

Systema Naturae, 2004, Vol. 6, pp. 31-89

L'EVOLUZIONISMO COME BIOLOGIA SINTETICA A PRIORI NON PURA.

Il contributo della teoria semantica al darwinismo ortodosso.

Fabio Zampieri

Institut d'Histoire de la Médecine et de la Santé

Université de Genève

Ch. Thry n. 8, 1206 Genève

fabiozampieri@libero.it

1 LA CONOSCENZA SINTETICA A PRIORI NON PURA

“Con la teoria evolucionistica – dice Futuyma nel 1979 – dunque noi non esprimiamo la semplice ipotesi che la vita si è evoluta o che la selezione naturale è un meccanismo importante, ma definiamo il corpus di osservazioni coordinate (spesso espresse in forma matematica) che descrivono i processi generali in virtù dei quali le variazioni insorgono e vengono modificate nella loro frequenza, fino a determinare cambiamenti come quelli documentati dalla paleontologia e dalla sistematica” (Futuyma, 1979; trad. it., 1985, p. 7).

A partire dalla sintesi neodarwiniana il cuore della biologia evolucionistica si può esprimere come l'analisi dei processi di cambiamento della frequenza delle variazioni. Dai paleontologi ai genetisti ogni biologo evolucionista si sforza in ultima analisi di far rientrare le proprie osservazioni in una preesistente teoria matematica della variazione. Paleontologia e sistematica non sono tanto il punto di partenza di un'inferenza, quanto il punto di arrivo. In questo senso poco spazio rimane alla classica induzione empirica. La partita sembra giocarsi a partire dal concetto di evoluzione e dal suo sviluppo a priori come variazione di frequenza.

Secondo Kant, che ancor oggi può sotto alcuni aspetti considerarsi un maestro dell'epistemologia scientifica, la vera scienza, in quanto sapere universale e necessario, si esprime sotto forma di giudizi sintetici a priori.

Se è vero che ogni conoscenza procede dall'esperienza, è altrettanto vero che l'esperienza, in quanto legata essenzialmente al passato, non possiede il carattere di necessarietà e universalità. D'altronde la *forma* dell'esperienza, in quanto precedente ad ogni esperienza concreta, ha in se stessa il carattere dell'assolutezza. Così, secondo Kant, ogni esperienza non può che darsi all'interno delle forme dello spazio e del tempo, nonché ogni successiva elaborazione razionale non può che darsi all'interno delle categorie dell'intelletto. Forme dello spazio tempo e categorie dell'intelletto sono elementi della conoscenza assoluti e necessari, in quanto condizioni di esistenza della conoscenza stessa.

La vera scienza per Kant è quella che costruisce “*a priori* l'elemento razionale del nostro sapere razionalmente imperfetto [...] [e svolge] sistematicamente *a priori* quel complesso di principi formali per mezzo dei quali lo spirito razionalizza il dato e ne costituisce l'esperienza” (Martinetti, 1995, p. 307, in Kant, 1783, trad. it., 1995).

A partire da questi presupposti secondo Kant le due scienze per eccellenza sono la matematica, in quanto sviluppa sinteticamente le forme a priori della sensibilità, e la metafisica, in quanto sviluppa sinteticamente le forme a priori della ragione. Questa è conoscenza sintetica a priori pura. A priori, perché si riferisce agli elementi formali che precedono esperienza e conoscenza. Sintetica, perché si tratta di un processo di aumento della conoscenza. Attraverso essa infatti i principi a priori vengono svolti in tutta la loro estensione. Pura, perché tratta di concetti che non hanno alcuna commistione nemmeno parziale con quelli dell'esperienza.

Ora, sembrerebbe che in questo modo vengano tagliate fuori dalla possibilità dell'aspirazione ad una reale scientificità tutte le scienze moderne gran parte delle quali, già all'epoca di Kant, vantavano un'assoluta rispettabilità. Fatto ancora più strano considerando la grande ammirazione che Kant provava per Newton, che di certo non era né un metafisico né un matematico, nonché la passione che il filosofo nutriva per la meccanica celeste.

“Noi dunque – dice Kant nella prima *Critica* – intenderemo in seguito per conoscenze a priori non conoscenze siffatte che abbian luogo indipendentemente da questa o da quell'esperienza, ma che non dipendono assolutamente da nessuna esperienza. Ad esse sono contrapposte le conoscenze empiriche, o tali che sono possibili solo a posteriori, cioè per esperienza. Delle conoscenze a priori, poi, si chiamano pure quelle, cui non è commisto punto nulla di empirico. Ad esempio, la proposizione: “ogni

cangiamento ha una causa” è sì una proposizione a priori, ma non pura, perché cangiamento è concetto che può ricavarsi solo dall’esperienza” (Kant, 1781, trad. it, 1996, p. 34). In effetti Kant ammette che è possibile dare al sapere sintetico a priori un oggetto empirico “[...] in modo tuttavia che all’infuori di ciò che è contenuto nel concetto di questo, non venga applicato alcun altro principio empirico” (Martinetti, 1995, in Kant, 1786, trad. it., 1995, p. 309). In questo modo avremo una conoscenza sintetica a priori non pura.

La conoscenza empirica che secondo Kant era tipica delle scienze sperimentali è una conoscenza sintetica, in quanto grazie all’esperienza è in grado di aggiungere ad un concetto, come quello di corpo, un predicato non deducibile da esso, come quello di gravità (Kant, 1781, trad. it., 1996, pp. 39-40). Ma tali conoscenze sono a posteriori, in quanto appunto bisognose dell’esperienza non tanto per verificare le proprie idee, quanto per costruirle, e sono quindi fluttuanti, non universali né necessarie come l’esperienza stessa.

La conoscenza sintetica a priori non pura invece riguarda lo sviluppo a priori di un concetto ricavato dall’esperienza. Nel caso della meccanica, per esempio, vi è la ricostruzione dei principi a priori del concetto empirico di movimento. In teoria ciò significa sviluppare il concetto di movimento in modo da svolgere tutti gli elementi formali che la nostra sensibilità e il nostro intelletto aggiungono nella costruzione del concetto e senza i quali tale concetto non sarebbe pensabile, né il movimento concreto percepibile. In pratica significa costruire una rappresentazione matematica del movimento e svilupparne la logica indipendentemente dall’esperienza, cosa che appunto accade nella meccanica classica. In questo senso, appare chiaro che il cuore della scienza ‘pura e dura’ consiste proprio nello sviluppo logico matematico dei concetti empirici. Effettivamente è proprio ciò che accade e in quest’ottica la sperimentazione successiva all’elaborazione matematica ha il ruolo di conferma del corretto sviluppo a priori dei concetti.

Dal punto di vista della scienza per quella che vediamo svilupparsi, il discorso naturalmente non è così ‘semplice’ e non si tratta dello sviluppo matematico di volta in volta di un solo concetto empirico. D’altronde Kant ammette che una conoscenza sintetica a priori non pura è possibile se non si inserisce nella trattazione alcun altro *principio* empirico, ma non si sofferma sulla possibilità dello sviluppo a priori congiunto di diversi *concetti* empirici. Ora, la meccanica è lo sviluppo sintetico a priori del concetto

empirico di movimento, ma, oltre alla meccanica pura, ci sono la meccanica terrestre e celeste e, recentemente, la meccanica quantistica. Meccanica terrestre, celeste e quantistica non possono essere considerati casi speciali della meccanica pura, ma conoscenze a priori non pure allargate, in cui vi è la deduzione a priori, o la determinazione delle condizioni di possibilità, di due concetti empirici legati fra loro. Nel caso della meccanica terrestre e celeste, troviamo il concetto di movimento legato a quello di materia. I concetti puri di spazio e tempo dedotti dal concetto empirico di movimento acquistano un significato ulteriore in relazione al concetto di materia. Non è un caso infatti che la meccanica classica moderna nascesse con la dinamica dei corpi di Galileo e che appunto ricevesse nuovo impulso dal principio d'inerzia cartesiano e newtoniano, per cui i corpi sono privi di attività propria (Vattimo et al., 1981, pp. 578-9). Nel caso della meccanica quantistica, invece, abbiamo il movimento legato al concetto di quanto.

Così, se è possibile costruire una conoscenza sintetica a priori non pura riguardo al concetto empirico di cambiamento, come sembra suggerire Kant, sarà possibile altresì costruire una conoscenza a priori non pura dei concetti di cambiamento e organismo, ciò che costituisce appunto l'evoluzionismo biologico.

Concretamente dunque ciò che caratterizza la scienza non è tanto lo sviluppo a priori di un concetto empirico, quanto la creazione di modelli. In genere al termine modello si attribuiscono due significati fondamentali, uno appartenente alla logica e alla matematica, l'altro appartenente alle scienze naturali: "Nelle scienze naturali e sociali si parla [...] solitamente di "modello di un fenomeno o di un insieme di fenomeni" [...] per intendere una costruzione più o meno astratta che condivide alcune caratteristiche strutturali del dominio modellato. [...] si può ritenere che esso debba essere soltanto la rappresentazione astratta delle strutture formali esibite dal dominio modellato" (Vattimo et al., 1981, p. 609). Come si vede, la definizione corrisponde abbastanza strettamente a quella di conoscenza a priori non pura di concetti empirici, in quanto appunto si parla di "strutture formali" e di "insieme di fenomeni", dove già il fenomeno singolo è di per se stesso riconducibile ad una somma di concetti empirici. I modelli esprimono le condizioni di possibilità di diversi concetti empirici legati fra loro e dunque corrispondono all'idea di conoscenza sintetica a priori non pura in senso allargato.

Kant forse non avrebbe mai pensato che questo sarebbe stato il caso anche della biologia, che ai suoi tempi era ancora in gran parte impegnata

nella sperimentazione ingenua e tutta pervasa di vitalismo e teologia. La biologia stessa come termine indicante un dominio di ricerca non esisteva ancora. Non esisteva ancora Darwin che aveva ricondotto tutta la biologia allo sviluppo del concetto di evoluzione (Darwin, C., 1859). Non esisteva ancora l'epistemologia di Claude Bernard, secondo la quale sperimentare in biologia significava applicare le idee preconcepite del ricercatore alla natura, costringere la natura a rispondere ad una domanda che ne veicola già la risposta (Bernard, 1865). Non esisteva ancora, infine, lo sviluppo matematico a priori di Fisher del concetto di selezione naturale, atto di nascita secondo noi della vera e propria biologia evoluzionistica come scienza (Fisher, 1930).

