivo, bensì per avere il massimo delle possibilità di fare sopravvivere i propri geni nel corpo di qualcun altro, senza interessarsi se quel corpo appartenesse, o meno, ad un discendente. La cura che essi elargivano ai loro parenti diretti, primi fra tutti i figli, era da collegarsi al fatto che i corpi di costoro erano quelli che contenevano percentualmente il maggior numero dei loro geni. Inoltre, siccome anche questa spinta innata era da ricollegarsi ai geni stessi, i corpi degli individui potevano essere considerati degli automi, automi guidati dai geni, o meglio, da gruppi di geni, che, coalizzati in un genoma, lottavano contro altri geni e altri genomi per assicurarsi la continuità.

Il libro di Dawkins fu certamente una provocazione, dato che i geni non erano dotati di volontà e quindi non potevano essere *egoisti*, tuttavia oltre a contenere pesanti implicazioni filosofiche, prima fra tutte la lettura altamente meccanicista della biologia, portò ad un importante risultato: quello di fare riflettere sulla distinzione dei diversi livelli evolutivi. Come si ricorderà, infatti, Gould e Eldredge avevano distinto la selezione degli organismi nella microevoluzione e la selezione delle specie nella macroevoluzione, mentre Kimura e, ora, Williams e Dawkins avevano sottolineato l'importanza dei processi a livello molecolare. L'*individuo* soggetto a selezione naturale non poteva più essere considerato solo ed esclusivamente il singolo organismo. S. J. Gould ed Elisabeth Vrba proposero di vedere l'evoluzione secondo una gerarchia basata sulla *tassonomia estesa del successo differenziale*. L'*individuo* era, a diverse scale: il gene, l'organismo, la specie.<sup>801</sup>

### **28.6 Successivi sviluppi umanistici**

Nel corso degli anni 1960-70, l'evoluzione tornò al centro di una serie di speculazioni che, partendo e tornando alla biologia, andava a toccare gli ambiti più diversi dell'attività umana. Così come era stato per il darwinismo dopo la pubblicazione della *Origine* nel 1859, il neo-darwinismo si trovò e si continua ancor oggi a trovare al centro di teorie e speculazioni di tesi prettamente umanistiche con un risvolto straordinariamente pratico quali la politica e le relazioni tra i popoli, l'economia e lo sviluppo sostenibile, la bioetica e la filosofia ambientale.

Fra queste merita menzione la sociobiologia che, nata alla fine degli anni 1940, riprese vigore nel 1975 quando l'entomologo E. O. Wilson,<sup>802</sup> esperto proprio di insetti sociali, pubblicò il libro *Sociobiology: the new synthesis* [Sociobiologia: la nuova sintesi].

---

<sup>799</sup> Clinton Richard Dawkins (n. 1941)

<sup>800</sup> R. Dawkins, *The Selfish Gene*, Oxford Uni. Press, 1976. In italiano, *Il gene egoista*, Oscar Mondadori, 1995

<sup>801</sup> E. S. Vrba, S. J. Gould, *The hierarchical expansion of sorting and selection: sorting and selection cannot be equated*, *Paleobiology*, 1986, v. 12, n. 2, pp. 217-228. In italiano l'articolo è tradotto nel libro: S. J. Gould, E. S. Vrba, 2008, *op. cit.*

<sup>802</sup> Edward Osborne Wilson (n. 1929)

### 28.7 I codici organici e la biologia semantica e semiotica

Per Marcello Barbieri la teoria degli equilibri puntuali è stata di grande insegnamento perché ci ha fatto capire che micro e macroevoluzione procedono separatamente così come a livello fenotipico e a livello molecolare l'evoluzione è riconducibile ad altrettanti meccanismi, secondo quanto sostenuto dalla teoria neutrale di Kimura. La questione è quindi, ora, quella di compiere un ulteriore passo di sintesi. Così come la fisica ha dapprima unificato la meccanica e la termodinamica per poi successivamente elaborare nuovi concetti relativistici e quantistici per spiegare il macrocosmo e il microcosmo, così la biologia, dopo l'unificazione delle diverse branche, si trova ora nella condizione ottimale per cercare una nuova sintesi, sintesi che sia in grado di spiegare il mondo molecolare, il mondo degli organismi, il mondo delle specie e dei taxa superiori.

Per Barbieri dobbiamo procedere lungo una nuova direzione che sappia riconoscere l'agire di diversi tipi di codici organici (tra i quali il solo codice genetico è universalmente noto) e riconoscere l'esistenza di una nuova branca della biologia: la *biologia semantica*. Tale biologia sarà in grado di spiegare come la comparsa di alcuni codici organici “non solo è avvenuta durante tutto l'arco della storia della vita ma ha rappresentato le tappe più importanti di quella storia, le tappe che hanno dato origine ai grandi eventi della macroevoluzione”<sup>803</sup>.

Ulteriori sviluppi di questa tematica hanno portato alla nascita, nel 2005, della Società Internazionale per gli Studi di Biosemiotica (ISBS) che, dal 2008, propone un proprio giornale.<sup>804</sup> Approfondimenti sulla biologia semiotica possono essere tratti da un recente volume.<sup>805</sup>

Se da questo tipo di riflessioni nasceranno le scoperte del futuro ancora non lo sappiamo, resta certo che quella proposta da Barbieri è una via che merita una attenta disamina.

### 28.8 Evo-devo

Come abbiamo precedentemente notato, ai tempi della Sintesi l'embriologia ne rimase ai margini. Fortunatamente le cose sono cambiate; biologia dello sviluppo ed evolucionismo si trovano, ora, in una fase di intenso stimolo reciproco. Questo nuovo corso iniziò nel 1993 quando venne pubblicato il libro *Evolutionary developmental biology*<sup>806</sup> [Biologia evolutiva dello sviluppo] di Brian Keith Hall e, successivamente, quando, con le prime lettere delle due parole inglesi *evolution* e *development*, venne coniato il nuovo termine *evo-devo* con cui oggi si indica una nuova disciplina. Come ai tempi di Cuvier e Geoffroy la forma e la funzione sono tornate protagoniste, questa volta, però, in piena collaborazione.

Innanzitutto l'evo-devo ricorda che le leggi dell'evoluzione agiscono in ogni istante della vita e non sono prerogative dell'adulto. Anzi, proprio le fasi dello sviluppo embrionale sono illuminanti per quanto riguarda la formazione e l'adattamento di alcuni organi, permettendo una migliore definizione delle omologie. Inoltre, siccome l'evoluzione non crea nulla di nuovo ma costruisce sul preesistente, la comprensione di alcuni passaggi embriologici permette di meglio focalizzare le ricerche evolucioniste.

<sup>803</sup> M. Barbieri, 2000, *op. cit.*, IV copertina

<sup>804</sup> ISBS (The International Society for Biosemiotic Studies); “Biosemiotics”, Spriger Ed.

<sup>805</sup> M. Barbieri (ed.), *Introduction to Biosemiotics*, Springer, 2008

<sup>806</sup> B. K. Hall, *Evolutionary developmental biology*, 1993, 1999, 2<sup>nd</sup> edition, Springer-Verlag 2008

Alessandro Minelli ricorda che se le scolopendre e i geofili (centopiedi e millepiedi) si trovano solo con un numero dispari di paia di zampe non è per una bizzarria né, tantomeno, perché le zampe in numero pari siano un impedimento che la selezione ha eliminato, bensì per i meccanismi di sviluppo che limitano le forme possibili. Ecco quanto scrive:

Quando di due ipotetiche forme animali molto simili tra loro, delle quali noi possiamo supporre l'esistenza, una sola è in realtà presente in natura, non è detto che l'assenza dell'altra ce la possa spiegare la selezione naturale. Non è detto, cioè, che la spiegazione vada ricercata nel migliore adattamento di una forma, rispetto all'altra, alle condizioni dell'ambiente.<sup>807</sup>

Lo studio molecolare dei geni responsabili dello sviluppo embrionale è stato, in poco tempo, protagonista di scoperte eccezionali. Tutti gli animali bilateri, infatti, avrebbero in comune lo stesso pacchetto di geni *Hox*, ovvero quei geni responsabili della localizzazione delle strutture lungo l'asse principale del corpo. Così, siccome sembra legittimo ritenere che essi derivino da uno stesso gene ancestrale,<sup>808</sup> il loro studio permetterà di meglio comprendere quali strutture sono evolutivamente imparentate.

L'evo-devo ha molto da dire anche nei meccanismi di lotta per l'esistenza. Ai già citati livelli di competizione e selezione (geni, individui, specie), la biologia dello sviluppo ricorda che esistono competizioni e collaborazioni anche tra cellule, gruppi di cellule, tessuti, gemelli. Per rendersene conto è sufficiente pensare a quel che succede ad un animale in metamorfosi dove alcune cellule si sacrificano lasciando spazio a cellule *sorelle*. L'apoptosi, la morte cellulare programmata, "è una delle tante espressioni che può assumere la competizione fra cellule dotate di identico patrimonio genetico, all'interno di quel sistema pluricellulare che chiamiamo animale in corso di sviluppo".<sup>809</sup>

Se pare ovvio che cellule geneticamente simili si facciano da parte per il bene dell'intero organismo, non altrettanto plausibile sembra l'altruismo fra cloni pluricellulari. E questo è invece ciò che accade tra le larve delle vespe parassitoidi *Copidosoma*. Le femmine adulte depositano un uovo (un solo uovo) in un uovo di farfalla affinché, quando quest'ultimo si trasforma in bruco, l'uovo di *Copidosoma* possa iniziare il suo percorso embriologico sicuro di trovare un luogo ospitale e tanta abbondanza di cibo (il povero bruco parassitato). Arrivato il suo momento, l'uovo di *Copidosoma* inizia a suddividersi normalmente, formando un nucleo compatto di cellule. Ad un certo punto, però, queste cellule (che, ricordiamo, possiedono tutte lo stesso patrimonio genetico) iniziano a separarsi a gruppi, dando vita ciascuno ad una larva di *Copidosoma*. A prima vista il processo potrebbe sembrare un caso di dipoliembrionia, ovvero ad una clonazione multipla per dare vita a tanti esemplari gemelli, ma così non è. Le larve di *Copidosoma* che nascono da un medesimo uovo non sono tutte uguali: alcune hanno aspetto normale, mentre altre hanno organi interni ridotti e non completeranno mai la metamorfosi. La strategia di queste piccole vespe è chiara se si pensa che l'ospite (il bruco vittima) potrebbe essere stato inoculato da altri insetti. In questo caso i *Copidosoma* del primo gruppo

---

<sup>807</sup> A. Minelli, 2007, *op. cit.*, p. 24

<sup>808</sup> *ivi*, p. 55

<sup>809</sup> *ivi*, p. 158



avrebbero molta probabilità di raggiungere la maturità in quanto le larve del secondo gruppo si comportano da soldato, pronte ad attaccare e ad uccidere ogni tipo di larva estranea.<sup>810</sup>

Particolarità di questo ed altro tipo sono straordinariamente illuminanti e lo studio combinato evoluzione-sviluppo, agendo a più livelli, dal molecolare, all'organismico, al sociale, continuerà a fornire spunti interessanti di riflessione.

### 28.9 Genetica ed epigenetica

Il campo biologico dove si registrano le principali scoperte, almeno per quel che riguarda la vita di tutti i giorni, è senz'altro la genetica. Dagli anni 1970, infatti, tecnologie molecolari sempre più sofisticate hanno permesso il raggiungimento di traguardi assolutamente impensabili solo qualche decennio fa. La scoperta degli enzimi di restrizione, ad esempio, ha aperto il campo all'ingegneria genetica mentre la tecnica della reazione a catena della polimerasi (PCR- Polymerase Chain Reaction)<sup>811</sup> ha permesso di duplicare all'infinito spezzoni di DNA. Con l'ingegneria genetica siamo in grado di modificare il patrimonio genetico di talune specie ed oggi, con la nuova nata *biologia sintetica*<sup>812</sup> siamo, e saremo sempre più, in grado di costruire sistemi viventi progettati *ad hoc*. Con la PCR siamo in grado di scoprire i colpevoli che hanno lasciato una minima traccia di DNA sul luogo del misfatto, siamo in grado di studiare sequenze di DNA fossile e saremo in grado di fare rivivere animali ormai estinti, come nel tentativo di clonaggio del tilacino.<sup>813</sup>

Il sequenziamento dei codici genetici oltre ad aprirci le porte della conoscenza di una miriade di meccanismi che interesseranno i campi biologici più diversi (ad esempio dalla medicina con la scoperta di geni responsabili dei tumori alla cladistica con i confronti fra il DNA di specie diverse per definirne le parentele) ci pone davanti a nuovi quesiti di straordinario fascino. Quali gerarchie esistono fra i geni? Si tratta di strutture piramidali come quelle ipotizzate coi *master control gene* o, invece, le loro relazioni ricordano le reti ecologiche o quelle informatiche? Perché nel genoma esistono tante sequenze inutili? Perché tante ripetizioni? Perché il genoma contiene molti meno geni di quanto ipotizzato?

Prima del sequenziamento si credeva che il genoma umano fosse composto da almeno 100000 geni, ora sappiamo, invece, che il loro numero è intorno ai 23000, ed esiste tanto DNA non codificante, chiamato impropriamente *inutile* o *spazzatura*, di cui non si conosce il ruolo. Come si spiega un numero così limitato di geni, addirittura solo di poco superiore a quello di *Drosophila* e straordinariamente minore ai quasi 40000 del protozoo *Paramecium*? Ha ancora senso parlare di *geni*, secondo quanto fino ad ora pensato?