La biologia evolutiva tratta del cambiamento degli organismi viventi che ha avuto luogo in milioni di anni e del quale noi possiamo studiare accuratamente solo il risultato, cioè gli organismi che attualmente vivono nel nostro pianeta, nonché qualche scarsa traccia passata sotto forma di fossile. Lo studio dell'evoluzione attuale degli organismi viventi è altrettanto incerto. Basti pensare che per poter osservare un carattere dominante – quindi già di per se stesso facilmente osservabile rispetto ad un recessivo – che incrementi la fitness dello 0,1 %, passare da una frequenza dello 0,001 % al 99 %, sarebbe necessario seguire una popolazione che si incrocia casualmente per 23.400 generazioni (Haldane, 1937, p. 337). Basti pensare che ciò che dovrebbe essere il punto di partenza empirico dello studio dell'evoluzione, cioè la sistematica, l'osservazione e la catalogazione empirica degli esseri viventi attualmente sulla terra, è una scienza ancora profondamente sottosviluppata, non tanto dal punto di vista formale, quanto empirico. Soprattutto nel campo dell'entomologia, per esempio, la descrizione delle specie si ferma ad una percentuale bassissima rispetto a quelle esistenti sulla terra, ciò nonostante le tecnologie moderne che forse permetterebbero un'analisi esaustiva. Se si parla con i naturalisti, la maggior parte di loro attribuirà la causa di queste lacune e la mancanza di fondi, di personale e di interesse, al dominio del paradigma molecolare e alla concentrazione massiccia dei fondi di ricerca in questo campo. In realtà, nemmeno la genetica molecolare ha dato alla conoscenza dell'evoluzione realmente avvenuta nel pianeta una slancio decisivo, se si pensa che le grandi sintesi filogenetiche sono rimaste ancora ad una scoraggiante generalità nella determinazione delle discendenze comuni.

Lo studio a priori dell'evoluzione fu una direzione obbligatoria, oltre che fruttuosa. Quando il concetto empirico di evoluzione fu svolto secondo i

termini di variazione statistica lo svolgimento matematico poté svilupparsi indipendentemente dall'esperienza. A partire dalle variazioni statistiche degli elementi della memoria organica, i geni, la genetica di popolazione poté non tanto analizzare l'evoluzione per quello che è stata nel corso dei secoli, quanto le condizioni di possibilità dell'evoluzione stessa.

In questo saggio cercheremo brevemente di ricostruire i fondamenti della teoria ortodossa dell'evoluzione per selezione naturale, incentrata nei principi di atomismo e panselezionismo, presentandola come la conquista di una scienza a priori. Successivamente, cercheremo di ricostruire l'elemento a priori della teoria semantica recentemente proposta da Marcello Barbieri e analizzeremo la possibilità che tale teoria possa rappresentare la soluzione di alcune questioni cruciali dell'evoluzionismo ortodosso. Tale operazione vuole essere in parte provocatoria, in quanto Barbieri stesso presenta la teoria semantica come alternativa, non tanto sviluppo, della teoria ortodossa.

2 L'EVOLUZIONISMO ORTODOSSO: ATOMISMO E PANSELEZIONISMO.

2.1 Darwin

Ernst Mayr ricostruisce la teoria della selezione naturale di Darwin come imperniata su tre inferenze basate su cinque fatti:

Fatto 1. Tutte le specie hanno una fertilità potenziale così elevata che le dimensioni delle loro popolazioni dovrebbero crescere esponenzialmente (Malthus diceva geometricamente) se tutti gli individui nati si riproducessero a loro volta con successo.

Fatto 2. Escluse le fluttuazioni annuali di minore entità e le fluttuazioni occasionali più rilevanti, le popolazioni mostrano normalmente stabilità.

Fatto 3. Le risorse naturali sono limitate. In un ambiente stabile esse rimangono relativamente costanti.

Inferenza 1. Poiché gli individui prodotti sono più numerosi di quanto le risorse disponibili possano sostenere, ma le dimensioni delle popolazioni rimangono stabili, se ne deduce che deve esserci una feroce lotta per l'esistenza fra gli individui di una popolazione, che ha come esito la sopravvivenza soltanto di una parte, spesso molto piccola, della progenie di ciascuna generazione. Questi fatti derivati dall'ecologia di popolazione

conducono a importanti conclusioni se coordinati con alcuni fatti genetici.

Fatto 4. Non esistono neanche due individui che siano esattamente uguali; al contrario, ogni popolazione mostra una enorme variabilità.

Fatto 5. Gran parte di questa variazione è ereditabile.

Inferenza 2. La sopravvivenza nella lotta per l'esistenza non è causale, ma dipende in parte dalla costituzione ereditaria degli individui che sopravvivono. Questa ineguale sopravvivenza costituisce il processo di selezione naturale.

Inferenza 3. Nel corso delle generazioni questo processo di selezione naturale condurrà a un continuo cambiamento graduale delle popolazioni, cioè all'evoluzione e alla produzione di nuove specie" (Mayr, 1982, trad. it., 1999, pp. 425-426).

Mayr quindi propone una versione strettamente induttiva della selezione naturale e sembra sostenere con ciò il fatto che anche Darwin ricalcò tale percorso induttivo. Il punto di partenza è la constatazione dei fatti della progressione geometrica della crescita delle popolazioni e, nonostante ciò, del comune equilibrio numerico delle popolazioni. Da qui si inferisce induttivamente il concetto di lotta per la vita. La lotta per la vita, a sua volta, si rivela come un fatto dell'ecologia di popolazione, anche se più complesso in quanto risultante da un'operazione induttiva. Esso, legato ai fatti della variazione e dell'ereditarietà della variazione, permette la seconda grande induzione, quella che porta alla teoria della selezione naturale e della formazione delle specie.

La prima volta che ci si accosta all'*Origine delle specie* di Darwin si può rimanere confusi di fronte ad una massa di osservazioni empiriche a volte apparentemente slegate. Ci si può perdere in un labirinto di micro-osservazioni che ben imprimono la sensazione al lettore dell'immensa varietà delle forme naturali. Ciò d'altronde non sorprende, visto che il punto di partenza di Darwin consiste proprio nella dimostrazione, più che nella constatazione, della variabilità naturale, non tanto, come sembra alludere Mayr, nella lotta per l'esistenza (fatto 1 e 2 e inferenza 1). Per far questo non esitò a prendere ampiamente come esempio anche la malattia ereditaria, prova dell'ereditarietà delle variazioni (Darwin, C., 1868, trad. it., 1876, pp. 375-397), che, a bene vedere, poteva rappresentare un serio pericolo per la teoria della selezione naturale (come infatti poter giustificare il mantenimento ereditario della malattia sulla base di una teoria della selezione naturale secondo la quale solo le variazioni positive sono

suscettibili di essere fissate nella specie?). Non a caso, i primi due capitoli dell'*Origine delle specie* trattano della variazione allo stato domestico e della variazione in natura (Darwin, C., 1859) e non a caso, ancora, la successiva grande monografia di Darwin ebbe come oggetto appunto la variazione (Darwin, C., 1868).

Dopo il viaggio del “Beagle”, Darwin lavorò per otto anni sui Cirripedi e nella sua autobiografia sottolinea che: “I Cirripedi formano un gruppo di specie altamente variabile e molto difficile da classificare; e il mio lavoro fu di grande utilità per me quando nell’*Origine delle specie*” discussi dei principi della classificazione naturale” (Darwin, F., 1905, vol. 1, p. 67). Successivamente Darwin racconta di essersi occupato della “trasmutazione delle specie” e di aver accumulato molti fatti riguardanti la “variazione di animali e piante in natura e sotto addomesticamento” che risultavano spiegabili solo ammettendo che le specie “gradatamente si modificano” (*ibidem*). Darwin sostiene di aver lavorato secondo i principi del metodo baconiano, quindi procedendo per induzione. Così, “Mi accorsi presto – dice – che la selezione fosse la chiave di volta del successo dell’uomo nella creazione di razze utili di animali e piante. Ma rimaneva un mistero come la selezione potesse essere applicata agli organismi viventi allo stato di natura. Nell’Ottobre 1838 [...] lessi per divertimento “Malthus on Population” e, essendo ben preparato ad apprezzare lo studio della lotta per la vita come ognuno che osserva da molto le abitudini degli animali e delle piante, mi colpì subito il fatto che sotto queste circostanze le variazioni favorevoli tendessero ad essere preservate, e quelle sfavorevoli ad essere distrutte. Il risultato poteva essere la formazione di nuove specie” (*ivi*, p. 68). Ora, anche Darwin stesso, come Mayr, ci tiene a sottolineare che il suo fu un processo induttivo. Presenta la lotta per la vita come un’evidenza empirica chiara agli occhi degli esperti osservatori della natura e la selezione naturale come una induzione necessaria. In realtà, lo stesso fatto che fosse stato Malthus ad aprirgli gli occhi implica che fu una teoria a rendere intelligibili le osservazioni empiriche e non tanto queste ultime a renderla possibile. Inoltre, la lotta per la vita non è un fatto, ma una teoria, perché da Darwin stesso viene presentata come conseguenza logica della crescita geometrica delle popolazioni.

In una lettera a Wallace del 1859, Darwin dice: “Avete ragione, io arrivai alla conclusione che la selezione fosse il principio del cambiamento in base allo studio delle produzioni domestiche; e poi, leggendo Malthus, vidi immediatamente come applicare questo principio” (Darwin, F. & Seward,

1903, p. 119). Malthus, quindi, fornì la chiave dell'applicazione di un principio ai fenomeni empirici. Ciò è essenzialmente diverso da sostenere che attraverso Malthus Darwin giunse al completamento di un'induzione empirica.

“Nel considerare l'origine delle specie – dice il naturalista nell'introduzione alla sua grande opera – è perfettamente ammissibile che un naturalista, riflettendo sulle reciproche affinità tra i viventi, sui loro rapporti embriologici, sulla loro distribuzione geografica e su altri fatti, pervenga alla conclusione che le singole specie non sono state create separatamente ma, al pari delle varietà, siano discese da altre specie. Cionondimeno, una conclusione del genere, anche se poggiante su salde basi, non ci soddisferà se non saremo in grado di dimostrare come si siano venute modificando le innumerevoli specie che vivono in questo mondo, fino ad acquistare quella perfezione strutturale e di adattamento reciproco che desta in noi una giustissima ammirazione” (Darwin, C., 1859, trad. it., 2000, p. 42). Risulta chiaro da questo passo che variabilità e distribuzione delle specie sono sì il punto di partenza, ma che la constatazione di tali *fatti* risulti inerme senza una *dimostrazione* del *come* si siano venute a creare le specie. La variabilità non risulta essere il principio di un'induzione empirica, quanto piuttosto un nodo problematico bisognoso della dimostrazione di una teoria adeguata. Tale teoria non può poggiare sui fatti che essa stessa deve spiegare, ma deve essere applicata a priori per mezzo di una loro estensione sintetica, non analitica. Sintetica, perché appunto la semplice analisi dei fatti non permette di andare al di là della constatazione della possibilità della discendenza comune.

Il problema consiste nella spiegazione della variabilità e dell'adattamento che ne consegue. Un primo strumento si trova nello studio degli animali e delle piante addomesticate. Secondo Darwin esso era “[...] il modo migliore di venire a capo di questo oscuro problema” (*ivi*, p. 43) e dichiara di non essere rimasto “deluso” (*ibidem*). Ora, lo studio dell'addomesticamento in relazione all'adattamento naturale è già di per se stesso una sorta di studio a priori, anche se empirico. A priori, perché indipendente dall'oggetto reale di studio, il mondo naturale al di là dell'intervento dell'uomo. Nel corso della trattazione, risulta chiaro che tale metodo fu fondamentale nella dimostrazione della propagazione della variazione utile, cuore teorico della selezione naturale. “E allora, constatando che, senza dubbio, si sono verificate delle variazioni utili all'uomo, dovremmo ritenere improbabile che talvolta, nel corso di migliaia di generazioni, si possano verificare altre

variazioni utili in qualche modo a ciascun vivente nella grande e complessa battaglia per la vita?” (*ivi*, p. 100).

Nelle frasi immediatamente successive, si vede come Darwin avesse applicato a priori il principio di crescita geometrica alla variabilità: “Se questo accade, possiamo dubitare (ricordando che nascono molti più individui di quanti ne possano sopravvivere) che gli individui che possiedono un vantaggio qualsiasi sugli altri, sia pure molto piccolo, abbiano migliori probabilità di sopravvivere e di propagare la loro discendenza? [...] A questa conservazione delle variazioni favorevoli ed all’eliminazione delle variazioni nocive ho dato il nome di *selezione naturale*” (*ibidem*). Alla constatazione e dimostrazione della variabilità e della discendenza con modificazioni si deve quindi aggiungere il principio della crescita geometrica. Tale principio risulta in un’applicazione successiva alla constatazione della variabilità e non contenuta analiticamente nel concetto stesso di variazione. Anche la lotta per la vita, corollario della crescita geometrica, è un concetto applicato a priori e che quindi, come la crescita stessa, deve essere tenuto bene in mente, proprio in quanto non deducibile analiticamente dalla variabilità: “Nulla è più facile di riconoscere a parole la verità della lotta per la vita e nulla è più difficile (almeno così è per me) che aver sempre alla mente questo concetto. Eppure, se questo concetto non è radicato saldamente nella mente, sono certo che l’intera economia della natura, con tutti i dati di fatto relativi alla distribuzione, alla rarità, all’abbondanza, all’estinzione ed alla variazione, sarà compresa nebulosamente e totalmente travisata” (*ivi*, p. 87). La lotta per la vita dedotta dalla crescita geometrica diviene il principio formale in base al quale organizzare i dati di fatto. La condizione di possibilità dell’adattamento e dell’evoluzione è la lotta della vita da cui discende la selezione naturale.

Ritorniamo all’Introduzione dell’*Origine delle specie*. Dopo aver dichiarato l’importanza di comprendere le modalità dei mutamenti e degli adattamenti e che fu quest’oggetto il primo a proposito del quale cominciò a raccogliere le sue osservazioni, elencate nei primi due capitoli dell’opera, Darwin dice: “Nel capitolo che segue sarà trattata la lotta per l’esistenza fra tutti i viventi ed in tutto il mondo, che scaturisce necessariamente dalla loro elevata capacità di moltiplicarsi in ragione geometrica. È, questa, la dottrina di Malthus applicata all’intero regno animale e vegetale. Gli individui di ciascuna specie, che nascono, sono molto più numerosi di quanti ne possano sopravvivere e quindi la lotta per l’esistenza si ripete di frequente. Ne consegue che qualsiasi vivente, che sia variato pure di

poco, ma in un senso a lui favorevole nell'ambito delle condizioni di vita [...] avrà maggiori possibilità di sopravvivere, e, quindi, sarà *selezionato naturalmente*. In virtù del possente principio dell'ereditarietà [che risulta essere *già* stato trattato], ciascuna varietà, selezionata in via naturale, tenderà a perpetuare la sua nuova forma modificata” (*ivi*, p. 43). Successivamente dalla selezione naturale si deduce la divergenza dei caratteri e ciò risulta nella spiegazione del *come* della nascita di nuove specie, l'urgenza della quale era stata dichiarata all'inizio.

La successione logica degli argomenti è estremamente chiara. Variabilità e discendenza con modificazioni sono i punti di partenza, mentre in Mayr sono presentati come i fatti n. 4 e 5 che danno il via alle inferenze finali della selezione naturale e della formazione delle specie. La crescita geometrica e la lotta per la vita sono entrambi dei principi, piuttosto che dei fatti, che vengono applicati in un secondo momento e da un loro sviluppo logico, quindi a priori, risulta la teoria della selezione naturale. Nel terzo capitolo, in cui Darwin parla dell'adattamento come conseguenza della lotta per l'esistenza, si esprime in termini formali, in quanto necessari, cioè “inevitabili”, e universali, cioè applicabili a qualunque caso concreto: “Come vedremo meglio nel prossimo capitolo questi risultati sono la conseguenza inevitabile della lotta per la vita. Grazie a questa lotta per la vita, qualsiasi variazione, anche se lieve, qualunque ne sia l'origine, purché risulti in qualsiasi grado utile ad un individuo appartenente a qualsiasi specie [...] contribuirà alla conservazione di quell'individuo e, in genere, sarà ereditata dai suoi discendenti. [...] A questo principio, grazie al quale ogni più piccola variazione, se utile, si conserva, ho dato il nome di selezione naturale, per farne rilevare il rapporto con le capacità selettive dell'uomo” (*ivi*, pp. 86-87).

Se in Mayr la crescita geometrica è un fatto, in Darwin e, prima di lui, in Malthus, è piuttosto un principio. Già attribuire, come fa Malthus, alla crescita della popolazione un valore geometrico e a quella delle risorse un valore aritmetico consiste in un'astrazione e nella messa in atto di un modello formale. In realtà, ciò che si osserva in natura, tranne rari casi, è piuttosto l'equilibrio, che Mayr riporta come fatto n. 2. La lotta per la vita che ne consegue, è un principio dovuto all'estensione matematica a priori della crescita geometrica. L'applicazione del modello formale, cioè, dimostra a priori che ogni specie produce più individui di quanti ne possono sopravvivere.

Darwin, a proposito della crescita geometrica, riporta alcuni calcoli.

“Linneo ha calcolato che, se una pianta annua produce due semi soltanto – e non esistono piante talmente improduttive – e, l’anno seguente, i discendenti producessero a loro volta due semi, e così di seguito, in venti anni vi sarebbe un milione di piante” (*ivi*, p. 88). Appunto per questo la lotta per la vita è un’estensione a priori del principio di crescita geometrica. “Inevitabilmente la lotta per l’esistenza consegue al veloce ritmo col quale tutti gli organismi viventi tendono ad aumentare di numero” (*ibidem*). Ora, è vero che Darwin successivamente afferma: “Però a questo proposito disponiamo di prove più convincenti di quelle dateci da calcoli puramente teorici, prove rappresentate dai molti casi conosciuti di aumento numerico incredibilmente rapido di diversi animali allo stato di natura, allorché le circostanze siano state favorevoli per due o tre stagioni consecutive. [...] Se non fossero convalidate da testimonianze sicure, le notizie sull’andamento dell’accrescimento numerico, nell’America Meridionale e ultimamente in Australia [...] sarebbero assolutamente incredibili” (*ivi*, p. 89).

Ma i fatti qui vengono presentati dopo la teoria e ne rappresentano una corroborazione a posteriori. E significativamente nei paragrafi successivi Darwin discute del numero medio di figli o uova negli animali che non sembrano corrispondere per nulla alla teoria, dimostrando indirettamente come tale teoria non possa essere il prodotto di un’induzione. Non solo, dove in natura risulti un equilibrio numerico, cioè nella maggior parte dei casi, è necessario postulare, sulla base della teoria, dei fattori che limitino la crescita esponenziale, ma tali fattori sono “[...] quanto mai oscuri” (*ivi*, p. 90), il che dimostra come sia i fatti che provano, sia quelli che smentiscono la crescita esponenziale siano contraddittori e insufficienti e che perciò la teoria sia il frutto di un’indagine a priori o piuttosto dello sviluppo a priori del concetto empirico di crescita numerica di una popolazione.

Darwin sviluppa ulteriormente il principio di Malthus. “Quindi – dice – siccome nascono più individui di quanti ne possano sopravvivere, in ogni caso vi deve essere una lotta per l’esistenza, sia tra gli individui di una stessa specie, sia tra quelli di specie differenti, oppure con le condizioni materiali di vita. È questa la dottrina di Malthus in un’energica e molteplice applicazione estesa all’intero regno animale e vegetale” (*ivi*, p. 88). Se il principio di Malthus è un’estensione a priori del principio di crescita geometrica, la lotta per la vita elaborata da Darwin è un’estensione a priori di quella di Malthus. La lotta per la vita darwiniana è un principio formale che dipende non tanto dalla relazione fra crescita della popolazione e crescita delle risorse, quanto dalla dipendenza di un individuo dall’altro

e dalla probabilità di un individuo di lasciare prole, da cui consegue la selezione naturale (*ivi*, p. 87). “Naturalmente il limite estremo, oltre il quale ciascuna specie non può più accrescersi, è rappresentato dalla quantità di alimento; però, assai di frequente, il fattore che determina il numero medio degli individui appartenenti ad una specie non è costituito dalla possibilità di procacciarsi l'alimento, bensì dal fatto che essi servano da preda ad altri animali” (*ivi*, p. 91). Segue poi un lungo e minuzioso elenco in cui si mostrano casi concreti dell'importanza della presenza di una sola specie nella determinazione della proporzione di tutte le altre in una data zona.

Se Malthus pensava al rapporto fra popolazioni e risorse, Darwin comprende che le risorse sono a sua volta delle altre popolazioni e questo, in fondo, è il principio base di tutto il suo evoluzionismo. Se infatti da una parte il suo obiettivo polemico principale era la dottrina della creazione, dall'altra si rivolgeva anche contro coloro che pensavano che fosse semplicemente l'ambiente, costituito dai fattori del clima e in genere della posizione geografica, a determinare la struttura delle specie. Ciò che invece per Darwin era fondamentale era appunto il rapporto fra diverse specie e tale intuizione sembra quindi essere dipesa da un'estensione logica del principio di Malthus. La chiave della comprensione della selezione naturale è che essa non avviene fra individuo e ambiente abiotico, fra individuo e clima, o individuo e posizione geografica, ma fra individuo e individuo, fra varietà e varietà, fra specie e specie e questa teoria dipende da un'estensione logica di un principio formale. A partire dalla lotta per la vita in cui una popolazione lotta per una risorsa che consiste a sua volta in un'altra popolazione, il cuore della selezione naturale è presto sviluppato: “In questo caso possiamo comprendere chiaramente che, se volessimo, nell'immaginazione, conferire ad una pianta il potere di crescere di numero, dovremmo concederle qualche vantaggio sui concorrenti o sugli animali che la utilizzano come preda” (*ivi*, p. 97). Tale vantaggio in genere potrà diffondersi per via ereditaria e dare il via alla divergenza dei caratteri, a sua volta alla base dell'origine delle specie.