Una interpretazione plausibile evita di considerare l'organismo come un sistema rigidamente codificato dal codice genetico, bensì ritiene che i geni siano responsabili dell'avvio ai processi di sviluppo limitandosi poi alla sovrintendenza delle procedure innescate e al normale metabolismo. In questo caso oltre ai geni

<sup>810</sup> *ivi*, pp. 166-9

<sup>811</sup> K. Mullis, *Dancing Naked in the Mind Fields*, Knopf Doubleday Publishing Group, 1998. In italiano: *Ballando nudi nel campo della mente*, Baldini e Castoldi, 2000

<sup>812</sup> E. Andrianantoandro *et al.*, *Synthetic biology: new engineering rules for an emerging discipline*, Molecular Systems Biology, EMBO and Nature Publishing Group, 2006, pp. 1-14; Science Special Issue on Synthetic Biology, 2 September 2011 vol 333, issue 6047

<sup>813</sup> J. Leigh, *Back from the dead*, The Guardian, 30-5-2002

entrerebbero in funzione dei meccanismi epigenetici, vale a dire fenomeni chimici non ascrivibili all'attività genetica, come, ad esempio, la metilazione delle basi nucleotidiche del DNA. A questo punto però l'importanza dei geni andrebbe fortemente ridimensionata in quanto i fenomeni epigenetici sarebbero comunque in grado di modificare il fenotipo ed determinanti per il successo nella selezione naturale. In particolare l'epigenetica modulerebbe la risposta del genoma interpretando sia segnali intrinseci che ambientali.<sup>814</sup>

Per lungo tempo è stata usata la metafora del programma per computer riferendosi al codice genetico, ma si tratta di un paragone fondamentalmente errato.<sup>815</sup> In effetti i geni degli eucarioti multicellulari, lungi dal codificare una sola proteina, contengono l'informazione per produrne ben di più, addirittura molte migliaia come il gene DSCAM che, in *Drosophila*, può andare incontro a oltre 38016 possibilità di riarrangiamento genetico (splicing alternativo).<sup>816</sup> L'espressione genica, che si tradurrebbe in quale e quanta proteina produrre, verrebbe modulata dai segnali esterni che arrivano alla cellula attraverso determinati meccanismi di regolazione affinati nel corso dell'evoluzione. La plasticità del genoma è quindi la frontiera su cui la genetica deve indagare.

---

<sup>814</sup> R. Jaenish, A. Bird, *Epigenetic regulation of gene expression: how the genome integrates intrinsic and environmental signals*, Nature Genetic Supplement, March 2003, v. 33, pp. 245-54

<sup>815</sup> G. Longo, P-M Tendero, *L'alfabeto, la Macchina e il DNA; L'incompletezza causale della teoria della programmazione in biologia molecolare*, Naturalmente, 2009, anno 22, numero speciale, pp. 9-74

<sup>816</sup> D. Schmucker *et al.*, *Drosophila Dscam is an axon guidance receptor exhibiting extraordinary molecular diversity*, Cell, June 2000, v. 101, n. 6, pp. 671-84



## 29 **Alternative non scientifiche del neodarwinismo**

Michael J. Behe [...] famoso per il suo libro “Darwin's black box”, sostiene che il mondo vivente è composto da strutture “irriducibilmente complesse”. [...] anche le stesse cellule sono strutture irriducibilmente complesse; se manca qualcosa, una loro qualsiasi piccola parte, non potrebbero vivere. [...]

La coevoluzione molecolare è doppiamente importante. Da un lato contribuisce a spiegare i meccanismi evolutivi del mondo microscopico, d'altra parte può analizzare, nel fino, la riducibilità del complesso.<sup>817</sup> (P. Pagano, *Coevoluzione*)

Intorno all'epigenetica si sta concentrando un grande fermento tra coloro i quali auspicano un ritorno del lamarkismo e confidano ancora di trovare nella biologia qualche elemento teleologico.<sup>818</sup> D'altronde la ricerca di soluzioni alternative all'attuale visione scientifica non è mai cessata nonostante i risultati nulli. In Italia, ad esempio, sono state proposte idee diverse da Luigi Fantappiè<sup>819</sup> e, in tempi più recenti, da Giuseppe Damiani,<sup>820</sup> Antonio Lima-de-Faria,<sup>821</sup> Giuseppe Sermoniti e Michele Sarà.<sup>822</sup> Tuttavia si tratta sempre, a volte più a volte meno, di opinioni personali con scarsa rilevanza scientifica. Ad esempio il *modello olistico* esposto da Roberto Fondi al secondo incontro dei biologi evuzionisti di Firenze nel 2006 si contrappone, secondo l'autore, al *modello evuzionistico classico* e al *modello evuzionistico puntutato*. Così scrive Fondi nel suo poster:

Nell'universo fisico moderno non si ha più a che fare con «oggetti» [...] ma unicamente con *eventi* [...]. Le interconnessioni fra gli eventi non obbediscono a regole di inferenza lineari come nella logica classica, bensì a regole di inferenza circolari ed autoconsistenti. Esse perciò si autogenerano in modo «sincronico», cioè non causale e non locale, emergendo da un *arché* o substrato primordiale inosservabile in quanto invariante e al di fuori dello spazio e del tempo dei quali esso è la fonte: un Vuoto fisico o «motore immobile» che non sembra differire molto da quello di numerose cosmologie prescientifiche o esoteriche.

---

<sup>817</sup> P. Pagano, *Coevoluzione*, Naturalmente, anno 20, numero 1, febbraio 2007, pp. 35-42, p. 36

<sup>818</sup> E. Jablonka, M. J. Lamb, M.W. Ho, *Epigenetic inheritance and evolution: the Lamarckian dimension*, Oxford Uni. Press Oxford, 1999

<sup>819</sup> L. Fantappiè, *Principi di una teoria unitaria del mondo fisico e biologico*, Di Renzo Editore, 1993

<sup>820</sup> G. Damiani, P. Della Franca, *Lo Yin e Yang dell'evoluzione biologica*, In: Scapini F. (a cura di), *La logica dell'evoluzione dei viventi: spunti di riflessione*, Uni. Press, Firenze, 2006, pp. 61-85

<sup>821</sup> A. Lima-de-Faria, *Evoluzione senza selezione*, Nova Scripta Edizioni, 2003

<sup>822</sup> M. Sarà, *L'evoluzione costruttiva*, Utet, 2005

Da queste poche righe risulta del tutto evidente che queste *letture filosofiche* del mondo sono soggettive. Sono idee, credi, convinzioni personali che hanno il pregio di mostrare visioni alternative ma che difficilmente saranno in grado di apportare grandi novità.

### **29.1 Disegno intelligente**

L'idea dell'esistenza di un Dio creatore non è mai stata accantonata e, in tempi recenti, ha ripreso vigore in un movimento chiamato *Disegno Intelligente* o ID dall'inglese *Intelligent Design*. Questo Nuovo Creazionismo sostiene che: siccome i fenomeni biologici sono troppo complessi per essere ridotti a meri meccanismi, allora gli esseri viventi sono il prodotto di una Mente Superiore, un Progettista, un Dio, un Creatore al di sopra di ogni cosa. Anche se è stato dimostrato che i meccanismi complessi che possono sembrare irriducibili in realtà lo sono solo apparentemente,<sup>823</sup> di per sé questa idea non sarebbe preoccupante, dato che ognuno ha la libertà di pensare come vuole. Quello che allarma è l'atteggiamento arrogante dei suoi sostenitori e i loro obiettivi ambiziosi: denigrare l'evoluzionismo, condizionare l'opinione pubblica, portare l'ID nelle scuole, attrarre i fondi stanziati per la ricerca scientifica.

In questo contesto non entrerei nel particolare per alcune buone ragioni a cui accenno. Innanzitutto l'ID non rientra in quel dibattito scientifico al quale mi vorrei attenere. Inoltre si tratta di un argomento assai delicato che non può essere liquidato in poche parole, ma necessita di una attenta disamina nei suoi diversi aspetti (religione, politica, economia, potere ecc.) pena fraintendimenti più o meno gravi. Esistono, a riguardo, degli ottimi testi ai quali rimando per un approfondimento. Tra questi vale la pena leggere *The God Delusion* [tradotto col titolo *L'illusione di Dio*] di Richard Dawkins<sup>824</sup> e *Creazione senza Dio*<sup>825</sup> di Telmo Pievani. Va, non di meno, notato che i titoli di questi libri rimarcano una contrapposizione tra diverse concezioni: l'una scientifica, l'altra religiosa, che alcuni (io fra questi) ritengono forzata. Per evitare uno scontro che rischia di diventare ideologico è possibile tracciare una linea di demarcazione razionale e invitare i contendenti a riconoscere i rispettivi campi di pertinenza. Vedremo meglio questo aspetto tra un attimo, ora è necessario fare un inciso.

### **29.2 Come comportarsi?**

Oggi giorno gli scienziati sono chiamati ad un compito gravoso: devono distogliere l'attenzione dalle loro ricerche per controbattere l'ondata antiscientifica.<sup>826</sup> In questo contesto l'attacco nei confronti della biologia è particolarmente aggressivo segno che, per alcuni, i 150 anni trascorsi dalla pubblicazione della *Origine* sono passati invano.

Bisogna riconoscere che gli scienziati, per loro natura, sono sempre molto critici nel non dare per scontato nulla e amano aprirsi al dialogo. Ad esempio, in un notissimo volumetto dal titolo *Biology as Ideology: The Doctrine of DNA* [Biologia come ideologia; la dottrina del DNA] Richard Lewontin scrive: “[...] queste pagine hanno anche uno scopo politico che è quello di incoraggiare i lettori a non lasciare la

---

<sup>823</sup> Cfr. P. Pagano, 2007, *op. cit.*; C. Adami, *Evolution: reducible complexity*, Science, 7-4-2006, v. 312, n. 5770, pp. 61-3

<sup>824</sup> R. Dawkins, *L'illusione di Dio*, Mondadori, 2007

<sup>825</sup> T. Pievani, *Creazione senza Dio*, Einaudi, 2006

<sup>826</sup> Cfr. R. Dunbar, *Non separate sulla scienza*, Longanesi & C., 1996

scienza agli esperti, a non farsi disorientare da essa, ma invece a esigere una raffinata comprensione scientifica che possa essere condivisa da tutti.<sup>827</sup> Va, non di meno, notato che nell'essere aperti e dialoganti gli scienziati rischiano di essere male interpretati. Sempre Lewontin, nello stesso libro citato, sembra accusare la scienza di non essere *super-partes*, bensì di essere uno specchio della società e quindi avere molti dei suoi lati negativi. Così scrive: “[...] la scienza è modellata dalla società poiché è un’attività produttiva umana che richiede tempo e denaro e dunque è guidata e diretta da quelle forze che nel mondo esercitano il controllo sul denaro e sul tempo.”<sup>828</sup> Questa frase sembra, a prima vista, un netto attacco alla scienza e così può essere interpretata dai non attenti o dai facinorosi approfittatori. In realtà Lewontin non dice che la scienza in quanto tale è viziata, bensì che questa società forza la scienza ad assorbirne i vizi. La scienza è lo specchio della società (e quindi ha i suoi vizi) in quanto deve sottostare alle sue stesse regole. Ciò accade, ad esempio, quando gli scienziati devono utilizzare mezzi politico/economici a volte subdoli per ottenere dei finanziamenti. Questa società, dunque, ha due effetti negativi sulla scienza: 1) costringe gli scienziati buoni a comportamenti cattivi; 2) seleziona (premia) gli scienziati meglio adatti a dicitarsi nella società e non i più bravi.

In genere, gli scienziati, ed i biologi in particolare, sono riservati e concentrati sui loro studi; non sono avvezzi a disquisire come politici, a predicare come religiosi o dibattere come avvocati. Essi sono, piuttosto, abituati ad affermazioni scrupolose, ad approfondimenti puntigliosi e a scambi di opinioni con altri esperti, anche se, come tutti noi, sono uomini.<sup>829</sup> Ora, invece, dovrebbero confrontarsi con quegli abili trafficanti che vorrebbero far passare per paritetiche la teoria neodarwiniana e le idee (non scientifiche) del nuovo creazionismo senza avere (i biologi) una preparazione comunicativa specifica, tempo da perdere, voglia di addentrarsi in questioni povere dal punto di vista culturale. Siccome i sostenitori dell’ID usano mezzi e tecniche molto efficaci<sup>830</sup> nel fare presa sulla gente comune (quella gente che, poi, è determinante nelle scelte politiche) i biologi hanno tre scelte: 1) far finta di nulla; 2) rispondere con rigore tranquilli con la propria coscienza ma a rischio di incomprensione; 3) ribattere con i mezzi per nulla scientifici degli avversari disattendendo la propria etica. Come devono comportarsi? La prima possibilità (far finta di nulla) sarebbe la preferibile data la sterilità del dibattito, tuttavia la rinuncia non premia mai. Riguardo le altre due possibilità alcuni scienziati (ad esempio Massimo Pigliucci)<sup>831</sup> propendono per una via più morbida, consci che il dibattito sia, in ogni caso, una ricchezza. Altri (come Dawkins) pensano sia giusto controbattere con vigore e determinazione, quasi con sprezzo, alle asserzioni arroganti dei sostenitori dell’ID utilizzando i loro stessi toni. Quest’ultima scelta spiega i titoli dei libri consigliati la scorsa sezione. Pur risultando ineccepibili dal punto di vista logico tendono ad accentuare i toni. D’altronde quando si leggono certe dichiarazioni dei nuovi creazionisti più intransigenti verrebbe senz’altro il desiderio di rispondere a tono (e

---

<sup>827</sup> R. Lewontin, *Biologia come ideologia. La dottrina del DNA*, Bollati Boringhieri, 1993, p.16

<sup>828</sup> *ivi*, p.2

<sup>829</sup> F. Di Trocchio, *Le bugie della scienza*, Mondadori Oscar, 1995

<sup>830</sup> Cfr. T. Pievani, 2006, *op. cit.*, cap II.