Probabilmente Mayr ha voluto presentare la teoria della selezione naturale come processo induttivo, che da certi fatti risale a certi principi generali in un processo cumulativo a due tappe, per sottolineare la scientificità della teoria e il suo stretto rapporto con il mondo empirico. In quanto Mayr, nella sua carriera intellettuale, fu un naturalista sistematico, questa presentazione gli parve probabilmente la più appropriata. La

nostra ricostruzione vuole sottolineare invece un processo deduttivo, o piuttosto un'estensione sintetica a priori del concetto empirico di variabilità ereditaria. Il punto di partenza di Darwin non fu la crescita geometrica, che non è un fatto, bensì una teoria formale, né la lotta per la vita che ne consegue, ma fu la variabilità degli animali domestici e dei prodotti naturali e l'ereditarietà di tale variabilità. L'estensione sintetica consiste appunto nell'applicazione al concetto empirico di variabilità dei principi di crescita geometrica e lotta per l'esistenza, non contenuti analiticamente nel concetto empirico stesso, e nella successiva deduzione della teoria della selezione naturale. In quanto posta come teoria a priori, essa diede vita a ciò che più tardi fu definito panselezionismo, come cioè quella dottrina che postula per ogni caratteristica organica un'origine sulla base della selezione naturale. Per quanto Darwin stesso ammettesse che la selezione naturale è il meccanismo principale, ma non il solo nella formazione delle specie, tuttavia la selezione rimaneva il punto di riferimento principale proprio dal punto di vista formale. "È bene tentare col pensiero – dice significativamente il naturalista – di dare ad una forma qualche vantaggio su un'altra" (*ivi*, p. 98).

In conclusione, possiamo sostenere che l'evoluzionismo di Darwin, più che in un'induzione empirica, consiste in trattazione sintetica a priori non pura. Il punto di partenza sono i concetti empirici di variazione e di discendenza. Tutti i viventi cioè variano e producono una prole non identica ai genitori. La produzione di prole viene formalizzata nel principio di Malthus. La proposizione universale è: ogni popolazione si accresce con un ritmo geometrico. Da tale proposizione viene dedotta la lotta per la vita. La lotta per la vita, come sviluppo sintetico – non analitico – del concetto di variazione dà vita alla teoria della selezione naturale. Ciò che manca in Darwin è il formalismo matematico, a causa di una concezione empirica della variabilità. Per la produzione di un autentico formalismo, anche la variabilità dovrà subire una trasformazione teorica.

2.2 Fisher

Se possiamo dire che Darwin deduce la selezione naturale dall'evoluzione, in quanto la sua operazione consiste in un'estensione sintetica a priori del fenomeno empirico di discendenza con modificazioni (concetto empirico di variabilità + concetto empirico di ereditarietà), con Fisher troviamo il

procedimento inverso: la deduzione dell'evoluzione dalla selezione naturale. Se in Darwin la selezione naturale è un caso speciale dell'evoluzione, processo che comprende anche diversi altri meccanismi, come per esempio l'uso e il disuso o la deriva genetica (ante litteram), in Fisher l'evoluzione organica diviene un caso speciale della selezione naturale. “La Selezione Naturale – dice Fisher al principio del suo capolavoro del 1930 – non è l'Evoluzione. [...] la teoria della Selezione Naturale è stata usata come un'abbreviazione conveniente della teoria dell'Evoluzione per mezzo della Selezione Naturale, presentata da Darwin e Wallace.

Questo ha avuto come sfortunata conseguenza il fatto che la teoria della Selezione Naturale in se stessa non ha avuto quasi mai, se non mai, una considerazione separata. Per fare un'analogia con la fisica, le leggi della conduzione del calore nei solidi possono essere dedotte dai principi della meccanica statistica, eppure si tratterebbe di una sfortunata limitazione, che comporterebbe probabilmente una grande quantità di confusione, se la meccanica statistica ricevesse considerazione unicamente in connessione con la conduzione del calore. In questo caso è chiaro che i fenomeni fisici particolari sono di scarso interesse teoretico comparati al principio attraverso cui possono essere delucidati. L'importanza schiacciante dell'evoluzione nelle scienze biologiche spiega in parte il perché della completa identificazione della Selezione Naturale con il suo ruolo evolutivo, tanto da essere trascurato come principio indipendente meritevole di uno studio scientifico” (Fisher, 1930, ed. riv. 1958, p. vii).

Non a caso Fisher fu considerato il rappresentante più ortodosso, fra i fondatori della sintesi neodarwiniana di cui faceva parte, della teoria dell'evoluzione per mezzo della selezione naturale. Egli si ricollegava più alla tradizione di Wallace, che a quella di Darwin, secondo cui qualsiasi caratteristica poteva essere spiegata in base alla selezione naturale e che avversò la teoria della selezione sessuale che ne limitava il potere nel caso di certe caratteristiche maschili appariscenti, come la coda del pavone o il canto degli uccelli (Cronin, 1991). Gli altri due protagonisti canonici della sintesi neodarwiniana, Wright e Haldane, erano i portavoce di una visione più moderata. Se Fisher, come vedremo succintamente, pensava alla selezione naturale come ad un “[...] fattore agente in modo deterministico sulle distribuzioni genetiche delle popolazioni” (Tort, 1996, vol. 1, p. 1673), Wright considerava anche l'importanza della deriva genetica e dei fattori di “selezione interpopolazione che si sovrapponevano alla selezione genetica che opera all'interno delle popolazioni” (*ibidem*; Wright, 1931). Haldane,

da parte sua, sosteneva una visione dialettica dell'azione genetica (Haldane, 1941) e alcuni suoi studi sulle malattie come fattore evolutivo volevano mostrare risultati diversi "da quelli raggiunti attraverso le forme consuete della lotta per l'esistenza" (Haldane, 1949, p. 68; Haldane, 1948).

Il passo citato dimostra come l'evoluzionismo di Fisher consistesse in una trattazione a priori della selezione naturale indipendentemente dall'evoluzione concreta. La selezione naturale è paragonata ai principi della meccanica statistica, valevoli indipendentemente da ogni dimostrazione empirica, mentre l'evoluzione è paragonata al caso speciale della conduzione del calore nei solidi, fenomeno fisico di "scarso interesse" di fronte ai "principi teoretici" attraverso cui può essere spiegato. Nella sua trattazione la selezione naturale diviene la condizione formale di possibilità dell'evoluzione e, in quanto tale, consiste pienamente in un sviluppo sintetico a priori del concetto empirico di trasformazione organica. "La procedura matematica ordinaria in relazione ad ogni problema attuale – dice nell'introduzione – è, dopo aver fatto astrazione di ciò che si ritengono gli elementi essenziali del problema, considerarli come elementi di un sistema di possibilità infinitamente più ampie di quello attuale, le cui relazioni essenziali possono essere comprese attraverso un ragionamento generale, e sottomesse in formule generali che possono essere applicate ad ogni caso particolare considerato" (Fisher, 1930, ed. riv. 1958, p. ix).

Come vediamo, Fisher qui esprime l'essenza proprio di una conoscenza sintetica a priori non pura. Il punto di partenza è un elemento del reale, al quale segue una formalizzazione matematica che, indipendentemente dal reale, esplora tutte le possibilità logiche dell'estensione di tale elemento. Non pura, perché parte da un elemento del reale, da un concetto empirico. A priori, perché il suo sviluppo è indipendente dal reale e vuole esprimere le condizioni di possibilità del reale stesso, esplorandone tutte le possibilità logiche. Sintetica, perché tale esplorazione aggiunge degli elementi di conoscenza che non sono presenti in una semplice analisi del concetto, che consiste nello svolgimento delle implicazioni logiche attuali del concetto stesso. Così la deduzione, rispetto alla 'semplice' induzione empirica, diviene preponderante anche nello studio dell'evoluzione: "Trattare la Selezione Naturale come un ente basato indipendentemente nella sua propria fondazione non corrisponde a minimizzare la sua importanza nella teoria dell'evoluzione.

Al contrario, nella misura in cui è un bisogno formarsi delle opinioni attraverso mezzi diversi dalla comparazione e dall'analogia, questa base

deduttiva indipendente diviene una necessità” (*ivi*, p. x).

Fisher sostiene che il fascino della selezione naturale consiste nella sua capacità di dar ragione del significato della modificazione con il riferimento solo a “[...] cause “note” o dimostrabili indipendentemente. Le teorie alternative delle modificazioni contano su proprietà ipotetiche della materia vivente che sono indotte dai fatti dell’evoluzione in se stessa. Così, sebbene questa distinzione sia spesso stata chiara [fra selezione e teorie alternative], la sua validità logica non é stata mai sviluppata in assenza di un’analisi separata dei modi dimostrabili indipendentemente di causazione che sono rivendicati alla loro base” (*ivi*, p. vii).

L’indipendenza della dimostrabilità del principio della selezione naturale dal fatto empirico dell’evoluzione diviene un elemento fondamentale della ricerca. Nell’indipendenza dall’evoluzione sta la chiave dell’estensione a priori del concetto empirico di modificazione organica. Le altre teorie vengono considerate come semplici induzioni empiriche “dai fatti dell’evoluzione in se stessa”. È chiaro che un’analisi empirica della trasformazione organica non può portare ad alcun risultato se ad essa non si aggiunge, diciamo dall’alto, un’analisi formale dei principi che stabiliscono le condizioni di possibilità della trasformazione stessa.

Lo studio indipendente della selezione naturale è stato possibile, secondo Fisher, solo in quel momento storico grazie al progresso della genetica. Il riferimento esplicito è naturalmente a Mendel. Ora, lo sviluppo della genetica può essere considerato come uno sviluppo del concetto empirico da cui è partito lo stesso Darwin: la variabilità organica legata alla discendenza con modificazione. Abbiamo già accennato al fatto che Darwin non sia giunto ad un formalismo matematico anche a causa della concezione empirica ingenua di variabilità. In buona parte la nuova concezione è anch’essa e ancora una volta uno sviluppo sintetico a priori testimoniato dall’aspetto formale della genetica mendeliana. Ancora una volta non si tratta di un’induzione empirica, ma dell’applicazione di un modello matematico fondato su precise assunzioni di base, la più importante delle quali è il concetto di gene – anche se Mendel parlava di fattore – come unità discreta. Banalmente il semplice fatto di considerare il gene come unità discreta correlata d un singolo carattere rendeva possibile una trattazione matematica (Zampieri, 2003).

“Nel futuro – dice Fisher – l’aspetto rivoluzionario del mendelismo sarà giudicato come derivante dal carattere particellare degli elementi ereditari” (Fisher, 1930, ed. riv. 1958, p. ix).

Significativamente, Fisher sostiene più avanti: “Appare così che, a parte la dominanza e il linkage, incluso il linkage sessuale, tutte le caratteristiche maggiori del sistema mendeliano derivano dall’assunzione dell’ereditarietà particellare dei caratteri più semplici, e ciò potrebbe essere dedotto *a priori* da chiunque concepisse la possibilità che le leggi ereditarie siano realmente semplici e definitive” (*ivi*, p. 8).

Il primo paragrafo del primo capitolo di *The Genetical Theory of Natural Selection* è consacrato alla dimostrazione delle aberranti conseguenze logiche della teoria dell’ereditarietà per mescolanza (ci troviamo quindi ancora di fronte ad un modo di procedere *a priori*). La teoria per mescolanza postulava grossomodo che la prole fosse il prodotto di una mescolanza dei caratteri dei genitori. Fisher conferma il fatto che fu proprio la credenza nell’ereditarietà per mescolanza che non permise a Darwin di giungere ad una teoria più solidamente fondata. “Che la sua accettazione di questa teoria abbia avuto un’importante influenza nel suo modo di vedere la variazione, e conseguentemente nelle versioni sviluppate da lui stesso e da altri riguardo alle possibili cause dell’evoluzione organica, non gli fu, credo, chiaro a se stesso, né ciò è sufficientemente messo in rilievo nei nostri tempi” (*ivi*, p. 1).

Dal momento che la riproduzione sessuale, nel corso dell’ereditarietà per mescolanza, produrrebbe rapidamente l’uniformità, Darwin si trovò costretto a postulare delle cause di produzione continua di variabilità, visto appunto che la variabilità, non l’uniformità, è la regola nel mondo animale. Per analogia con le produzioni domestiche, Darwin individuò nel cambiamento delle condizioni esterne e nell’abbondanza di cibo tali cause (*ivi*, p. 2). Nella teoria per mescolanza, in sostanza, la variabilità ereditaria si dimezza di generazione in generazione (*ivi*, p. 5) e quindi necessita della postulazione di cause esterne di produzione di variabilità. La teoria particellare invece non implica alcuna tendenza ereditaria alla diminuzione della variabilità e perciò postula un tasso di mutazione molto inferiore (*ivi*, pp. 9-10). Essa è essenziale per comprendere il fenomeno della reversione per cui la prole può assomigliare non ai genitori, ma a discendenti più remoti (*ivi*, p. 9) e per dar conto dei fenomeni dell’addomesticamento, altrimenti non si vede come l’uomo possa accumulare un certo numero di variazioni tutte nella stessa direzione generazione dopo generazione (*ivi*, p. 12). “La teoria particellare dell’ereditarietà – dice nella seconda edizione di *The Genetical Theory of Natural Selection* – assomiglia alla teoria cinetica dei gas con le sue collisioni perfettamente elastiche, mentre la teoria per

mescolanza assomiglia ad una teoria dei gas con collisioni non elastiche, e in cui un qualche agente esterno deve essere continuamente al lavoro per mantenere in movimento le particelle” (*ivi*, p. 11).

In sostanza, la teoria per mescolanza non può appoggiarsi interamente sulla selezione naturale, in quanto risulta necessario postulare dei meccanismi aggiuntivi che siano fonte delle mutazioni e che diano ad esse una direzione. Nella teoria particellare sono sufficienti mutazioni casuali che non impongano alla selezione il corso dell'evoluzione (*ivi*, pp. 12-17). È chiaro quindi che un'assunzione a priori della teoria particellare – a priori perché determinata esclusivamente da ragioni logiche – è in grado di fornire il fondamento logico ad una teoria in cui la selezione sia l'unico agente del cambiamento genetico delle popolazioni e quindi della formazione di nuove specie.

Come vediamo, Fisher fu portavoce, oltre che del panselazionismo, anche del cosiddetto atomismo. Egli postulava a priori che l'ereditarietà fosse particellare e ne dimostrava la necessità tirando le conseguenze logiche di entrambe le teorie alternative. Atomismo, in sintesi, significa una teoria in cui la selezione naturale agisce solo a livello delle frequenze genetiche costituite di elementi discreti. Essa, inoltre, si fonda sulla selezione di individui ed esclude la possibilità della selezione di caratteristiche utili al di là del livello individuale, proprio in quanto il gene ha il suo effetto direttamente sull'individuo, non sulla specie. “La scarsa importanza relativa – dice Fisher – di ciò come fattore evolutivo [cioè la selezione fra specie in competizione] sembra derivare decisamente dal ristretto *numero* di specie in relazione che entrano in competizione, comparato al numero di individui nella stessa specie; e dalla maggior *durata* delle specie [di fronte alla quale il gene individuale può far poco] comparata con quella dell'individuo” (*ivi*, p. 50).

Wright e Haldane anche riguardo a quest'aspetto della teoria dell'evoluzione diedero un'interpretazione più moderata. Wright studiò soprattutto l'interazione dei geni e sostenne che la selezione non opera sui geni singoli, ma su di un sistema d'interazione. Haldane, allo stesso modo, sottolineò che i geni fossero responsabili di un singolo “processo”, piuttosto che di un singolo “carattere” e che la loro funzione dovesse essere definita in termini “chimici”, quindi dialettici e funzionali, piuttosto che strutturali (Haldane, 1941, pp. 21-22).

Atomismo e panselazionismo sono condensati nel celebre “Teorema fondamentale della selezione naturale” (Fisher, 1930, ed. riv. 1958, pp.

22-51), che nelle intenzioni di Fisher doveva occupare nelle scienze biologiche “una posizione comparabile a quella del secondo principio della termodinamica nelle scienze fisiche” (Tort, 1996, vol. 1, p. 1673). In quanto teorema, risulta chiara la sua natura sintetica a priori e, in quanto rivolto alla spiegazione formale delle condizioni di possibilità del concetto empirico di evoluzione organica, risulta chiara la sua natura non pura. La selezione quindi agiva determinando completamente le frequenze genetiche delle popolazioni, schiacciando qualsiasi possibile effetto stocastico, nella misura della variabilità genetica disponibile in ciascun dato momento. La fitness, cioè l’adattamento, era legata solo alla composizione genetica individuale e quindi proporzionata alla varianza adattiva genetica disponibile. Così, il teorema recita: “Il tasso di incremento della fitness di ogni organismo è uguale alla sua varianza genetica nella fitness in quel dato momento” (Fisher, 1930, ed. riv. 1958, p. 37).

Tale teorema ha, come dicevamo, notevoli somiglianze con il secondo principio della termodinamica. “Entrambi sono proprietà di popolazioni, o aggregati, vere indipendentemente dalla natura degli elementi che le compongono” (*ivi*, p. 39). La natura a priori risulta lampante. “[...] entrambe richiedono l’incremento costante di una quantità misurabile, l’entropia nel caso del sistema fisico e la fitness, nel caso del sistema biologico [...]” (*ibidem*). Oltre alla trattazione del principio della selezione naturale in modo indipendente dall’evoluzione empirica, un altro aspetto fondamentale nella teoria di Fisher consiste proprio nella possibilità di dare all’adattamento un valore numerico preciso. A differenza della vaga concezione di Darwin, che oscillava fra la sopravvivenza e la riproduzione, in Fisher la fitness corrisponde al valore riproduttivo di un individuo per età. La fitness di una popolazione diviene la relazione per età fra tasso di morte e tasso di riproduzione (*ivi*, p. 22). L’accento posto sulla riproduzione divenne una caratteristica fondamentale dell’evoluzionismo neodarwiniano a partire da Fisher.

2.3 Williams

“Il pluralismo evolutivo – dicono Bocchi e Ceruti in un breve saggio del 1984 – mette in luce il carattere polifattoriale di ogni processo evolutivo, rifiuta l’idea di un luogo privilegiato di osservazione e di spiegazione nei cui termini ridurre ed omogeneizzare, in ultima istanza, i meccanismi,

i fattori, i tempi, i ritmi dell'evoluzione, e ritiene che la causa di un fenomeno evolutivo possa variare a seconda delle scale spaziali e temporali in questione. Le teorie dell'evoluzione che si sviluppano in questo quadro di riferimento derivano da una scomposizione dei principi costitutivi della tradizione darwiniana, che ne lascia cadere alcuni in genere considerati definitivi, e dalla riscoperta dei altri principi già presenti nelle origini di tale tradizione ma poi dimenticati dalle interpretazioni successive. Queste teorie integrano altresì nei loro modi di spiegazione principi e meccanismi tradizionalmente considerati non darwiniani” (Bocchi e Ceruti, 1984, p. 11). Significativamente, poco prima sottolineavano che “Le novità essenziali che caratterizzano le teorie dell'evoluzione elaborate negli ultimi quindici anni hanno tratto origine non tanto dalla stringenza di “fatti” nuovi ed imprevisti, quanto da una nuova interpretazione della tradizione darwiniana” (*ivi*, p. 10). Risulta chiaro ancora una volta la natura essenzialmente a priori della scienza evolutiva.

È strano tuttavia che queste parole siano state scritte proprio negli anni ottanta, quasi vent'anni dopo la pubblicazione di *Adaptation and Natural Selection* di George Williams (Williams, 1966) e durante la piena fioritura della sociobiologia e del cosiddetto “programma adattazionista” (Gould e Lewonti, 1979; Mayr, 1983), che rappresentano piuttosto la riaffermazione di una visione ‘monotipica’, se mi si permette il termine, dell'evoluzione.

Come già detto, l'evoluzionismo di Fisher è una teoria che postula una corrispondenza perfetta fra selezione naturale e cambiamento della frequenza genetica, il che ha come conseguenza la base genetica e la produzione per selezione naturale non solo di ogni carattere adattivo, ma in generale di qualsiasi fattura organica. Tale fu il paradigma dominante nella storia successiva dell'evoluzionismo, anche se, come accade per ogni teoria maggioritaria, non mancò di suscitare forti dissensi, i maggiori, come visto, a partire già dai contemporanei di Fisher come Haldane e Wright. Il periodo più difficile della teoria fu piuttosto il trentennio subito successivo alla pubblicazione di *The Genetical Theory of Natural Selection* (1930), sintantoche Williams, nel 1966, si trovò nella necessità di scrivere contro i detrattori di tale teoria panselezionista e atomista, che possiamo nominare come *ortodossa*, in un testo che fece scuola e che fu all'origine della sua rifondazione sviluppata appieno dalla sociobiologia americana fra gli anni settanta e ottanta.

“Questo libro – dice Williams – è una replica a coloro che hanno

messo in dubbio l'adeguatezza del modello tradizionale della selezione naturale per spiegare l'adattamento evoluzionistico" (Williams, 1966, p. 92). La posizione ortodossa è rappresentata in pieno da Fisher, la cui teoria ha una natura a priori chiaramente distinta dallo stesso Williams: "R. A. Fisher mostrò che molte delle alternative proposte [in luogo della selezione naturale] possono essere ridimensionate con l'accettazione della genetica mendeliana e con un'investigazione logica delle sue relazioni con la selezione" (*ivi*, p. 3).

Williams stesso presenta la propria teoria come un'indagine logica, piuttosto che empirica. "Nella sua ultima essenza la teoria della selezione naturale consiste in un'astrazione cibernetica, il gene, e in un'astrazione statistica, l'adattamento medio fenotipico" (*ivi*, p. 33). Verso la fine della sua monografia dice: "Credo che il fattore maggiore [determinante gli errori degli evoluzionisti] sia stato che [essi] [...] non abbiano sondato logicamente e accettato generalmente una serie di principi e procedure per rispondere alla domanda: "Che cos'è una funzione?"" (*ivi*, p. 252).