<sup>831</sup> M. Pigliucci, *Chance, necessity, and the new holy war against science. A review of W.A. Dembski's The Design Inference*, *BioScience*, 2000, v. 50, n. 1, pp. 79-81; M. Pigliucci, *Design Yes, Intelligent No. A Critique of Intelligent Design Theory and Neocreationism*, *Skeptical Inquirer*, 2001, v. 25, n. 5. In: <http://www.csicop.org/si/2001-09/design.html>

quindi con disprezzo). In me vale la ragione del dialogo, ma senza cedimenti. Io, ripeto, ritengo che non esiste contrapposizione fra scienza e religione. Il perché è argomento della prossima sezione.

### **29.3 Due diversi campi di competenza**

Facendo appello al senso di responsabilità e di cooperazione andrebbe sottoscritto un patto di serietà che potremmo sintetizzare banalmente, senza scomodare Popper, nella frase: “L’importante è non credere mai che qualcosa sia vero perché altri dicono che è così”.<sup>832</sup> A questa frase ne andrebbe aggiunta almeno un’altra: “Non aver trovato ancora la soluzione ad una questione non significa che la soluzione non esiste”. Ma il problema è proprio questo: una eventuale adesione a queste semplici regole significherebbe spazzare il campo dalle ideologie e dai dogmi.

Come sostiene Michele Luzzatto al quale rimando per approfondimenti,<sup>833</sup> la grossa divisione che c’è nel campo intellettuale è tra una visione laica e una concezione dogmatica della vita. Esistono però sia laici che dogmatici in entrambi i campi, sia in quello scientifico che in quello religioso.

L’unica via di uscita è quella di delimitare con chiarezza i confini di pertinenza tra scienza e non-scienza separando due campi non sovrapponibili: la scienza deve limitarsi a trattare le realtà naturali e materiali, ovvero tutto ciò che è tangibile, mentre le speculazioni, le filosofie e le religioni si debbono attenere a ciò che non può essere misurato, ovvero le realtà immateriali. Per la descrizione delle prime la scienza produrrà delle teorie obiettive che potranno essere confutate se inesatte e raffinate se incomplete, per la seconda varrà la soggettività di ciò che ciascuno di noi sente in sé. Inoltre la scienza riconoscerà con modestia il fatto di non avere la spiegazione per il non materiale che ci circonda; la non-scienza (speculazioni, filosofie, religioni) riconoscerà con modestia che ciò di cui tratta è soggettivo. Per quanto riguarda le scelte etiche rimane chiaro che esse non possono derivare *tout court* dalle pure osservazioni scientifiche, va non di meno notato che le osservazioni scientifiche sono le uniche in grado di dare una base solida e obiettiva su cui poggiare le scelte etiche.

Stabilito il confine e i campi di competenza veniamo alla teoria dell’evoluzione. I naturalisti di oggi, partendo dalle idee evoluzioniste di Darwin, sono in grado di produrre una teoria argomentativamente stabile e consolidata che spiega le realtà tangibili relative al mondo vivente. Tale teoria viene chiamata restrittivamente *neodarwinismo* anche se, come abbiamo visto, è assai variegata. Le differenze di pensiero all’interno di tale teoria sono fisiologiche, ovvero si concentrano su talune modalità ancora da chiarire, ma lasciano inalterato l’intero impianto evolutivo. Come ogni altra teoria scientifica il neodarwinismo non ha l’arroganza di ritenersi perfetta. Il tempo e le nuove ricerche, eventualmente, l’affineranno.

Comunque la si metta resta il dato ineludibile che la teoria evolutiva fornisce una spiegazione materialista senza la necessità di invocare alcuna azione soprannaturale. Fornisce una chiave di lettura che permette di spiegare la complessità del vivente non in termini finalistici, ma in termini puramente immanenti, materiali, naturali. D’altra parte è altrettanto innegabile che la teoria evolutiva non contrasta con Dio. Ciascuno è libero di credere al proprio Dio e, nel contempo, confrontarsi con il dato empirico.

---

<sup>832</sup> E. Newth, *Breve storia della scienza*, Salani Editore, 1998, p. 18

<sup>833</sup> M. Luzzatto, *Pregheira Darwiniana*, Raffaello Cortina Editore, 2008. Cfr. anche sua intervista sul sito [www.asia.it](http://www.asia.it), febbraio 2008

## 29.4 Evoluzione e religione

Il problema di come conciliare la propria religione col dato empirico è un problema dei credenti (non degli atei e degli agnostici) e richiede, indubbiamente un grande sforzo intellettuale. Sotto questo aspetto va riconosciuto l'impegno del teologo Vito Mancuso che, con grande umiltà, mette in campo tutta una serie di questioni che riguardano la Fede, la Chiesa, la Scienza.<sup>834</sup> Anche se, per quel che riguarda l'evoluzione, non riesce proprio a concepire la mancanza di una qualche finalità, la sua argomentazione è certamente improntata su quel confronto costruttivo, che caratterizza alcuni biologi evoluzionisti come, ad esempio, Lodovico Galleni.<sup>835</sup>

Anche in passato diversi filosofi e uomini di Chiesa hanno sentito la necessità di cercare una propria spiegazione del vivente conciliando osservazione e fede. Tuttavia l'opinione ha sempre prevalso sulla ragione, così è stato per il filosofo Henri Bergson<sup>836</sup> con il suo *slancio vitale* e per il teologo gesuita Teilhard de Chardin.<sup>837</sup>

Per un approfondimento del rapporto fra evoluzionismo e pensiero teleologico rimandiamo ai libri di Orlando Franceschelli,<sup>838</sup> tuttavia, a riguardo, non possiamo esimerci dal citare ciò che Maynard Smith scrisse:

[...] fino a quel momento [si riferisce al 1953 anno della scoperta della struttura del DNA] due soltanto erano le teorie dell'evoluzione proposte: una, quella di Lamarck [...]; l'altra, formulata per la prima volta da Darwin e, nella sua forma più rigida, da Weissmann [...]. Tutte le altre teorie sono versioni dell'una o dell'altra o, come le teorie vitalistiche di Bergson e di Teilhard de Chardin, non possono essere dimostrate e quindi devono essere giudicate piuttosto come miti che come teorie scientifiche.<sup>839</sup>

---

<sup>834</sup> V. Mancuso, *L'anima e il suo destino*, Raffaello Cortina Editore, 2007

<sup>835</sup> L. Galleni, *Scienza e teologia. Proposte per una sintesi feconda*, Queriniana, 1992; L. Galleni, *Scienza e Fede: è possibile una reazione non conflittuale?*, Nauralmente, dicembre 2003, pp. 31-35, anche in [www.filosofia-ambientale.it](http://www.filosofia-ambientale.it) sezione "articoli"

<sup>836</sup> Henri-Louis Bergson (1859–1941)

<sup>837</sup> Pierre Teilhard de Chardin (1881-1955)

<sup>838</sup> O. Franceschelli, *Dio e Darwin*, Donzelli, 2005; *La natura dopo Darwin*, Donzelli, 2007

<sup>839</sup> J. M. Smith, *La teoria dell'evoluzione*, Newton & Compton Editori, 2005, prefazione alla 2nda edizione, p. 15. In inglese: *The Theory of Evolution*, 1975 Penguin Books Ltd





## 30 Conclusioni

[...] se pensando queste cose si è ormai lontani da un Dio Architetto che ha costruito un mondo perfetto come un meccanismo perfettamente oliato, ciò non vuole affatto dire che si sia irrimediabilmente lontani da Dio *tout court*; vuole dire solo che Dio non può essere quel manovale edile dell'immaginario collettivo che gioca con la creta e forgia gli uomini e il mondo, come un bambino crea le sue figurine di pongo. Se c'è, deve essere un Dio più sottile.<sup>840</sup>  
(M. Luzzatto, *Preghiera darwiniana*)

### 30.1 Uno schermo bianco pieno di puntini

Se dovessimo sintetizzare in poche parole il processo conoscitivo che ha portato gli scienziati alla loro attuale visione neo-darwiniana, non potremmo che parodiare il mirabile esempio fornito da Young.<sup>841</sup> In un test sulla percezione visiva alcuni volontari sono posti di fronte ad uno schermo bianco. Pian piano, mentre sullo schermo appaiono dei puntini, i volontari sono chiamati a dare una interpretazione di ciò che vedono. All'inizio i puntini sembrano messi a caso poi, man mano che il tempo passa e altri puntini si aggiungono a quelli iniziali, alcuni volontari percepiscono una immagine. C'è chi vede una casa, chi una barca, chi un animale. Una ulteriore aggiunta di puntini determina disorientamento. Mentre pochi osservatori confermano la loro visione iniziale, altri si trovano costretti a cambiare opinione. Altri puntini si aggiungono ed ora tutti vedono un animale, ma nessuno sa dire con certezza di che animale si tratta. Altri puntini confermano il disegno di un quadrupede ritto sulle zampe, ma non è chiaro se sia un cane, un capriolo o un cavallo. Solo alla fine del processo tutti vedono la stessa immagine particolareggiata: un cavallo baio bardato da eleganti finimenti.

Questo è, più o meno, ciò che capitò ai protagonisti della storia del pensiero evolutivo. Inizialmente gli indizi erano pochi o nulli e tutti vedevano ciò che la trazione insegnava loro, esattamente come le stelle delle costellazioni erano un carro, un sagittario, una cintura. La Natura che li attorniava era il prodotto di Dio che, nella sua oniscienza aveva creato un mondo perfetto dove tutto viveva in armonia, rispecchiando il ruolo ricevuto al momento della Creazione. L'amore per la Natura, e il desiderio di glorificare Dio attraverso il suo studio, portò alcuni ecclesiastici ad aggiungere alcuni puntini sullo schermo bianco di fronte ai propri occhi. Ecco allora che iniziarono ad apparire delle discordanze col Disegno Divino. Perché tanta biodiversità? Perché un mondo immorale? Perché i fossili? Forse, pensarono, si trattava di particolari sconosciuti che, una volta interpretati nella giusta maniera, avrebbero confermato e forse amplificato la grandiosità del Creato. Ma, via via che nuovi puntini si aggiungevano ai vecchi, la visione tradizionale

---

<sup>840</sup> M. Luzzatto, 2008, *op. cit.*, p.15-16,

<sup>841</sup> D. Young, *The discovery of evolution*, Cambridge Uni., 1992

divenne dubbia. I puntini sullo schermo erano ancora pochi e gli studiosi cercarono spiegazioni alternative che conciliassero l'osservazione con la Fede. D'altronde come dar loro torto? Gli indizi erano così scarsi che ciascuno interpretava l'immagine a suo modo. C'erano coloro i quali vedevano la mano del Creatore agire un po' qua, un po' là, con *creazioni speciali* un po' bizzarre senza un preciso schema. Strano comportamento per un Dio perfettissimo! Poi arrivarono Wallace e Darwin e i puntini che si erano andati accumulando nello schermo un tempo bianco mostrarono una Natura in continua trasformazione. Le specie si modificavano al passare del tempo evolvendo in altre specie più moderne. E l'uomo? Dove si collocava in questo quadro? Wallace non riuscì, o non volle riuscire, a vederlo, mentre Darwin sapeva già dove trovarlo. Il quadro, ora sufficientemente chiaro, mostrò l'*evoluzione* graduale a tutti gli scienziati. Tra loro qualcuno non la vide mai, o non volle mai vederla; come Louis Agassiz. Altri videro cose, troppe cose che non c'erano; come Ernst Haeckel la cui fantasia andò ben oltre la realtà. Ad inizio XX secolo, sullo schermo pieno di puntini, qualcuno vide una evoluzione diversa: non più graduale ma a salti. Anzi, ogni esperto di ogni singola branca della biologia interpretava i puntini sullo schermo come una immagine leggermente diversa dai colleghi di altre specialità. Poi arrivarono i genetisti della popolazione ad aggiungere nuovi puntini sullo schermo e presto divenne chiaro che le interpretazioni diverse altro non erano che sfumature. Dagli anni 1960 in avanti altri puntini vennero aggiunti dalla biologia molecolare, da nuove interpretazioni dei dati paleontologici e da nuove discipline quali l'evo-devo. Oggi il quadro è ricco di puntini e ci è assolutamente chiaro: è certo che di cavallo baio si tratta. Se ne conosce la stazza, se ne misurano le parti, se ne stima l'età. Molti particolari sono evidenti, altri lasciano ancora qualche dubbio ma è certo che di soli finimenti si tratta.

### **30.2 L'evoluzione biologica: un concetto non facile**

Questo libro sta per concludersi, non così la storia della biologia evolutiva che continuerà ad arricchirsi di affascinanti scoperte. Spero che il lettore ricettivo e senza pregiudizi abbia avuto la possibilità di accrescere la propria conoscenza. La storia, di qualunque argomento tratti, è sempre un'ottima consigliera anche se, purtroppo, non tutti ne riconoscono i meriti. Quando veniamo al mondo, la società ci dona una tradizione piena di idee, conoscenze, errori e verità. Sta a noi filtrare questo patrimonio attraverso la nostra intelligenza tentando di non farci mai condizionare da ciò che sembra scontato. Così hanno fatto molti biologi del passato anche se non tutti sono riusciti a spogliarsi completamente dai pregiudizi e ragionare a mente libera.

D'altronde, come accade per ogni processo di apprendimento, l'evoluzione biologica non solo deve essere compresa, ma anche *metabolizzata*. Quante volte pensiamo di avere capito un concetto ma non siamo in grado di ripeterlo con parole nostre! Gli esami nelle scuole e nelle Università servono proprio a questo. A rendere gli studenti consapevoli dell'apprendimento reale. Inoltre più i concetti si fanno complessi e più richiedono conoscenza, concentrazione e tempo. I neuroni del nostro cervello non sono memorie del computer che prendono e scaricano in pochi microsecondi le informazioni. Affinché un argomento venga assimilato, diventi *proprietà* di colui che l'ha studiato, ci vuole tempo e lavoro. Si devono stabilire le connessioni, le sinapsi, fra i neuroni giusti.

Spesso capita, poi, che alcuni argomenti sembrino semplici, altri difficili. Ma altrettanto spesso questa percezione è un inganno. Chiedete per strada alla gente di parlare di meccanica quantistica e pochi risponderanno, ancora meno sapranno veramente di che si tratta. Provate ora a chiedere di evoluzione. A rispondere saranno in tanti, molti dei quali vi diranno della lotta per l'esistenza, della continua caccia del leone sulla gazzella. E' facile credere di sapere cose che si vedono e si toccano, ma la percezione inganna. La Terra non è piatta. L'evoluzione biologica non è un argomento di facile comprensione: d'altronde sono stati necessari diversi secoli di osservazioni, speculazioni, esperimenti e dibattiti per avere un quadro scientifico certo. E, nonostante, questo c'è qualcuno che la travisa.

E' normale che l'uomo, quando non riesce a dare una spiegazione plausibile ad un fenomeno pensi subito all'intervento del soprannaturale. Fu così, ad esempio con il magnetismo. L'attrazione di una calamita può sembrare un miracolo se non si hanno le nozioni fisiche adeguate. Ma coloro i quali credono che *tutto* ciò che non si spiega sia un miracolo si sbaglia ed è come se alzasse bandiera bianca, rinunciassero alla conoscenza. Costoro, forse, credono che si sia già scoperto tutto il possibile, che la scienza abbia già spiegato il conoscibile e sia arrivata ad una *impasse*. Nulla di più sbagliato. Le cose che cercano una spiegazione sono ancora una enormità e credere che tutto questo sia incomprendibile, sia per sempre relegato al misterioso, significa non credere alle potenzialità dell'uomo, a quel meraviglioso e complesso organismo che, lungi dall'essere onnipotente, si pone delle domande e cerca e trova delle risposte.

Se la scienza potrà continuare nella sua instancabile ricerca della verità presto arriveranno tante ulteriori prove a conferma della teoria evolutiva, magari con qualche doveroso aggiustamento. Ma il timore che si respira è proprio sul futuro della scienza. Si potrà ancora cercare l'obiettività nelle cose o assisteremo ad un ritorno al medioevo quando qualcuno ci diceva cosa pensare e come pensare? Attenzione, ciò di cui sto parlando non è fantasia. Stiamo all'erta perché la soggettività camuffata da scienza è all'attacco per sostituirsi all'obiettività delle cose. Il rischio è pesante: la perdita della libertà. E' già successo in passato che la conoscenza delle civiltà ellenica ed ellenistica venisse seppellita<sup>842</sup> e sta succedendo oggi in medio oriente con i Talebani. Anche in Occidente c'è il sentore di un ritorno al passato. Per questo i biologi non possono stare a margine del dibattito, debbono venire allo scoperto e sostenere le proprie ragioni sul piano etico. E' per il loro ruolo di studiosi esperti della vita che stanno subendo gli attacchi più duri di coloro i quali, ciechi nelle loro convinzioni, vogliono nascondere la verità.

### **30.3 L'evoluzione biologica oltre la scienza**

L'evoluzione biologica oltrepassa la scienza ed entra nella vita di tutti i giorni. Lo è stato in passato quando demolì il mito della Creazione, quando scoprì che l'uomo era parte della Natura, quando venne travisata per giustificare i comportamenti umani più meschini come lo sterminio dei popoli indigeni o le leggi razziali. Per discutere di evoluzione è quindi fondamentale discernere ciò che è verità scientifica da ciò che è opinione. Nel prossimo ed ultimo capitolo (una appendice) parlerò di opinione su una tematica oggi particolarmente attuale: la filosofia ambientale. La ragione di questo sta nelle ultime righe della sezione precedente. Per quanto mi riguarda, dopo decenni di studi in campo biologico e filosofico-

---

<sup>842</sup> Cfr. L. Russo, 1996, *op. cit.*

ambientale limitati alla ricostruzione storica degli eventi e alla comunicazione il più possibile asettica del pensiero altrui, è arrivato ora il momento di esprimere la mia personale opinione.

## 31 Appendice: Evoluzione e filosofia ambientale

Comunicare con rigore, ovvero esprimersi per dire ciò che si vuole e, parallelamente, comprendere a fondo ciò che viene espresso da altri, è senza dubbio una impresa complessa. Il dialogo tra persone di estrazione culturale differente accentua le difficoltà così che si innalzano barriere tanto tenaci da ritenersi spesso insuperabili. Questo è il caso delle divisioni che allontanano il mondo scientifico da quello umanistico e che separano le diverse correnti di pensiero sull'ambiente. Nonostante queste difficoltà riteniamo ci sia un ampio margine di confronto costruttivo tra posizioni di filosofia ambientale anche lontane e sia possibile giungere a definire modi di operare condivisi.<sup>843</sup>

(P. Pagano, M. Di Natale, *Ricerca di una integrazione dialettica*)

Il degrado della Natura per cause umane è aumentato costantemente nel corso dei secoli subendo una accelerazione preoccupante negli ultimi decenni. Agli episodi di inquinamento locale, moltiplicati e diffusi ovunque, si aggiungono ora nuove emergenze a carattere globale che potrebbero portare il Pianeta al collasso. Alla domanda “Perché dovremmo salvaguardare la Natura?” il nostro senso comune ha trovato una risposta facilmente condivisibile. La Terra è la nostra casa, averne cura significa vivere in un ambiente salubre, significa guardare positivamente ad un futuro nel quale i nostri figli potranno prosperare in serenità. Al contrario sottovalutare il problema ambientale vorrebbe dire precipitare in un abisso ecologico con tragiche conseguenze per la nostra stessa specie.

La consapevolezza della situazione ambientale ha portato in tempi recenti ad azioni politico-economiche più equilibrate che fanno riferimento a termini quali *conservazione* e *sviluppo sostenibile*. Ma se da un lato questi approcci rappresentano il tentativo di migliorare i nostri rapporti con la Natura, dall'altro molte persone ne ravvisano dei limiti. Proteggere l'ambiente e le sue risorse è sicuramente una esigenza primaria, tuttavia un cambiamento del nostro atteggiamento non può essere solo un fatto di mera necessità. Come sostiene K. E. Goodpaster è assolutamente deplorabile e acritico proteggere l'ambiente sulle sole basi della soddisfazione umana. In altre parole, utilizzare l'ambiente come un bene strumentale è limitante e spregevole.<sup>844</sup>

Qual è allora, se esiste, il modo *giusto* di raffrontarci con la Natura? Abbiamo il diritto di modificare gli habitat selvaggi? Possiamo sfruttare tutte le risorse del pianeta e lasciare niente agli altri esseri viventi? In

---

<sup>843</sup> P. Pagano, M. Di Natale, *Antropocentrismo e biocentrismo. Ricerca di una integrazione dialettica*, in *Una nuova etica per l'ambiente*, C. Quarta (a cura di), edizioni Dedalo, 2006, pp. 117-131, p. 117

<sup>844</sup> K. E. Goodpaster, *On Being Morally Considerable*, in: Zimmerman M.E. et al. (eds.), *Environmental Philosophy*, Prentice Hall, 1998, p. 57

passato numerosi pensatori hanno cercato di rispondere ai suddetti quesiti, ma è soltanto negli ultimi decenni che il dibattito si è fatto più serrato e una nuova disciplina, la filosofia ambientale (Environmental Philosophy), sta lavorando in questa direzione.<sup>845</sup> Le posizioni filosofiche ambientali sono molte e, spesso, assai diverse fra loro. Alcune ritengono che l'uomo sia il signore e padrone della terra (volutamente in minuscolo), altre credono che l'uomo sia un essere vivente come gli altri, altre ancora ci vedono come una sorta di malattia di cui la Terra sarebbe afflitta. E' difficile offrire un quadro sintetico di queste idee che spesso si intrecciano, si sovrappongono e che si esprimono, a volte, attraverso termini difficili da comprendere appieno. Siccome in Italia questo dibattito è ancora confinato entro una ristretta cerchia di specialisti, mentre meriterebbe un dibattito più ampio, ne ho articolato una semplice panoramica nel libro *Filosofia ambientale*<sup>846</sup> comprensiva di una personale classificazione.<sup>847</sup>

Con queste premesse la biologia evoluzionistica, presentata in questo libro nel suo percorso storico delle idee, può sembrare un tema scollegato dalla filosofia ambientale. In realtà, come cercherò di dimostrare nelle pagine che seguono, essa offre al dibattito filosofico un argomento saldo di confronto portando numerosi elementi di novità. Nonostante i temi di filosofia ambientale siano stati da me trattati in molti scritti, prima di entrare nel cuore del discorso che mi preme fare in questa sede, riterrei opportuno riassumere brevemente alcuni concetti che aiuteranno nella comprensione i lettori meno esperti.

### **31.1 La filosofia ambientale**

#### **31.1.1 La presa di coscienza ambientale**

Sebbene possa sembrare un argomento dei nostri giorni, il tema dell'impatto ambientale non è nuovo. Già Platone, nel *Crizia*<sup>848</sup> si lamentava del degrado mentre i primi provvedimenti legislativi si resero necessari nella Londra del XIII° secolo quando venne vietato l'uso del carbone nei giorni in cui si riuniva il Parlamento.<sup>849</sup> I primi saggi interamente dedicati a questa problematica risalgono al 1661 quando John Evelyn<sup>850</sup> pubblicò un opuscolo sull'inquinamento aereo a Londra,<sup>851</sup> e al 1865 quando, oltreoceano, George Perkins Marsh<sup>852</sup> scrisse *Man and Nature*<sup>853</sup> [L'uomo e la Natura] un volume interamente dedicato agli effetti dell'agire umano. Nella prefazione, scritta oltre due secoli, fa emergono problematiche di grande attualità. Ecco un breve passaggio:

---

<sup>845</sup> Vedi: <http://www.filosofia-ambientale.it>

<sup>846</sup> P. Pagano, 2002, *op. cit.*

<sup>847</sup> Così scrive S. Dellavalle in: *L'urgenza ecologica*, Baldini Castoldi Dalai, 2003, p. 7: "... nonostante l'ampiezza del dibattito all'interno dell'etica ecologica, sono rarissimi – a quanto mi è dato sapere – i tentativi di fornire una lettura «ragionata» dei suoi percorsi."

<sup>848</sup> Platone, *Crizia*, 110, 111, in *Platone, Opere complete 6*, Laterza, Bari 2000, pp. 456-7; Cfr. P. Pagano, 2002, *op. cit.*, pp. 14-5

<sup>849</sup> D. A. Lynn, *Air Pollution*, Addison-Wesley Pub. Co., 1976, p. 3

<sup>850</sup> John Evelyn (1620-1706), scrittore inglese, fu tra i fondatori della Royal Society

<sup>851</sup> J. Evelyn, *Fumifugium; or The Inconveniencie of the Aer and Smoak of London Dissipated*, Printed by W. Godbid for Gabriel Bedel and Thomas Collins, 1661

<sup>852</sup> George Perkins Marsh (1801-1882) era un diplomatico americano

<sup>853</sup> G. P. Marsh, *Man and Nature; or, Physical Geography as Modified by Human Action*, Charles Scriber, New York, 1865; In italiano: *L'uomo e la natura, ossia, la superficie terrestre modificata per opera dell'uomo* è stato pubblicato da Franco Angeli, Milano, 1988

Lo scopo del presente volume è quello: di indicare il tipo e, a grandi linee, le dimensioni dei cambiamenti prodotti dall'azione umana alle condizioni fisiche del globo che abitiamo; di precisare i pericoli dell'imprudenza e la necessità di cautela in tutti i funzionamenti che, su vasta scala, interferiscono con gli assetti spontanei del mondo organico o inorganico; di suggerire la possibilità e l'importanza del ripristino degli equilibri messi in pericolo e del miglioramento materiale delle regioni sfruttate ed esaurite; e, nel caso, di mostrare, che l'uomo è, sia nel modo che nel grado, nella potenza di un ordine più elevato rispetto alle altre forme di vita, che, come lui, vengono alimentate alla tavola della generosa natura.<sup>854</sup>

Era già evidente, nelle parole di Marsh, che l'impatto umano si stava drammaticamente allargando dai piccoli territori densamente popolati a regioni sempre più ampie. Preveggenza straordinaria se si pensa ai fall-out radioattivi che interessarono il mondo intero a seguito degli esperimenti atomici in alta atmosfera del secondo dopoguerra. La potenza umana di cui parlava Marsh un secolo prima si mostrava sotto gli occhi di tutti nella *escalation* nucleare della guerra fredda.