La scuola alternativa di pensiero evoluzionistico, secondo Williams, tende a minimizzare il ruolo della selezione naturale in virtù dell'esistenza di altri fattori e lo fa non fondandosi su argomenti razionali, quanto piuttosto sui limiti dell'immaginazione. In altri termini, la selezione naturale non sembra essere sufficiente come condizione di possibilità dell'evoluzione nella sua forma adattiva. E ciò dimostra la necessità proprio di una proposizione a priori del tema dell'evoluzione. È difficile cioè immaginare che il ruolo dell'individuo nell'evoluzione sia solamente "[...] il suo contributo alle statistiche della vita", nonché il fatto che "[...] il gioco cieco dei geni possa produrre l'uomo" (*ivi*, p. 4). Tutto ciò sembra essere stato inaccettabile anche da un punto di vista morale. Di conseguenza, i sostenitori della teoria alternativa, fondandosi esclusivamente sull'argomento dell'insufficienza dell'immaginazione, postulano che l'adattamento sia il frutto principalmente di meccanismi fortuiti. Pertanto, secondo Williams, è divenuta assolutamente necessaria la fondazione di un criterio rigoroso per decidere ciò che sia adattamento, in modo da dimostrare che la spiegazione classica è sufficiente.

Il testo di Williams è rivolto contro le teorie dell'assimilazione genetica, della selezione di gruppo e del progresso cumulativo. Waddington (1956, 1957, 1959) sostiene che nel fenomeno morfogenetico la selezione naturale deve essere aiutata da un altro processo: l'assimilazione genetica. Grossomodo, ciò significa che l'ambiente può causare l'espressione di

una variazione e può fare in modo che essa si fissi nel pool genetico. Il modello non è lamarckiano, perché la variazione ha in ogni caso un'origine spontanea, ma implica il fatto che l'adattamento possa essere non tanto il prodotto esclusivo della selezione naturale, come meccanismo che agisce su una variazione preesistente, quanto il prodotto di una variazione stimolata attivamente dall'ambiente. Anche in questo caso la soluzione riposa nell'argomento del limite dell'immaginazione. Non si vede infatti come la selezione tradizionale possa trovare sempre, per ogni variazione ambientale, la buona variazione preesistente. Tutto risulterebbe invece più facile e plausibile se fosse l'ambiente stesso a stimolare la variazione nella giusta direzione.

Nel caso della selezione abbiamo da parte dell'organismo una risposta adattiva ad un certo stimolo ambientale. Vi è un mutamento delle condizioni esterne, di conseguenza vengono selezionate quelle varietà preesistenti che in tale nuova situazione si trovano avvantaggiate nel successo riproduttivo. Si può parlare di risposta non tanto in riferimento ad un'ipotetica attività spontanea dell'organismo nel suo adattamento, quanto in relazione al fatto che la selezione di varianti preesistenti comporta la creazione, lungo la linea germinale, di una caratteristica nuova.

Nel caso dell'assimilazione genetica, secondo Williams, non si tratta di una risposta, semmai di un'evoluzione degenerativa, in quanto l'organismo si dimostra suscettibile ad un certo stimolo ambientale di fronte al quale perde delle caratteristiche, piuttosto che acquistarne. Così la risposta risulta dall'unica proprietà dell'adattamento, mentre la suscettibilità dall'assenza o deficienza di questa possibilità (*ivi*, p. 76). L'adattamento, in quanto legato al successo riproduttivo, ha a che fare sempre con la costruzione di qualcosa di nuovo. Un cambiamento che risulta dalla degenerazione di una caratteristica invece non può essere definito adattamento.

La teoria della selezione di gruppo sostiene che, oltre alla selezione fra individui, esiste anche una selezione fra gruppi. Tale teoria è stata sostenuta naturalmente anche da Haldane e Wright. In quanto la selezione è il processo di scelta fra alternativi, i detrattori della teoria ortodossa sostengono che la selezione naturale di gruppi alternativi si oppone allo sviluppo di alleli alternativi all'interno di un individuo. La selezione di gruppo permetterà in particolare la fissazione di geni che determinano il sacrificio individuale in favore del benessere della popolazione, fattore in lampante contraddizione con il principio di selezione naturale a livello individuale. Ancora una volta, il principio è quello della mancanza di

immaginazione. Posta l'esistenza di geni per il benessere collettivo a scapito di quello individuale, non si vede come essi possano essere favoriti da una selezione naturale ortodossa. Innanzitutto, secondo Williams, l'altruismo in generale è un comportamento che può favorire l'individuo che lo possiede, in quanto mette in atto una relazione di reciproca riconoscenza che tenderà ad eliminare i semplici parassiti (*ivi*, pp. 93-94). A livello ancora più generale, l'adattamento individuale è a priori sufficiente a spiegare l'adattamento collettivo di una popolazione nei confronti di un'altra come semplice prodotto aritmetico degli adattamenti individuali.

Il presupposto fondamentale è che la selezione agisca sui geni, non sugli individui. In quanto agente sui geni, possono essere spiegati caratteri bizzarri come l'altruismo e persino il sacrificio individuale, perché appunto vantaggiosi non per gli individui, ma per i geni. E tale presupposto è il frutto di un ragionamento a priori, dedotto sulla base di un principio teorico. "Un importante principio della teoria evoluzionistica è che la selezione naturale possa produrre cambiamenti significativi cumulativi solo se il coefficiente selettivo è più alto rispetto al tasso di cambiamento dell'entità selezionata. Dal momento che i coefficienti di selezione genetica sono alti in relazione ai tassi di mutazione, è logicamente possibile che la selezione naturale di alleli alternativi abbia un importante effetto cumulativo" (*ivi*, p. 109). Non ci può essere un'efficace selezione cumulativa a livello individuale invece perché i fenotipi sono dei prodotti troppo instabili e passeggeri, i cui caratteri vengono ricombinati di generazione in generazione. "All'interno di una popolazione, solo i geni sono sufficientemente stabili per essere selezionati" (*ibidem*).

Questo nuovo atomismo, che concentra la selezione non più sugli individui, bensì sui geni, permise la spiegazione in termini ortodossi anche di un estremo esempio di altruismo come il sacrificio individuale. Tale spiegazione si fonda sul principio della "kin selection", selezione di parentela, che dimostra come ci possa essere l'evoluzione dell'altruismo solo nel caso di individui geneticamente imparentati. Tale principio fu alla base della nascita della sociobiologia, una disciplina che appunto vuole spiegare anche le dinamiche di convivenza sociale, in gran parte fondate su problematiche strettamente affini a quella dell'altruismo, sulla base dei principi della selezione naturale genetica (Cronin, 1991; Wilson, 1977). Il sacrificio individuale quindi viene favorito solo dove sia messo in atto da un individuo nei favori di un altro individuo che porti buona parte di geni uguali. Solo in questo modo un tale gene può avere un sufficiente

tasso di probabilità di propagarsi. Esso, infatti, se perde la sua possibilità di riprodursi nell'individuo che si sacrifica, aumenta la sua possibilità di riprodursi nell'individuo o negli individui che vengono salvati, ma ciò appunto solo nel caso in cui gli individui salvati posseggano gli stessi geni dell'individuo che si sacrifica. Tale argomentazione, come vediamo, è strettamente formale e individua le condizioni di possibilità di geni per il sacrificio in regime di selezione naturale individuale. In questo caso, la dimostrazione a priori consiste nella dimostrazione della possibilità dell'esistenza di tali geni e con ciò confuta la necessità della postulazione di una selezione non individuale.

La teoria del progresso può essere distinta in teoria del progresso come miglioramento e teoria del progresso come accumulazione. Nel primo caso l'immaginazione si trova in scacco di fronte alla possibilità di concepire la selezione come produttrice instancabile di benessere e di progresso. Questa volta la confutazione della teoria alternativa non consiste nella dimostrazione della pensabilità di tale progresso, quanto nella dimostrazione dell'infondatezza stessa dell'assunzione del concetto di progresso. L'adattamento non è sempre un prodotto necessario di fronte alle esigenze ambientali e a volte esso può persino recare danno alla specie. Qualche decennio dopo, Williams sviluppò questo concetto insieme ad uno psichiatra evoluzionista, Randolph Nesse, giungendo alla conclusione che l'adattamento possa spesso implicare predisposizione morbosa o malattia individuale (Williams e Nesse, 1991; Nesse e Williams, 1994). Nel secondo caso l'immaginazione si trova impotente nel tentativo di comprendere come la selezione naturale sia in grado, generazione dopo generazione, di accumulare una sull'altra le variazioni utili all'individuo. La dimostrazione segue lo stesso schema logico della precedente e consiste nel fatto che non esiste cumulazione a livello fenotipico, perché non esistono elementi sufficientemente stabili di generazione in generazione da essere accumulabili. "L'essenza della teoria genetica della selezione naturale è il peso statistico nei tassi relativi di sopravvivenza di alternativi (geni, individui, eccetera). L'efficacia di questo peso nella produzione dell'adattamento è contingente al mantenimento di certe relazioni quantitative fra i fattori operativi. Una condizione necessaria è che l'entità selezionata debba avere un alto grado di permanenza e un basso tasso di cambiamento endogeno, relativo al grado del peso (differenze nei coefficienti selettivi). La permanenza implica riproduzione con un incremento potenzialmente geometrico" (Williams, 1966, p. 22).

Se non esiste accumulazione a livello fenotipico, non esiste nemmeno a livello di informazione genetica, in quanto l'accumulo di informazione è stato bilanciato dalla perdita per motivi stocastici. "Una certa quantità di informazione è aggiunta dalla selezione ogni generazione. Allo stesso tempo, una certa quantità è sottratta da processi casuali. La maggior parte possibile dell'informazione è prontamente immagazzinata, nella misura in cui l'informazione iniziale viene diminuita dalla mutazione e da altre forze causali" (*ivi*, p. 37). Se in Darwin e Malthus la crescita geometrica nel suo sviluppo a priori portava alla nozione di selezione naturale, qui è la nozione di selezione naturale che a priori porta alla possibilità teorica di una crescita geometrica, in quanto essa implica l'esistenza di elementi di una certa stabilità, quindi accumulabili.

Il testo di Williams ha come oggetto specifico non tanto l'evoluzione nella sua globalità, quanto la definizione del processo di adattamento. "Questo libro tenta di chiarire certi problemi nello studio dell'adattamento e del processo evolutivo che ne sta a fondamento" (*ivi*, p. v) sono le sue prime parole. Se in Fisher la selezione naturale diveniva la condizione di possibilità logicamente determinata dell'evoluzione organica, in Williams la selezione naturale diviene la condizione solo dell'adattamento. "Le discussioni precedenti – dice nell'ultimo capitolo della sua opera – hanno dipinto una certa visione della selezione naturale ed hanno sostenuto tale visione come la sola teoria accettabile della genesi dell'adattamento" (*ivi*, p. 251). Ma questo non significa un drastico ridimensionamento della selezione naturale.

L'adattamento è un concetto fondamentale, in quanto solo esso è una proprietà prettamente biologica, e ad esso si possono ricollegare, almeno indirettamente, anche le caratteristiche non adattive, come farà lui stesso nella fondazione della medicina darwiniana (Williams e Nesse, 1991; Nesse e Williams, 1994). "L'evoluzione, qualsiasi trend generale possa implicare, è un sottoprodotto dell'adattamento. Alla fine di milioni di anni un organismo dovrebbe quasi sempre essere qualcosa di diverso dall'inizio, ma in un aspetto importante continua ad essere esattamente lo stesso; dovrebbe continuare a mostrare la proprietà unicamente biologica dell'adattamento, e dovrebbe aggiustarla precisamente alle particolari circostanze. È una sfortuna che la teoria della selezione naturale si fosse inizialmente sviluppata per spiegare il cambiamento evolutivo. È molto più importante una spiegazione del mantenimento dell'adattamento" (Williams, 1966, p. 54).