Negli anni 1960 emerse un'altra grave preoccupazione. L'uomo e l'ambiente non erano in pericolo solo per gli eventi di inquinamento acuto<sup>855</sup> o per una possibile terza guerra mondiale. Nel suo *Silent Spring*<sup>856</sup> [Primavera silenziosa] del 1962, il bestseller che avrebbe dato inizio all'ambientalismo moderno, la biologa americana Rachel Carson denunciò l'uso indiscriminato di sostanze chimiche in agricoltura e falsamente pubblicizzate come la panacea che avrebbe cancellato la fame nel mondo. I sempre più diffusi pesticidi, fra i quali il famigerato DDT, in realtà altro non erano che *biocidi*, veri e propri assassini di vita che entrando nei cicli ecologici uccidevano nel tempo e nello spazio interi ecosistemi.

In quegli anni di grande fermento culturale cresceva la consapevolezza che l'uomo stava vivendo in conflitto con la Natura e molti suoi stili di vita andavano ripensati. Tra le tante cause del degrado: venne accusata la Chiesa perché poneva l'uomo a livello di *dominus* della Natura;<sup>857</sup> vennero denunciati i sistemi politici ed economici (sia del capitalismo che del socialismo) rei di utilizzare la Natura solo come mezzo; vennero criminalizzate la scienza e la tecnologia perché troppo materialiste e riduzioniste. Di conseguenza vennero divulgate le filosofie orientali e riscoperte le qualità dei popoli primitivi, nacquero grandi movimenti popolari come il New Age, vennero diffuse nuove teorie olistiche quali l'*ipotesi Gaia* di James Lovelock.<sup>858</sup> L'intera società divenne più sensibile ai temi ambientali ed anche la Chiesa ammorbidì le sue posizioni. Per contrastare il diffondersi delle religioni orientali e di nuove credenze eterodosse la Chiesa rivalutò i Santi cristiani più *ecologisti* quali Francesco d'Assisi.<sup>859</sup> L'ambientalismo, già presente da tempo con alcuni movimenti storici come il Sierra Club nato nel 1892, conobbe una autentica esplosione. Di seguito furono fondati il WWF nel 1961, Greenpeace nel 1969, Earthforce nel 1977, Earth First! nel 1979. In Italia, Lega Ambiente nacque nel 1980. Sul fronte legislativo vennero approvate alcune leggi ambientali

---

<sup>854</sup> G. P. Marsh, 1865, *op. cit.*, Preface, p. iii

<sup>855</sup> Ad esempio si calcola che nel dicembre 1952 a Londra morirono oltre 4000 persone per problemi respiratori dovuti allo smog sommato ad una situazione climatica straordinariamente sfavorevole.

<sup>856</sup> R. Carson, *Silent Spring*, 1962; in italiano *Primavera silenziosa*, Feltrinelli, 1999

<sup>857</sup> L. White, *The Historical Roots of Our Ecological Crisis*, Science, 1967, p. 155

<sup>858</sup> J. Lovelock, *Gaia, nuove idee sull'ecologia*, Bollati Boringhieri, Torino 1996

<sup>859</sup> Con lettera apostolica del 29 novembre 1979, Giovanni Paolo II ha dichiarato San Francesco d'Assisi celeste patrono di tutti i cultori dell'ecologia.



(come l'*Endangered Species Act* americano -ESA- del 1973) sintomatiche del processo di trasformazione nel modo di pensare. Infine, dal grande dibattito che prese forma nelle piazze, che si riunì in numerose conferenze e associazioni,<sup>860</sup> che trovò espressione attraverso nuove riviste del settore,<sup>861</sup> e raggiunse le aule dei tribunali,<sup>862</sup> nacque la filosofia ambientale, un approccio alla conoscenza che oltrepassava la morale umana e si proponeva come ricerca dei diversi modi di interpretare il ruolo dell'uomo sulla Terra.

### 31.1.2 Le posizioni filosofiche ambientali

Il nostro rapporto con la Natura può essere visto sotto molteplici aspetti. Consideriamo ad esempio la seguente frase: "Lasciate stare questo fiore affinché altri ne possano godere". Ovviamente questa asserzione sembra molto rispettosa, proprio perché la buona educazione ci dice che è un ottimo modo per amare la Natura. Ma proviamo a pensare ad una frase diversa: "Lasciate stare il fiore affinché possa godere la sua vita". A prescindere da come la si pensi è evidente la profonda diversità dei due concetti. Nel primo caso il fiore deve vivere affinché l'uomo possa goderne, nel secondo il fiore ha diritto di vivere indipendentemente da ciò che pensa l'uomo. Sebbene ragionamenti di questo tipo possano sembrare semplici esercizi intellettuali, la realtà è ben diversa. Quello che pensiamo si riflette sul nostro modo di percepire, di vivere, di comportarci, fino a farci sentire soddisfatti o sofferenti del mondo in cui viviamo. Inoltre, all'atto pratico, le nostre idee si esprimono attraverso la classe politica che scegliamo diventando leggi che vanno ad incidere sulla nostra (umana e non umana) vita, e su quella di chi abiterà, in futuro, il nostro pianeta.

Semplificando possiamo pensare alle posizioni filosofiche ambientali non già come concezioni separate in compartimenti stagni, bensì come un *continuum* di idee che spaziano da un antropocentrismo rigido ad un biocentrismo altrettanto radicale. Tuttavia, per meglio comprendere ciò che sembra un gruppo eterogeneo di idee, può essere utile presentarla attraverso la mia classificazione, pur consapevoli che qualsiasi schematizzazione è limitante nell'esprimere la realtà. In questo contesto mi limiterò a descrivere i concetti filosofici ambientali più importanti.

#### 31.1.2.1 Antropocentrismo

Una suddivisione di primo livello distingue le tesi antropocentriche da quelle biocentriche e da quelle ecocentriche. *Antropocentrismo* deriva da una parola greca, *ánthropos*, che significa uomo e, quindi, *antropocentrismo*<sup>863</sup> è colui il quale crede che l'universo sia stato creato per l'uomo e per i suoi bisogni, e per questa ragione considera l'uomo misura di tutte le cose. Possiamo distinguere un antropocentrismo forte (rigido) e uno moderato (debole).

L'antropocentrismo forte accomuna tutte quelle idee che partono dalla convinzione assoluta che l'uomo possa disporre della Natura quando e come vuole. Secondo questa visione qualsiasi comportamento umano

---

<sup>860</sup> Ad esempio: IAEP (International Association for Environmental Philosophy); ISEE (International Society for Environmental Ethics).

<sup>861</sup> Ad esempio: *Environmental Ethics*, *Ecophilosophy*, *The Deep Ecologist*, *Between the Species*

<sup>862</sup> Si legga il paragrafo *Il caso TVA vs. Hill* nel libro P. Pagano, 2002, *op. cit.*, pp. 42-3

<sup>863</sup> In italiano il termine "antropocentrico" è un aggettivo mentre "antropocentrismo" non esiste. Così come in italiano si distingue tra "ecologia", "ecologico" ed "ecologista", mi permetto di utilizzare il termine "antropocentrismo" per identificare il sostenitore delle tesi antropocentriche. Allo stesso modo con il termine "biocentrismo" identifico colui il quale sostiene le tesi biocentriche.

nei confronti della Natura è lecito perché la terra fornisce risorse illimitate all'uomo che può gestirle come vuole. Gli antropocentristi forti hanno una fiducia smisurata nel potere umano, nelle tecnologie e, spesso, anche nel potere dell'economia di mercato nello smorzare quei disequilibri che nascono dalla competizione, perno delle moderne società industriali. Oggigiorno la visione forte dell'antropocentrismo è ritenuta anacronistica in quanto le scienze in generale, e l'ecologia in particolare, hanno accumulato una grande quantità di dati a sostegno del fatto che la sopravvivenza dell'uomo è strettamente legata al suo comportamento e al rispetto che ha e avrà per l'ambiente. Di conseguenza è nato un antropocentrismo debole che raccoglie concetti moderati quali il *principio di conservazione*<sup>864</sup> e il concetto di *sviluppo sostenibile*.<sup>865</sup>

L'antropocentrismo debole trova oggi grande consenso raccogliendo una ampia varietà di concezioni moderate. La *conservazione*, come detto, tende a tutelare la Natura affinché l'uomo possa goderne dei suoi beni materiali, la *protezione* ritiene sia importante salvaguardare anche i suoi beni ideali. Fra questi ricordiamo, ad esempio, l'estetica di un paesaggio, il potere rigenerativo dello spirito umano quando si passeggia in un bosco incontaminato, la ricchezza stessa della biodiversità. Sempre nell'ambito di un antropocentrismo debole possiamo poi trovare sia motivazioni laiche,<sup>866</sup> che vedono nella stessa morale umana una giustificazione, sia posizioni teologiche<sup>867</sup> che vedono il creato appartenere al Creatore e l'uomo come il *saggio amministratore* a cui lo stesso Creatore avrebbe concesso il diritto di usufruirne.

Esistono, infine, alcune posizioni *antropocentriche* che ritengono la crisi ambientale una conseguenza diretta degli squilibri delle stesse società umane. Tra queste ricordiamo l'etica della *Navetta Spaziale*, della *Scialuppa di Salvataggio*<sup>868</sup> e l'*Ecologia sociale*.<sup>869</sup>

### 31.1.2.2 Biocentrismo

La versione moderata dell'antropocentrismo ha sicuramente il pregio di essere più moderna e tollerante, tuttavia relega ancora il mondo vivente ad un ruolo subordinato. Per tante persone questo atteggiamento non

---

<sup>864</sup> Il "principio di conservazione" venne elaborato da Pinchot a cavallo dei secoli XVIII e XIX. La pratica della conservazione recita che le risorse rinnovabili, di valore strumentale, devono venire usate in modo saggio e oculato affinché possano rigenerarsi ed essere utilizzate dalle generazioni a venire. Le risorse che non si rigenerano (petrolio, minerali ecc.), anch'esse di valore strumentale, devono essere utilizzate prudentemente perché durino il più a lungo possibile.

<sup>865</sup> Nella sua prima enunciazione (in "Our Common Future" del 1987) della Commissione Mondiale sull'Ambiente e sullo Sviluppo -WCED, conosciuto anche come "rapporto Brundtland" dal nome della presidente, recita che è sostenibile "lo sviluppo che soddisfa le esigenze del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le loro proprie esigenze". Nella enunciazione del rapporto "Caring for the Earth" redatto da IUCN, UNEP e WWF del 1991 è definito come "il soddisfacimento della qualità della vita mantenendosi entro i limiti della capacità di carico degli ecosistemi che ci sostengono". Nel 2005 il documento finale del Summit Mondiale delle Nazioni Unite parla di tre pilastri interconnessi, ovvero lo sviluppo economico, lo sviluppo sociale, la protezione ambientale. Su tali pilastri negli anni seguenti sono stati fondati numerosi principi e sistemi di certificazione.

<sup>866</sup> Cfr. J. Passmore, *La nostra responsabilità per la natura*, Feltrinelli, Milano 1991

<sup>867</sup> Cfr. V. Mele, *Comunità umana e antropocentrismo: il paradigma dell'interconnessione nella bioetica personalista*, Kèiron, marzo 2001, pp.164-73

<sup>868</sup> G. Hardin, *Lifeboat Ethics: The Case Against Helping the Poor*, Psychology Today, Sept. 1974, p. 38-43, 124-6

<sup>869</sup> M. Bookchin, *The Philosophy of Social Ecology: Essays on Dialectical Naturalism*, Black Rose Books, 1990. In italiano: *Filosofia dell'ecologia sociale*, Ila Palma, 1993

è sufficiente. I biocentristi credono che l'uomo non possa auto-celebrarsi unico giudice e decisore delle sorti della Terra. Le tesi biocentriche possono suddividersi in individualistiche e olistiche.

#### Biocentrismo individualistico

I sostenitori del biocentrismo individualistico pensano che la *rispettabilità morale* debba essere estesa anche ai singoli animali, almeno a quelli più simili a noi. Tra i pensatori che si riconoscono in questa categoria spiccano il filosofo australiano Peter Singer<sup>870</sup> e l'americano Tom Regan.<sup>871</sup>

In estrema sintesi la filosofia animalista di Singer si costruisce intorno all'*utilitarismo della somma* che ha avuto come antesignano Jeremy Bentham<sup>872</sup> agli inizi del XIX secolo e si amplia in un *utilitarismo delle preferenze*.<sup>873</sup> Mentre, all'atto pratico, l'utilitarismo della somma rende possibili azioni molto negative (anche la morte) per uno o alcuni dei soggetti coinvolti qualora i vantaggi per la maggioranza fossero rilevanti, nell'utilitarismo della preferenza questo non può accadere. Ad esempio, anche se l'azione di uccidere una persona portasse alla felicità e alla ricchezza di altre cento non sarebbe comunque accettabile. Ovvio quindi che gli animali superiori, avendo un sistema nervoso sufficiente per sentire dolore ed essendo chiaramente in grado di avere delle preferenze, entrano di diritto nella comunità morale di Singer. Anche gli animali inferiori e le piante sono degne di considerazione morale, tuttavia non essendo in grado di avere preferenze, o meglio avendole in misura minore, hanno minori *diritti* nonostante abbiano una *uguale considerazione*.

Per il filosofo americano Tom Regan l'animalismo non può basarsi sull'utilitarismo perché, in qualsiasi forma venga enunciato è confutabile e può essere, addirittura, controproducente.<sup>874</sup> Anche il principio di uguaglianza non basta. Si possono considerare uguali due individui e favorirne uno solo senza, per altro, andare contro la morale. Per Regan non si possono aggirare gli ostacoli, gli animali hanno bisogno di veri diritti perché hanno un valore intrinseco, un valore fine a se stesso. Regan lo chiama *valore inerente*, valore che appartiene a chiunque sia in grado di rendersi conto se sta meglio o peggio a causa delle azioni altrui.

#### Biocentrismo olistico

Alcuni sostenitori del biocentrismo credono sia impossibile concedere dei diritti agli animali presi come singoli individui. Questi biocentristi olistici, diversamente dagli individualistici, riconoscono una dignità morale solo ai gruppi di individui (specie, comunità, ecosistemi ecc). Il ragionamento di base è pratico oltre che teorico. Se dal punto di vista teorico gli olisti sostengono che il gruppo vale sempre più del singolo, dal punto di vista pratico rilevano che l'approccio individualistico pone dei problemi insormontabili nella gestione del territorio. Ammettiamo, ad esempio, che in Africa gli elefanti si stiano riproducendo troppo e che mettano a repentaglio l'esistenza del parco in cui vivono. Ora, mentre il biocentrismo individualistico non ammette l'uccisione di nessun elefante in quanto riconosce a tutti gli organismi il diritto di vivere, il

---

<sup>870</sup> P. Singer, *All Animals Are Equal*, Philosophic Exchange, vol.1, n.5, 1974, pp. 243-257

<sup>871</sup> T. Regan, *Animal Right, Human Wrongs*, Environmental Ethics, vol.2, n.2, 1980

<sup>872</sup> Jeremy Bentham (1748-1832), filosofo e giurista inglese

<sup>873</sup> S. Cagno, *Gli animali e la ricerca*, Franco Muzzio, 1997, pp. 103-4

<sup>874</sup> T. Regan, 1980, *op. cit.*

biocentrismo olistico permette l'abbattimento selettivo di singoli individui al fine di salvaguardare il bene di tutta la comunità.

Un tipo di biocentrismo olistico ha le sue basi nella *Land Ethics* [Etica della Terra] che Aldo Leopold presentò nel suo libro *A Sand County Almanac*<sup>875</sup> [tradotto col titolo *Almanacco di un mondo semplice*]. Il ragionamento di Leopold fu straordinariamente sobrio e profondo: se la specie umana riconosceva il suo ruolo di parte integrante delle comunità ecologiche avrebbe dovuto automaticamente riconoscere i diritti della Natura. L'etica della terra era una vera novità nel campo della filosofia morale perché, fino ad allora, si era parlato solo di diritti dei singoli individui e l'ambiente era stato sempre trattato come risorsa strumentale del genere umano. Alla nascita della filosofia ambientale Leopold ispirò tutta una serie di nuovi pensatori tra cui J. B. Callicott e H. Rolston III.

In particolare quest'ultimo ha elaborato una propria visione olistica biocentrica di estremo interesse che definisce *etica del valore*<sup>876,877</sup> e che pone le sue basi su concetti propri della biologia ed in particolare della ecologia. Sicuramente, sostiene Rolston, un organismo è un sistema spontaneo che si auto-sostiene, che si riproduce, che esegue un programma, tuttavia il singolo individuo non potrebbe vivere (e non avrebbe alcun valore) senza ciò che gli sta attorno e col quale si rapporta. E' il gruppo, la popolazione, la specie che determina il futuro dei singoli (e che ha un valore maggiore). Così, se la specie ha un'integrità e un *diritto di vita* che sono molto più importanti dell'integrità e della vitalità del singolo, allora, per salvaguardare il suo bene, diventa lecito anche uccidere qualche esemplare. Ma c'è qualcosa di ancora più grande della specie (che ha un valore ancora maggiore) e che deve essere adeguatamente tutelato: l'ecosistema.

#### Convergenza tra biocentrismo individualistico e biocentrismo olistico

Il conflitto fra visione individualistica e visione olistica non deve essere, secondo alcuni filosofi, motivo di scontro nell'ambito della filosofia biocentrica. Così il *principio di vita* di K. E. Goodpaster<sup>878</sup> e il *rispetto per la Natura* di P. W. Taylor<sup>879</sup> cercano di mediare fra le due posizioni evitando la negazione dei diritti dei singoli esseri non-umani e nel contempo rivelando degli elementi utili per una gestione saggia e praticabile del territorio.

#### 31.1.2.3 Ecocentrismo

Nell'ambito della filosofia ambientale l'ecologia profonda propone qualcosa di diverso tanto da potersi definire *ecocentrica*<sup>880</sup> per metterne in risalto l'integrazione armonica nella Natura. Più che una filosofia

---

<sup>875</sup> A. Leopold, *Almanacco di un mondo semplice*, Red edizioni, 1997

<sup>876</sup> H. Rolston III, *Challenges in Environmental Ethics*, in: Zimmerman M.E. et al. (eds.), *Environmental Philosophy*, Prentice Hall, 1998, pp. 124-44, e su: *Environmental Ethics*, vol.2, n.2, 1980

<sup>877</sup> H. Rolston III, *Genes, Genesis and God*, Cambridge University Press, 1999

<sup>878</sup> K. E. Goodpaster, *On Being Morally Considerable*, in: Zimmerman M.E. et al. (eds.), *Environmental Philosophy*, Prentice Hall, 1998, pp. 56-70, e su: *Journal of Philosophy*, LXXV, 6, 1978 pp. 308-25

<sup>879</sup> P. W. Taylor, *The Ethics of Respect for Nature*, *Environmental Ethics*, 1981, v. 3 n. 3, pp.197-218

<sup>880</sup> Secondo N. Foskett e R. Foskett, *Conservation*, Teach Yourself Book, 1999, ecocentrismo significa vivere in armonia con l'ambiente, come parte dell'ambiente.

pura o un'etica ambientale, l'ecologia profonda è un modo di essere, di sentirsi, che vede la sua realizzazione sotto forma di un *movimento* alla cui base sta la convinzione che l'uomo debba ritrovare quella sua collocazione nella Natura che il riduzionismo e il meccanicismo gli ha fatto perdere. Per raggiungere questa *realizzazione del Sé* l'uomo deve sviluppare l'idea di un concetto di vita diverso analizzandosi e suggerendo la via per il cambiamento.

Nata dalle idee del filosofo norvegese Arne Naess,<sup>881</sup> poi sviluppate dagli americani Devall e Sessions,<sup>882</sup> l'ecologia profonda si propone di cambiare l'intera società attraverso l'acquisizione di una coscienza ecologica basata “sulla ricerca di una consapevolezza più oggettiva, di uno stato attivo dell'essere, raggiunto con riflessioni e discussioni articolate e un nuovo stile di vita”. Il suo obiettivo è quello di formulare una “visione filosofico-religiosa completa del mondo” senza, per altro, considerarsi, essa stessa, una religione. Il *bioregionalismo* ne è un esempio concreto.<sup>883</sup> La convinzione di base dell'ecologia profonda non si allinea con nessuna ideologia classica: critica alcuni aspetti del capitalismo e del socialismo, così come ne assolve altri.

Il suo principio fondamentale è l'autorealizzazione. Autorealizzazione di tutti gli esseri, umani e non umani, perché ecologia profonda significa *uguaglianza biocentrica*, nel senso che tutte le cose “hanno il diritto di vivere, trasformarsi e raggiungere le proprie forme individuali di sviluppo e autorealizzazione all'interno di una autorealizzazione più ampia”<sup>884</sup> che inizia a crescere negli individui quando smettono di sentirsi un'entità isolata e in competizione e, attraverso il *non-dominio*, lasciano agli altri l'uguale diritto a vivere e fiorire.

### **31.2 Un punto di contatto fra le diverse concezioni: accrescere la conoscenza**

Nel corso degli anni di studio sulla filosofia ambientale ho avuto occasione di confrontarmi con colleghi e amici sulle diverse posizioni filosofiche ambientali. Dalle lunghe discussioni ne è nata l'idea di essere costruttivi e di lavorare assieme per giungere alla stesura di documento di sintesi che potesse rendere tutti subito operativi (ciascuno nel proprio campo). Preso atto che ciascuno di noi ha, giustamente, proprie idee riguardo religione, politica, filosofia, scienza ecc. (il mondo in generale), era necessario innanzitutto porre le basi del ragionamento per non disperdere le forze in inutili giri di parole. Si è quindi convenuto che l'unica base di partenza rispondente a questa necessità era l'abbandono di qualsiasi posizione dogmatica. Siccome non potevano essere elusi i campi in cui la razionalità (obiettivamente) ha grossi limiti (ad esempio sull'esistenza o meno di un Dio personale) l'accordo era che tale discussione fosse lecita solo se elaborata nella consapevolezza di calpestare il campo della soggettività col rischio di impantanarsi in discussioni sterili e di questionare su credi personali che avrebbero allontanato l'obiettivo finale.

---

<sup>881</sup> A. Naess, *Ecosofia*, Red Edizioni, 1994.

<sup>882</sup> B. Devall, G. Sessions, *Ecologia Profonda*, Edizioni Gruppo Abele, 1989

<sup>883</sup> Cfr. AA.VV., *Verso casa, una prospettiva bioregionalista*, Arianna Editrice, 1998

<sup>884</sup> B. Devall, G. Sessions, 1989, *op. cit.*, p.76

Alcuni risultati, pubblicati sul libro *Una nuova etica per l'ambiente*,<sup>885</sup> possono essere sintetizzati come segue:

Se l'uomo è l'unico ad essere dotato di grande potenza (la sua enorme capacità nel modificare l'ambiente) e coscienza (la capacità di rendersi conto delle conseguenze del suo operato), allora è anche l'unico ad avere delle responsabilità nei confronti dell'ambiente. Il suo *status* gli conferisce responsabilità. Perché la responsabilità aumenta all'aumentare della consapevolezza. Un neonato, ad esempio, ha meno responsabilità di un adulto proprio perché la sua consapevolezza è immatura. Ma la consapevolezza aumenta anche all'aumentare della conoscenza. Una persona ignorante che uccidendo un animale a rischio di estinzione compie un delitto tremendo, è sicuramente meno responsabile di un uomo che è ben consapevole di ciò che sta facendo.<sup>886</sup>

Comunque la si pensi, dunque, vale la regola per la quale: più si è coscienti del proprio agire e più aumenta la responsabilità, ma il percorso verso una maggiore consapevolezza non può che passare attraverso una maggiore conoscenza. Accrescere la conoscenza è il concetto chiave del processo, perché conoscenza-consapevolezza-responsabilità sono parte di un circolo virtuoso che eleva l'essere umano verso le più alte sfere.

Non si tratta di essere credenti o meno. Si tratta di sentire dentro di sé uno slancio verso il bene, quello slancio etico che Kant pone come qualcosa di infondato, che il teologo Vito Mancuso ritiene sia «il sentimento dell'ordine del mondo che si manifesta in noi» e che io, come biologo laico, ritrovo nella logica evolutiva, come una insita propensione naturale verso la complessità e la relazione.<sup>887</sup>

### **31.3 Come arriviamo alla conoscenza?**

Abbiamo visto che il processo per giungere ad azioni condivise sul nostro comportamento nei riguardi della Natura è quello di agire sulla conoscenza, al fine di innescare il circolo virtuoso conoscenza-consapevolezza-responsabilità, così come mostrato nella figura 1 riportata nella prossima pagina.

Se il passo fondamentale per innescare il circolo virtuoso è l'*ampliamento della conoscenza*, vale l'opportunità di chiedersi: come arriviamo alla conoscenza? Nell'ambito della filosofia ambientale possiamo trarla da numerose fonti, come nello schema riportato nella prossima pagina.

La filosofia ambientale è un processo che attinge conoscenza da ogni attività umana (scienze, letteratura, arte, miti ecc.), la elabora in un processo di integrazione multidisciplinare per enunciare principi utili alla politica, alla giurisprudenza e alla economia ambientale; principi utili ai legislatori nel perseguire la sostenibilità, l'equilibrio e l'armonia con la Natura. E' importante comprendere l'importanza del contributo multidisciplinare di tutte le attività umane, da quelle più rigorose e obiettive a quelle creative e soggettive. E questo perché l'umanità deve essere colta in tutta la sua interezza.