L'adattamento è il frutto di una spiegazione a priori che ha il suo cominciamento nel concetto empirico di evoluzione organica come discendenza con modificazione. L'adattamento è “[...] il disegno per un efficiente ruolo nella propagazione [...]” (*ivi*, p. 6) di elementi stabili: i geni. La trattazione dell'adattamento deve essere formale. “Sospetto – dice il biologo – che il progresso della teleonomia [la scienza cioè dell'adattamento] avrà presto bisogno di una standardizzazione dei criteri per dimostrare l'adattamento, e di una terminologia formale per la sua descrizione” (*ivi*, p. 260). E, significativamente, prosegue: “Forse la ragione principale per cui i biologi non hanno adottato un sistema formale nella determinazione di relazioni funzionali è che molti dei problemi sono risolti prontamente in modo intuitivo” (*ivi*, p. 261). Infine: “L'uso disciplinato FORMALMENTE [lo stampatello è dell'autore] della teoria della selezione genetica per i problemi dell'adattamento, come suggerito in questo libro, rende possibili ulteriori progressi e comprensioni nella misura in cui tale teoria costituisce una spiegazione vera o adeguata” (*ivi*, p. 270). Dal momento che l'adattamento è un “disegno per un efficiente ruolo nella propagazione” dei geni, il “demone Darwiniano” si riassume in un'unica espressione formale:

$$“P_n = (S_1 \text{ elevato alla } t_1) (S_2 \text{ elevato alla } t_2) \dots (S_{n-1} \text{ elevato alla } t_{n-1})”$$

(*ivi*, p. 89).

In cui P sta per probabilità di mortalità e S come probabilità per unità di tempo di sopravvivere durante lo stato n che dura per il tempo n . “Il fine del demone Darwiniano sarà di massimizzare P_n , in qualsiasi modo possa essere fatto” (*ibidem*). Tale espressione esprime in modo sintetico a priori le condizioni di possibilità del concetto di adattamento.

Nel 1979 apparvero due articoli profondamente critici rispettivamente contro il programma adattazionista e l'approccio sociobiologico, l'uno ad opera di Gould e Lewontin (Gould e Lewontin, 1979), l'altro scritto dal solo Lewontin (Lewontin, 1979). I due lavori non sembrano tanto l'espressione di un comune pluralismo postdarwiniano, come dovrebbe essere secondo i già citati Bocchi e Ceruti, quanto una reazione contro un paradigma dominante, quello nominato ortodosso, rappresentato appunto dalla sociobiologia e da un modo comune di fare ricerca in biologia evoluzionistica, definito da Gould e Lewontin programma adattazionista. Che tale modo di ricerca sia connaturato al paradigma ortodosso è

facilmente riconoscibile, visto che si fonda sulla ricerca di un significato adattivo per ogni caratteristica organica e sull'isolamento di ciascuna caratteristica sulla base di un substrato genetico. Tale panselezionismo e atomismo era alla base della stessa sociobiologia, che in America in quegli anni era come non mai al centro dell'attenzione (Mainardi, 1979, in Wilson, 1975, trad. it., 1979, pp. IX-XI).

La sociobiologia procedeva appunto cercando una storia adattiva per ciascun tratto comportamentale umano e postulava l'esistenza di un suo controllo genetico e di un'origine per selezione naturale (Lewontin, 1979). In fondo, non siamo molto distanti dalla frase darwiniana: "È bene tentare col pensiero di dare ad una forma qualche vantaggio su un'altra" (Darwin, C., 1859, trad. it., 2000, p. 98) e non sfuggirà che si tratta di un programma di ricerca sperimentale il cui oggetto di ricerca è posto a priori. Spregiativamente, Lewontin sostiene che in base al programma adattazionista "[...] il problema è posto attraverso una investigazione *a priori*, basata su alcune valutazioni sui modelli di evoluzione storica degli organismi, e così vengono cercati aspetti fenotipici morfologici, fisiologici o comportamentali, o vengono predicati per un ipotetico organismo, come soluzione a problemi adattivi" (Lewontin, 1979, p. 6).

Significativamente, qualche anno dopo, cioè nel 1983, E. Mayr rispondeva alle critiche di Gould e Lewontin dimostrando che tale modo di far ricerca in biologia esisteva non solo nei ultimi quarant'anni, come sostenevano i due autori, ma già a partire da Darwin (Mayr, 1983). D'altronde Mayr si sforza di dimostrare che bisogna distinguere fra un programma adattazionista buono, quello cioè che ha pervaso le migliori ricerche della storia della biologia evoluzionistica, da un programma adattazionista cattivo legato all'approccio atomistico e deterministico (Mayr, 1983, p. 325). La critica generale che Gould e Lewontin apportano al programma adattazionista si fonda sul fatto che l'organismo non può essere considerato come la somma di parti analizzabili distintamente, come avviene nella ricerca adattazionista, ma deve essere considerato come un tutto integrato sottoposto a dei vincoli di sviluppo filogenetico e ontogenetico altrettanto importanti delle forze selettive. La selezione naturale, anzi, non può che agire all'interno dei vincoli posti dalla natura stessa dell'organismo.

Se non si può che concordare con questa posizione, è bene però sottolineare che Williams aveva già virtualmente risposto a questo tipo di critiche e che proprio per questo aveva ristretto l'adattamento

esclusivamente alla selezione naturale, rendendo la selezione l'unica condizione di possibilità del meccanismo adattivo.

“La regola base – dice nel 1966 – o forse *dottrina* può essere un termine migliore – è che adattamento è un concetto speciale e oneroso che deve essere usato solo dove è realmente necessario. Quando deve essere riconosciuto, dev'essere attribuito ad un livello di organizzazione non più ampio di quanto richiesto dall'evidenza. Nella spiegazione dell'adattamento, si deve assumere l'adeguatezza della forma più semplice di selezione naturale, cioè quella di alleli alternativi in popolazioni Mendeliane, nonostante l'evidenza mostri chiaramente che questa teoria non sia sufficiente” (Williams, 1966, pp. 4-5). In conclusione, riteniamo che il saggio di Williams del 1966 sia ampiamente rappresentativo dello spirito ortodosso del darwinismo e della sua natura teorica a priori, e che tale spirito rappresenti ancora il paradigma dominante.

3 LA TEORIA SEMANTICA DELL'EVOLUZIONE DI MARCELLO BARBIERI

Presentare la teoria di Barbieri come custode di possibili soluzioni ai problemi teoretici sollevati dall'evoluzionismo ortodosso è una sorta di provocazione, in quanto lo stesso Barbieri, pur senza negare i fondamenti del selezionismo neodarwiniano, propone un meccanismo evolutivo complementare alla selezione naturale e di peso maggiore per quanto riguarda gli eventi più importanti della storia evolutiva, quelli cioè della macroevoluzione. “[...] se la cellula – dice Barbieri nel 1985 – è una trinità formata da genotipo, ribotipo e fenotipo, ci dovrebbe essere in natura un meccanismo più generale della selezione naturale” (Barbieri, 1985, p. 167). Tenteremo di mostrare che, se si riduce ulteriormente la selezione naturale al suo più puro aspetto formale, la proposta di Barbieri può mostrarsi non tanto come teoria “più generale” della selezione naturale, quanto come teoria della selezione allargata, in cui il meccanismo di fondo diviene più facilmente applicabile. La teoria semantica potrebbe consistere nell'espressione delle condizioni di possibilità dell'evoluzione per selezione come pura scelta fra alternative.

In una comunicazione personale, alla richiesta di un parere sui capisaldi della teoria ortodossa, Barbieri rispondeva: “Mi chiedi un parere “ufficiale” sui due pilastri della teoria “ortodossa” dell'evoluzionismo:

l'atomismo, come concezione della selezione concentrata solo sul gene, e il panselezionismo, come concezione della selezione naturale come unica responsabile dell'adattamento. In realtà, nei termini a cui tu riduci la teoria "ortodossa", mi trovo d'accordo con le sue conclusioni.

1) La selezione è effettivamente basata solo sul gene (nel mio articolo [che citeremo più avanti] dico che la selezione naturale è il risultato automatico della ripetizione indefinita di un processo di copying molecolare, e il copying riguarda proprio i geni).

2) La selezione naturale è praticamente l'unico meccanismo responsabile dell'adattamento all'ambiente (questo è vero, e lo ammette persino Kimura!).

Il problema è che la teoria ortodossa (la Sintesi Moderna) ha pretese molto più ampie, ed è con queste ultime che non sono d'accordo.

1) La selezione è vista non solo come il meccanismo responsabile dell'adattamento (che andrebbe bene) ma come l'unico meccanismo responsabile di tutta l'evoluzione (e questo andrebbe bene solo se a livello molecolare esistesse solo il copying, mentre esiste anche il coding).

2) L'adattamento è visto come l'unico processo che porta, alla lunga, alla comparsa di novità biologiche, mentre io dico che ci sono due meccanismi fondamentali e irriducibili che creano nuovi mondi di oggetti biologici (di artefatti) in Natura" (Barbieri, 2004, comunicazione personale).

Ora, se è vero che Williams ha fondato la teoria ortodossa su di una precisa ed esplicita limitazione dell'uso del concetto di adattamento e dell'azione corrispondente della selezione naturale, è vero anche che la maggior parte degli autori successivi non ha preso alla lettera i principi di Williams, compresi quelli a fondamento del movimento sociobiologico, come Dawkins, Wilson ed altri. L'annotazione di Barbieri quindi è del tutto giustificata. A proposito della sociobiologia Barbieri critica la nuova disciplina attaccando le sue opinioni di fondo. Se in sociobiologia la cellula è descritta da due concetti fondamentali, il genotipo e il fenotipo, Barbieri propone una triade di genotipo, ribotipo e fenotipo. Se la sociobiologia vede il gene come dominatore del mondo organico, Barbieri lo ritiene piuttosto come un parassita divenuto vitale nell'economia della natura, ma di fronte al quale non tutto è asservito (Barbieri, 1985, pp.159-162).

L'affermazione secondo cui non solo l'adattamento è portatore di nuove caratteristiche nel mondo biologico è in netto contrasto anche con il selezionismo ristretto di Williams, nella misura in cui Barbieri ritiene che questi nuovi oggetti siano di vitale importanza tanto quanto quelli prodotti

dall'adattamento. Oltre alla selezione naturale prodotto della competizione e della variazione, esiste anche il meccanismo semantico che sta alla base dei cicli naturali. Vedremo se e come poter conciliare le due visioni in una teoria generale allargata, nonostante il fatto che lo stesso Barbieri le definisca "irriducibili". La teoria di Barbieri è esplicitamente contraria al 'monotipo' ortodosso ed è piuttosto una teoria pluralistica. "Mentre il mondo di Darwin era dominato dalla legge monolitica della competizione universale, il mondo della teoria semantica è necessariamente pluralistico; è costituito da una moltitudine di convenzioni biologiche che formano un sistema unitario [...]" (*ivi*, p. 193).