---

<sup>885</sup> P. Pagano, M. Di Natale, *Antropocentrismo e biocentrismo. Ricerca di una integrazione dialettica*, in *Una nuova etica per l'ambiente*, C. Quarta (a cura di), edizioni Dedalo, 2006, pp. 117-131

<sup>886</sup> P. Pagano, M. Di Natale, 2006, *op. cit.*, pp. 129

<sup>887</sup> P. Pagano, *Sviluppo sostenibile, scienza e «ambientalismo propositivo»*, in: F. Fineschi (a cura di), *Sviluppo sostenibile; Discipline a confronto in cammino verso il futuro*, ETS, 2011

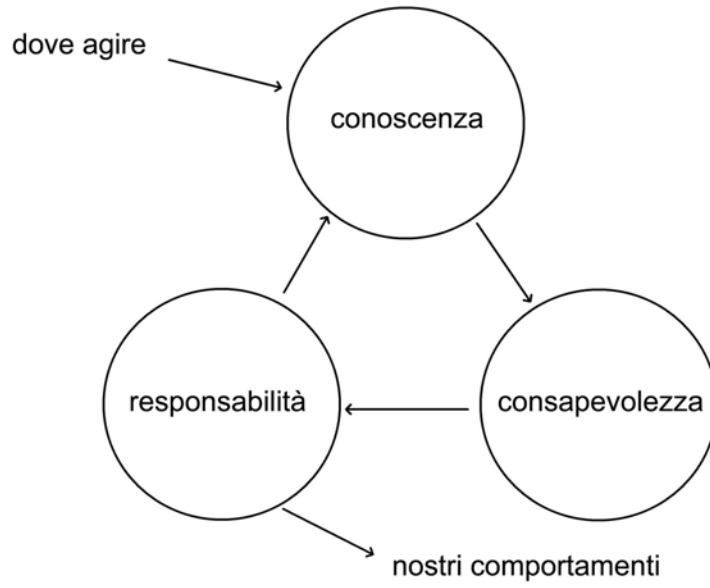
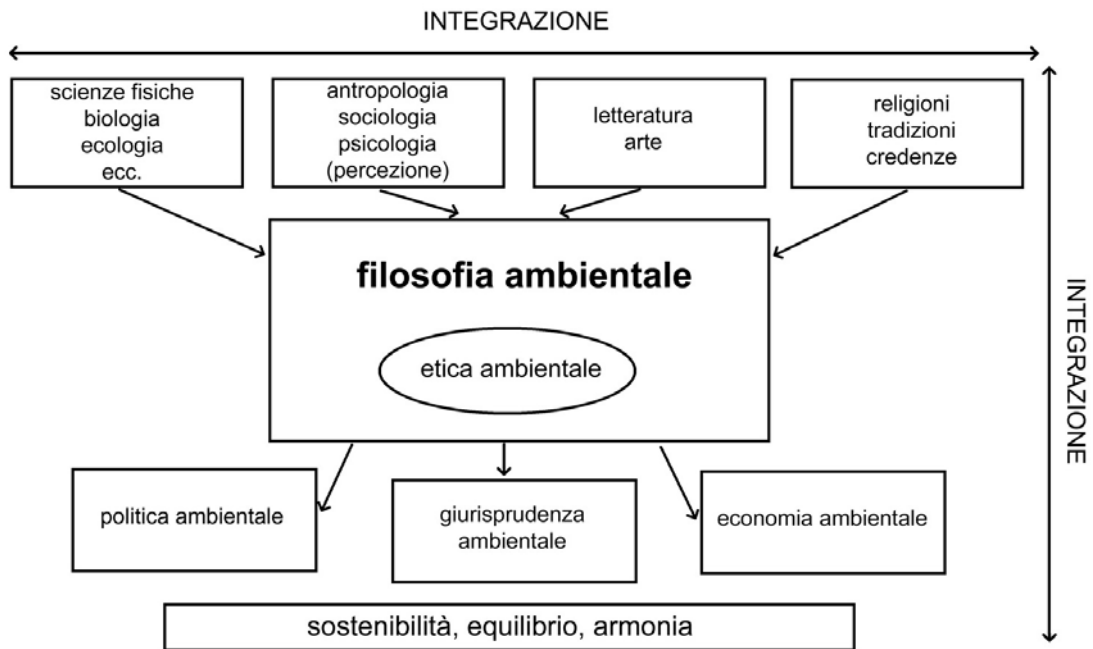


Figura 1

### filosofia ambientale: processo



### **31.4 Il contributo della scienza, della biologia, del pensiero evoluzionistico**

Nel volume “La Politica Propositiva”,<sup>888</sup> in quello che chiamo *ambientalismo propositivo* e che ho anticipato in alcune conferenze e articoli, ho cercato di giungere ad una filosofia ambientale che tenga conto della complessità tra la realizzazione umana e la realizzazione di tutti gli esseri viventi. In questo particolare contesto cercherò di riassumere brevemente il contributo che la storia del pensiero biologico evolutivo può fornire al dibattito. Si tratta, ovviamente, di un contributo parziale che comprende riflessioni particolari su alcune tematiche, ma che si allarga a ricavarne insegnamenti più generali. Alcune riflessioni proprie della scienza e della biologia, infatti, permettono di collocare l’uomo nella Natura, aiutando a comprenderne il suo ruolo nel futuro del Pianeta, mentre la trattazione storica, oltre a essere di insegnamento per i biologi stessi, offre importanti argomenti di riflessioni all’epistemologia, ovvero si propone come esempio per giungere alla conoscenza.

#### **31.4.1 Il contributo della storia del pensiero evolutivo alla epistemologia**

Ciascuno di noi è libero di dare sfogo alla propria fantasia facendosi convinzioni proprie o credere a ciò che le diverse religioni tramandano, che i santoni dicono, che i miti vorrebbero insegnarci ... ci mancherebbe altro! Tuttavia la storia della scienza ci insegna che la percezione, secondo la quale molti vorrebbero farci credere si pervenga alla verità, è spesso (se non sempre) fallace. La Terra sembra piatta, ma piatta evidentemente non è. I nostri cani sembrano capire ciò che diciamo loro quando invece ragionano (come mammiferi molto intelligenti) in modo diverso da noi. Se da un lato nessuno può (e deve) toglierci le nostre personali convinzioni e i nostri personali sentimenti, dall’altro dobbiamo comunque essere sempre nella consapevolezza che le nostre visioni sono soggettive e l’obiettività è un’altra cosa. In questo la storia del pensiero biologico evolutivo ha molto da insegnarci.

Scorrendo ciò che i nostri predecessori hanno via via scoperto della Natura abbiamo un mirabile esempio di come si perviene alla conoscenza: ovvero attraverso un lungo lavoro di osservazione, ragionamento, sperimentazione, messa a confronto delle diverse ipotesi e revisione (o sostituzione) delle ipotesi che non reggono il confronto coi fatti reali. Il tutto in un circolo virtuoso di confronto continuo e verifica, che rassomiglia al circolo virtuoso della conoscenza-consapevolezza-responsabilità che abbiamo visto prima e che riporto nella figura 2.

In questa rassomiglianza fra circoli virtuosi non c’è nulla di strano in quanto tutti i processi di miglioramento sono accumulati da una ricorsività comprensiva di riscontri e riaggiustamenti senza i quali non impareremmo dai nostri errori; senza i quali non ci sarebbe progresso. E questo ragionamento vale sempre: dal nostro vivere quotidiano fino alle decisioni ai più alti livelli. Secondo lo schema del miglioramento progressivo nessuno può credersi portatore di verità sentendo, invece, la necessità di mettersi sempre in discussione per crescere in qualità. Questa è la forza del circolo ricorsivo e questa è l’importanza della Storia e del suo studio.

---

<sup>888</sup> P. Pagano, *La Politica Propositiva*, Limina Mentis, 2012



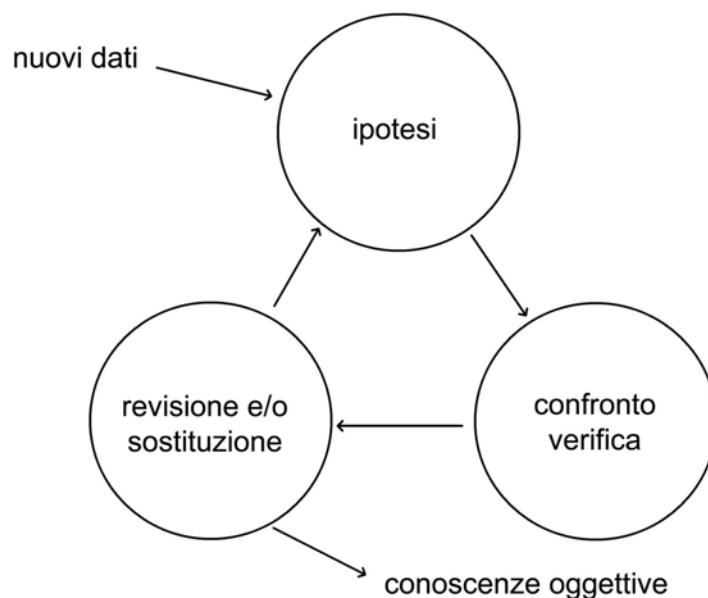


Figura 2

L'enunciazione di una ipotesi deve sempre basarsi su fatti reali, ragionamenti e conseguente confronto col pensiero altrui. Il dibattito che ne scaturisce può talvolta divenire aspro, ma deve sempre rimanere aperto alle critiche ed essere costruttivo nella consapevolezza che si è condizionati dai pregiudizi e che non è facile liberarsene. Gli studiosi che hanno fatto la storia dell'evoluzione erano uomini e come tali erano caratterizzati da un ampio ventaglio di caratteri. Alcuni erano arroganti, ambiziosi e capaci di districarsi ottimamente nei centri di potere politico come Linneo e Cuvier, altri furono più riservati e schivi come Darwin e Wallace; nondimeno tutti erano accumulati dalla passione per la ricerca e dalla determinazione. Molti eminenti personaggi hanno contribuito alla storia del pensiero biologico evolutivo, tuttavia andrebbe notato che pochi furono i veri grandi innovatori e che questi erano spinti da un interesse puramente scientifico, dal desiderio di comprendere i segreti della Natura rimanendo aperti al dialogo e alle critiche e affrontando con umiltà e costruttività le critiche. Darwin e Wallace, anche in questo, furono mirabili esempi. Non a caso nella autobiografia di Darwin si legge questo passo:

Sin dalla prima giovinezza ho sentito il forte desiderio di capire e spiegare tutto ciò che osservavo, cioè, di includere tutti i fatti entro leggi generali. Queste cause combinate mi hanno dato la pazienza di riflettere e ponderare per anni sui problemi irrisolti. Finché riesco a esprimere giudizi non riesco a seguire ciecamente la guida degli altri uomini. Ho costantemente tentato di mantenere la mia mente libera in modo da scartare qualsiasi ipotesi, per quanto amata (e non posso resistere a formarne una su ogni oggetto), appena vengono mostrati dei fatti che le si oppongono. In verità, non ho avuto altra scelta se non quella di agire così. A parte quella delle barriere coralline, non ricordo una sola ipotesi espressa inizialmente che, dopo un po', non sia stata scartata o notevolmente modificata. Ciò mi ha portato naturalmente a diffidare notevolmente del ragionamento deduttivo nelle scienze miste. Da un lato, non sono molto scettico, - una struttura mentale che credo essere nociva al progresso della scienza. Una buona dose di scetticismo in un uomo di scienza è consigliabile per evitare di perdere molto tempo, ma ho incontrato non pochi uomini, i quali, sono sicuro, sono stati spesso così contrari all'esperimento e alle osservazioni, le quali sarebbero state dimostrate essere direttamente o indirettamente utili.

Notate queste parole:

Ho costantemente tentato di mantenere la mia mente libera in modo da scartare qualsiasi ipotesi, per quanto amata [...] non ricordo una sola ipotesi espressa inizialmente che, dopo un po', non sia stata scartata o notevolmente di essere modificata.

I grandi filosofi della scienza (studiosi quali Popper, Kuhn, Feyerabend, Lakatos, solo per citare i più famosi) discutono da tempo sul cos'è la scienza e su cosa distingue le teorie scientifiche dalle altre. Del loro grande lavoro siamo ampiamente riconoscenti e tuttavia è straordinario scoprire come Darwin, un secolo e mezzo fa, aveva perfettamente colto, con grande semplicità, lo spirito che deve avere lo scienziato: un uomo razionale, umile, curioso, scettico quel tanto che basta per non dare mai nulla per scontato, critico ma costruttivo.

Ci vorrebbero pagine e pagine per approfondire la questione epistemologica dell'evoluzione e, per questo, rimando ad altri testi,<sup>889</sup> tuttavia seguendo la semplicità di Darwin possiamo notare come la storia del pensiero evolutivo racconta come deve procedere la scienza. Se abbiamo ottenuto così tanti successi nel campo della storia naturale, della biologia, della medicina, lo dobbiamo al metodo scientifico che ci ha permesso di separare l'obiettività dalle dicerie. Ciò non significa che quello che dice la scienza oggi sia la Verità (con la V maiuscola), però sappiamo che la scienza ci può dire, alla luce delle conoscenze attuali, ciò che più probabilmente è vero.

#### **31.4.2 Il contributo del pensiero biologico evolutivo alla filosofia ambientale**

Pur essendo consapevoli che le norme morali non possano derivare dalle pure osservazioni scientifiche, riteniamo che la scienza abbia un ruolo fondamentale nell'ampliamento della conoscenza in quanto obiettiva<sup>890</sup> ed in grado di fornire principi universali condivisi. E' evidente, come esempio limite, che non si possono avere opinioni diverse riguardo la forza di gravità;<sup>891</sup> essa è un dato oggettivo e misurabile con cui ciascuno di noi deve fare i conti. E' altrettanto evidente che se l'ecologia ci suggerisce di considerare l'ambiente come un "sistema adattativo complesso, dotato di autoregolazione e di proprietà emergenti, dalle quali affiora un valore aggiunto in grado di erogare servizi"<sup>892</sup> dobbiamo assolutamente tenerne conto nel nostro rapportarci alla Natura.

La biologia ci insegna che tutti noi, organismi viventi sulla Terra, proveniamo da un antenato comune sorto circa 3 miliardi e mezzo di anni fa dal quale si sono evolute forme molteplici sempre più specializzate. Non a caso condividiamo lo stesso codice genetico e una biochimica assai simile. Quando, poi, da un ramo recente dell'albero evolutivo un antenato scimmiesco di appena 5-7 milioni di anni fa si mise a camminare su due zampe iniziò la straordinaria evoluzione umana. Trovandosi a disporre di mani libere alcuni ominidi iniziarono a costruire arnesi affinando, nel contempo, la capacità di esprimersi vocalmente. Da allora si

---

<sup>889</sup> Molti libri argomentano il dibattito sull'evoluzione come teoria scientifica. Tra i tanti quello di T. Pievani, 2006, *op. cit.*, ne traccia una buona articolazione.

<sup>890</sup> Non tutte le scienze, data la loro complessità, possono essere totalmente obiettive, tuttavia esse tendono alla totale obiettività attraverso l'utilizzo del "metodo scientifico" e si aprono alle critiche e/o ai perfezionamenti in quanto "falsificabili."

<sup>891</sup> E' evidente che qui ci riferiamo ai concetti della fisica classica che interessano i fenomeni del quotidiano.

<sup>892</sup> P. Pagano, in stampa, *op.cit.*.

innesco un circolo virtuoso che vide aumentare il volume cerebrale come conseguenza del bisogno di una manualità sempre più marcata abbinata all'uso di un linguaggio sempre più articolato; a sua volta il bisogno di una manualità più spinta e la necessità di un linguaggio più perfezionato portò alla selezione di quegli individui dotati di un cervello più potente di cui la mente non sarebbe altro che una proprietà emergente. Se infatti si considerano *emergenti* quei fenomeni nuovi e imprevedibili che si manifestano in un sistema complesso e che non possono essere dedotti dai principi e dalle leggi che regolano i singoli componenti il sistema, allora è assai probabile che la coscienza non sia altro che una *emergenza* sorta dalla complessità strutturale del cervello (ovvero cento miliardi di neuroni collegati fra loro da un numero pressoché incalcolabile –un milione di miliardi?- di connessioni).

Forse attraverso quei *memi* che Richard Dawkins teorizzò e paragonò ai geni,<sup>893</sup> si innesco l'evoluzione culturale dell'uomo, sfociata, in tempi ancora più recenti (10000 anni fa) nella civiltà. L'avvento dell'agricoltura e dell'allevamento consentì l'accumulo di un *surplus* di beni materiali con un conseguente aumento del tempo libero da dedicare alle attività intellettuali e spirituali. L'avvento della scrittura determinò un balzo in avanti della civiltà, permettendo una comunicazione a distanza nello spazio e nel tempo. Dalla rivoluzione industriale in avanti, la tecnologia progredì esponenzialmente grazie all'obiettività della scienza, ovvero all'idea che la ragione era in grado di sottoporre ad una continua critica le credenze per cercare, nella Natura, quei riscontri oggettivi che era in grado di dare.

Arrivati ad oggi possiamo semplicemente constatare come l'evoluzione biologica e culturale abbia consentito all'uomo di raggiungere un potere eccezionale, sia positivo che negativo. Soprattutto l'evoluzione culturale gli ha permesso di essere straordinariamente adattabile nonostante la sua variabilità genetica assai limitata. L'uomo può volare, può immergersi nelle profondità marine, può abitare luoghi inospitali, può perfino andare a esplorare e, in un futuro, colonizzare mondi lontani, può estinguere deliberatamente una specie, può distruggere se stesso e l'intero Pianeta.

Purtroppo quella stessa Natura che ha fatto compiere all'uomo i grandi passi verso la modernità gli sta facendo credere di essere onnipotente e di poter piegare la sua stessa madre (la Natura) al proprio desiderio. I continui successi della scienza riduzionistica e della tecnologia lo stanno facendo illudere di essere in grado di risolvere, quasi gratuitamente, i suoi problemi (dalla povertà alle malattie, dalla mancanza di risorse all'inquinamento) e lo hanno reso imperdonabilmente egoista nei confronti degli altri abitanti della Terra.

Come comportarci, sin da oggi, per il futuro? Queste domande etiche non cercano risposte nella scienza che non può darle perché sono di pura pertinenza filosofica. Tuttavia senza basi empiriche, obiettive, anche la filosofia più elaborata rischia di allontanarsi troppo dalla realtà. Ecco perché è importante che le scelte morali siano indipendenti dalle scoperte scientifiche, ma si debbano basare sulle scoperte scientifiche. Le scelte morali sul futuro debbono quindi avere un orecchio privilegiato per la scienza e la filosofia ambientale non può che ascoltare ciò che la scienza dice. Questa è la ragione per la quale il percorso conoscitivo della evoluzione biologica può fornire indicazioni preziose alla filosofia ambientale.

---

<sup>893</sup> R. Dawkins, 1976, *op. cit.*

In definitiva la filosofia ambientale impara, dalla biologia e dall'evoluzione, che l'uomo è figlio della Natura e la Natura stessa gli ha dato quelle straordinarie capacità (mentali e culturali) e quella straordinaria potenza (costruttiva/distruittiva) che gli conferisce il ruolo di specie guida per il futuro della Terra; gli ha dato un potere enorme, ma anche una intelligenza che gli permette di riflettere sul suo operato e aspira a qualche cosa di più elevato che non la semplice sopravvivenza materiale. L'uomo non può essere misantropo come tendono a essere alcune visioni ambientaliste, d'altra parte non deve essere il despota della Natura come vorrebbero altre tendenze. E questo è quanto. Ovvero quanto può dire la biologia sull'uomo e sul suo ambiente, sulla Natura. Ora la riflessione passa la mano alla filosofia ambientale la quale ha i giusti titoli per elaborare una base coerente dove poggiare le proprie norme di comportamento.

### **31.4.3 La “politica propositiva”: la mia filosofia ambientale**

Se l'evoluzione ha portato alla complessità e alla nascita di nuove proprietà emergenti quali la coscienza, la conoscenza consapevole e, quindi, alla cultura nel senso generale del termine è possibile guardare al futuro con ottimismo ed elaborare una nuova filosofia ambientale. Una filosofia ambientale non antropocentrica né biocentrica in quanto consapevole del ruolo di tutti gli esseri viventi e neppure statica come l'ecocentrismo vorrebbe. Una filosofia ambientale dinamica che ho voluto definire ecoevolutivecentrica.<sup>894</sup>

In quelli che chiamo *ambientalismo e politica propositiva*<sup>895</sup> l'uomo deve affrancarsi dalla paura di “toccare il mondo” per rovinarlo, così come dicono molti ambientalisti. Questi ambientalisti sono conservatori di uno *status* che non è realtà. La paura, di solito, nasce per mancanza di fiducia nel prossimo. Paura che qualcuno speculi. Ma questo non è materia ambientale, è materia politica di trasparenza; è materia di una politica che auspichiamo diventi trasparente, disinteressata: in poche parole “propositiva”. E' lecito costruire reti ferroviarie veloci, grattacieli alti centinaia di metri, ponti straordinari per lunghezza e bellezza. Tuttavia, essendo ogni intervento un caso a sé, bisogna analizzarlo avendo cura di tenere separati i problemi ambientali da quelli sociali, da quelli politici, dagli interessi di parte. Solo dopo una analisi delle singole problematiche è possibile tracciare una sintesi serena e compiere scelte sagge.

Per quanto riguarda le reti ferroviarie veloci si dice, ad esempio, che deturpano il paesaggio e che vengono fatte a scapito di altre opere di necessità immediata. Riguardo al primo punto ci sarebbe molto da dire visto che in Europa il paesaggio ha poco di naturale (si pensi alle piste da sci che solcano l'arco alpino e che penso varrebbe la pena limitare). Riguardo il secondo punto è chiaro che una cosa non esclude l'altra. Costruire reti ferroviarie veloci non impedisce di creare una rete efficiente per il trasporto locale. Ripeto: il problema ambientale è prima di tutto politico. Una politica corrotta porta a disastri ambientali; una politica corretta li previene. Una politica senza scrupoli permette la costruzione là dove il territorio è fragile. Una politica corretta è meno permissiva ma più saggia: nega privilegi al singolo salvaguardando il bene comune. Quando andiamo a votare ricordiamolo: chi promette la Luna ci illude dandoci (forse) qualche cosa di immediato, ma nel tempo la società ci perde, e con essa tutti noi.

---

<sup>894</sup> P. Pagano, *Evoluzionismo, filosofie ambientali e politica propositiva*, In: A. Poli *Il soggetto ecologico nelle filosofie ambientali*, Liminamentis editore, 2012

<sup>895</sup> P. Pagano, *Dalla biologia alla Politica Propositiva*, «Inchiesta», Edizioni Dedalo, 2010

Molte ragioni dell'ambientalismo classico sono fondate e vanno rispettate. Ma se si vuole ritrovare un mondo in armonia con la Natura non si devono negare a priori tutte le opere umane. I grandi monumenti hanno funzioni diverse e non solo estetiche. I popoli antichi si riconoscevano nei loro totem attorno ai quali creavano il proprio gruppo, la propria tradizione. Si pensi al Colosseo, alla statua della Libertà o all'Arc de la Defense di Parigi, un cubo di oltre 100 m per lato rivestito di marmo di Carrara, granito grigio e vetri a specchio. Opere storiche o rappresentative di spirito innovatore, di orgoglio. Le grandi opere sono coesione, indotto, molto spesso economico. Creano lavoro e benessere. Il loro presunto "impatto ambientale" può essere il "cavallo di Troia" di chi non le vuole. Se da un lato vi sono pressioni politiche ed interessi per farle, altrettanto si può dire per chi le osteggia. Non voglio essere di parte, non lo sono. Voglio solo ragionare senza preconcetti.

Spesso i media ci raccontano di fatti negativi: stupri, omicidi, corruzioni, truffe. E' un quadro drammatico: tutto sembra in degrado. Ma, si sa, una notizia negativa fa più ascolti di mille positive, e poi, se anche fossimo in declino, la realtà dice che gli onesti, i leali, i lavoratori si contano ancora a decine di milioni. Guardiamoci attorno e cerchiamo la verità. Quante persone si alzano presto al mattino per andare a lavorare, quanti volontari offrono gratuitamente le loro opere, quanti, in estrema sintesi, sono brave persone? Ebbene la "politica propositiva" fa leva sulle doti umane più nobili e combatte con vigore gli aspetti negativi del potere per il solo potere, del denaro come fine a se stesso. La "politica propositiva" valorizza le brave persone e le loro iniziative.

Sembra, questo, un discorso fantasioso, utopico, tuttavia non è poi così difficile innescare il circolo della virtù. Per raggiungere l'equità sociale quantitativa e una migliore qualità di vita la "politica propositiva" diffonde la cultura della fiducia puntando all'abbandono della diffidenza verso gli altri, una caratteristica, quest'ultima, che raffredda i rapporti, toglie vigore e dinamicità. In fin dei conti nessuno è colpevole finché un tribunale non l'ha giudicato. Per non alimentare la cultura del sospetto la "politica propositiva" garantisce la trasparenza individuando, a monte, le responsabilità di ciascuno ed è rigida per chi sbaglia. La politica attirerà le persone buone e giuste solo con la certezza della pena.

L'Italia è ferma da decenni. Non solo rispetto ai Paesi dell'estremo oriente, ma anche agli altri più simili al nostro. Non voglio sposare per intero tutto ciò che viene fatto di innovativo e tecnologico. Tutt'altro. Sono per la tradizione e sono per non rinnegare il passato, specie il nostro così pieno di cultura. Sono anche per individuare una via coerente con lo sviluppo che non sia crescita a tutti i costi. Una via italiana ed europea che dia l'esempio al resto del mondo, che stabilisca il punto di equilibrio tra stasi e crescita sfrenata su modelli occidentali francamente discutibili. Sono per un ambientalismo ed una politica propositivi, appunto, che tengano conto delle difficoltà ma che ci traghettino verso il futuro. Considerando che il mondo è in divenire, dobbiamo agire con lo sguardo proiettato al futuro. Non dobbiamo essere miopi, dobbiamo pensare ai prossimi decenni. E' in questa ottica che vedo con favore, ad esempio, il nucleare come fonte di energia. Il discorso è complesso ma premerei ricordare che dal disastro di Chernobyl e i successivi referendum la nostra ricerca nel campo si è fermata. Potevamo fermare solo il nucleare di potenza e non la ricerca; non l'abbiamo fatto e questo ci ha penalizzato. Inoltre il *Life Cycle Assessment* ci dice che le cose non sono eterne. Una centrale nasce per durare qualche decennio. Poi sarà sostituita da altro o il terreno dove sorge sarà rilasciato alla Natura. I prodotti umani non sono eterni, è nella logica delle cose.

Se vogliamo pace ed equilibrio, se vogliamo entrare nella competizione del mondo con le carte in regola, allora la parola d'ordine è "diversificazione". Credo che, come Italia, Europa, come mondo occidentale che si sta dirigendo oltre la modernità, abbiamo il dovere di ricercare modelli innovativi di sviluppo, modelli che tengano conto della tradizione ma si lancino verso un futuro di modernità. Dobbiamo caratterizzarci per il desiderio di costruire un futuro di equilibrio e moderazione.

Dobbiamo essere un modello per i Paesi in via di sviluppo che cercano di copiarci, purtroppo anche nei lati negativi. Se la nostra economia si basa ancora sul vecchio concetto di PIL dove anche la crescita nel consumo di antidepressivi ci fa ritenere più ricchi, c'è qualcosa di sbagliato nel modo in cui consideriamo la crescita. Non abbiamo bisogno di crescita, ma di sviluppo. Sviluppo di tutti i nostri lati creativi. E anche nei nostri rapporti con la Natura dobbiamo agire con equilibrio, considerando che abbiamo un tesoro da gestire. Il tesoro naturale creatosi nel corso dei milioni di anni come la biodiversità. C'è un valore utilitaristico per l'uomo negli oggetti naturali ma ci sono anche valori più spirituali come il valore che ci regala una passeggiata in montagna. Non abbiamo il diritto di fare ciò che vogliamo della Natura, ma neppure dobbiamo fermarci per la sola paura di agire male. Dobbiamo ponderare e agire. Agire bene. Abbiamo il diritto, e soprattutto il dovere, di fare procedere l'evoluzione. E ora l'evoluzione umana si dirige senza dubbio verso l'evoluzione della cultura.

Edito dall'ENEA  
Servizio Comunicazione  
Lungotevere Thaon di Revel, 76 - 00196 ROMA  
[www.enea.it](http://www.enea.it)

Copertina: Cristina Lanari  
Stampa: Laboratorio Tecnografico - Centro Ricerche ENEA Frascati  
Finito di stampare nel mese di aprile 2013