Considerare la teoria di Barbieri come uno sviluppo della biologia molecolare è altrettanto rischioso e infatti non è questa la nostra intenzione. È vero che essa si fonda sullo studio della natura dei ribosomi, dei geni e delle proteine, ma i biologi molecolari non hanno mai parlato di processi semantici, né di centralità dei ribosomi. La biologia molecolare, inoltre, può essere considerata come una ulteriore vittoria del neodarwinismo ortodosso, piuttosto che una sua messa in discussione. Un illustre esponente della disciplina come Jacques Monod, per esempio, a proposito delle interazioni allosteriche parlava di proprietà di riconoscimento delle proteine (Monod, 1970). Il principio di gratuità da lui elaborato si può definire come principio di arbitrarietà, in quanto indica l'emancipazione, anche se certo non la trascendenza, della strutture biologiche dall'immediatezza delle leggi chimico fisiche (Zampieri, 2004). Tale arbitrarietà però non dipende in Monod da processi semantici, quanto dall'informazione contenuta nel genoma, a sua volta prodotto di una storia evolutiva strettamente neodarwiniana. Monod inoltre concepiva il codice genetico come l'unico esistente in natura e lo riteneva costituito da processi di puro scambio di informazione, piuttosto che da processi semantici.

3.1 I CONCETTI EMPIRICI DI PARTENZA:

RIBOTIPO ED EVOLUZIONE PRECELLULARE

3.1.1 Il ribotipo come concetto empirico centrale della cellula

Come è possibile una scienza sintetica a priori del concetto empirico di cambiamento, così sembra esserlo anche quella del concetto empirico complesso di cambiamento organico, dove lo sviluppo a priori di ciascuno

dei due concetti contribuisce alla fondazione della teoria. Se il punto di partenza di Darwin fu principalmente il concetto empirico di variazione, e in Fisher e Williams tale concetto si arricchì in una rifondazione razionale, in Barbieri lo sviluppo a priori della teoria dipende principalmente da un ripensamento del concetto di organismo. Il concetto di organismo è impensabile senza il riferimento al concetto di cellula. “Essa [la teoria cellulare “forte”, dice Barbieri nel 2000] afferma che le cellule sono le unità *logiche* del mondo vivente così come gli atomi e le molecole sono le unità del mondo fisico. [...] *la vita è lo stato di attività delle cellule e dei sistemi cellulari*. Il primo problema della biologia, l’interrogativo *Che cos’è la vita?* Diventa allora la domanda *Che cos’è la cellula?*” (Barbieri, 2000, pp. 22-23). “L’evoluzione – dice il biologo qualche anno prima – è l’idea di cambiamento storico accompagnato da aumenti di complessità e diversità, e il suo fondamento così come il suo punto di partenza è proprio l’ipotesi dei microrganismi ancestrali, l’idea che la vita sia cominciata sul nostro pianeta con singole cellule” (Barbieri, 1985, p. 20).

Il concetto di cellula, a sua volta, non può prescindere dalla considerazione della sua origine. “Questi esempi mostrano come una teoria delle origini sia essenzialmente il riflesso di ciò che i biologi pensano sui componenti primari della cellula, il che è logico perché, in linea di principio, la natura della cellula e la sua origine sono problemi complementari” (*ivi*, p. 150). Lo sviluppo di una teoria delle origini delle cellule, infine, non può che fornire gli strumenti di una teoria generale dell’evoluzione: “Personalmente ho cominciato ad avere dubbi sull’idea della svolta “storica totale” quando mi resi conto che può esistere una connessione fra l’origine della cellula, l’origine del nucleo, la frattura fra procarioti ed eucarioti, e l’evoluzione dei ribosomi. L’esistenza di un legame fra questi quattro eventi del Precambriano vorrebbe dire ovviamente che esiste un legame fra ciò che avvenne prima e ciò che è avvenuto dopo l’origine della cellula; vorrebbe dire che non esiste alcun divorzio fra evoluzione precellulare ed evoluzione cellulare, e che non possiamo illuderci di capire l’evoluzione delle cellule senza una spiegazione coerente delle loro origini” (*ivi*, pp. 126-7). Così: “[...] un *nuovo concetto di adattamento e una nuova teoria della cellula sono condizioni pregiudiziali per poter proporre un nuovo meccanismo dell’evoluzione*” (*ivi*, p. 188).

Se anche nel caso di Barbieri, come in Darwin, il procedimento a prima vista può sembrare induttivo, in realtà si tratta di un autentico procedimento scientifico, cioè a priori non puro. Una volta riconosciuta

che la caratteristica fondamentale della cellula è la centralità del ribotipo rispetto al genotipo e al fenotipo, Barbieri ricostruisce a priori le condizioni di possibilità di un'evoluzione precellulare, filogenetica e ontogenetica sulla base di tale centralità. Le condizioni dei primi due tipi di evoluzione sono stabilite nel testo del 1985 (Barbieri, 1985), mentre le condizioni di uno sviluppo ontogenetico sono sviluppate in modo formalmente ancor più raffinato nella seconda monografia di Barbieri del 2000 (Barbieri, 2000).

La cellula è un sistema in cui vi sono degli elementi di memoria bidimensionale, i geni, che vengono tradotti in elementi strutturali e funzionali tridimensionali, le proteine. “In qualche modo, una catena di nucleotidi deve tradursi in una catena di amminoacidi, e questo significa due cose: che ci deve essere un *codice* di corrispondenza fra nucleotidi e amminoacidi, e che ci deve essere un *decodificatore* il quale esegue fisicamente la traduzione” (Barbieri, 1985, p. 85). “In breve – argomenta Barbieri – non è possibile andare dal mondo unidimensionale dei geni a quello tridimensionale delle proteine senza l'azione di molecole che sono capaci di compiere operazioni in entrambi i mondi. Si noti che il punto focale del problema non è tanto che occorre un intermediario fra geni e proteine, quanto il fatto che tale intermediario non può essere formato né da altri geni né da altre proteine: è assolutamente necessaria una terza classe di composti” (*ivi*, p. 152). Da questa necessità logica si deduce che i composti in questione non possono che essere i ribosomi, degli aggregati estremamente complessi di RNA e proteine, in quanto “Molti protagonisti della sintesi proteica – amminoacidi, messaggeri, transfer ed enzimi attivanti – sono molecole non legate, e di conseguenza sono liberamente diffusibili nel citoplasma. Ciò che le concentra in uno spazio ristretto e le fa avvicinare a distanze molecolari in un ordine specifico sono i ribosomi, le macchine molecolari su cui avviene la decodificazione dei messaggi genetici e il montaggio fisico delle proteine” (*ivi*, p. 90).

I ribosomi in se stessi, d'altronde, non sono sufficienti ad aspirare al ruolo di caratteristica concettuale centrale della cellula. Barbieri propone il termine *ribosoidi* e il sistema del ribotipo. “Nel 1981 ho introdotto il termine *ribosoidi* per indicare i sistemi molecolari che contengono lo zucchero *ribosio*: ATP, nucleotidi, transfer, messaggeri e ribosomi, per esempio, sono tutti ribosoidi. Oltre a ciò, ho dato il nome di *ribotipo* al sistema formato da tutti i ribosoidi della cellula e ho proposto la “teoria ribotipica” sulla base di due concetti: la cellula non è una dualità di genotipo e fenotipo ma una trinità genotipo-ribotipo-fenotipo, e la vita

ebbe origine sulla Terra dagli antenati dei ribotipi” (Barbieri, 1985, p. 128; Barbieri, 1974; Barbieri, 1981).

Il riconoscimento della centralità del ribotipo nella costruzione della cellula a partire dalle informazioni genetiche monodimensionali implica il riconoscimento della sua centralità nella descrizione e nella comprensione della natura della cellula stessa e di conseguenza dell’organismo. La cellula diviene una macchina la cui esistenza dipende dal funzionamento di un meccanismo semantico, in cui cioè l’informazione fondamentale necessita di un sistema di interpretazione dell’informazione stessa per una sua corretta messa all’opera. L’esistenza di un codice, che implica non solo l’informazione, ma anche e soprattutto le regole di interpretazione, diviene la caratteristica centrale dell’organismo. Di nuovo, rispetto all’evoluzionismo ortodosso, c’è che l’organismo non è composto solo di informazione, il gene, ed esecuzione, le proteine, il che implica che la partita evolutiva probabilmente non si giochi solo fra questi due elementi.

3.1.2 L’evoluzione precellulare

Partendo dal presupposto della centralità del ribotipo, Barbieri elabora una teoria dell’evoluzione precellulare a partire da ribotipi ancestrali. Il biologo tenta di stabilire cioè le condizioni di possibilità di un’evoluzione precellulare fondata sui ribotipi. Lo scenario è una sorta di brodo primordiale in cui si trovavano in soluzione amminoacidi, proteine e nucleotidi. Dal momento che acidi ribonucleici e peptidi si legano spontaneamente, in tale brodo è plausibile supporre che esistessero anche ribosoidi liberi. Gli antenati dei ribosomi moderni, detti “protoribosomi”, avevano tre capacità.

- 1) Autoassemblaggio: come già detto, erano in grado di formarsi spontaneamente in virtù delle affinità elettive, se mi si concede il termine, fra acidi ribonucleici e peptidi.
- 2) Polimorfismo: in virtù della loro capacità spontanea di autoassemblaggio, si formavano protoribosomi di specie diverse, per componenti, peso e caratteristiche fisico-chimiche.
- 3) Favorivano spontaneamente reazioni biochimiche su se stesse, rendendosi responsabili della formazione di catene di amminoacidi legate casualmente.

Per necessità puramente statistica, i protoribosomi polimerizzanti

favorivano la nascita di diversi tipi di proteine, alcune delle quali, favorendo la condensazione di nucleotidi, portavano alla nascita di diverse catene di acidi nucleici. Significativamente, Barbieri sostiene che “[...] varietà proteiche di molti tipi diversi potessero essere prodotte localmente” (Barbieri, 1985, p. 132), quindi anche di amminoacidi e protoribosomi, il che significa che si venne a stabilire man mano una diversificazione locale fra specie molecolari. Siamo di fronte ad un meccanismo di diversificazione puramente spontaneo e statistico.

Aumento del numero di catene proteiche e di acidi nucleici favorivano, a loro volta, la formazione di nuovi protoribosomi, chiudendo un ciclo ed aprendone un altro. La spontaneità di formazione dei protoribosomi è alla base di una sorta di protoereditarietà (Barbieri parla di “quasi-replicazione”). Anche se non vi è il passaggio di informazioni, in ogni caso da una generazione all'altra abbiamo lo sviluppo di uno stesso “tipo”, cioè di protoribosomi con le tre caratteristiche fondamentali citate. I protoribosomi, a loro volta, hanno la capacità di aggregarsi fra loro spontaneamente, formando coacervati sopramolecolari di ribosoidi e ribosoidi ed altre molecole, che Barbieri definisce “nucleosoidi”. Tali strutture possono avere una grande varietà di forme, come i protoribosomi. Visto che “Possono avere tutte le dimensioni intermedie fra l'ångström e il micron [...] [possono essere considerate] un vero e proprio ponte fra le molecole e le cellule” (*ivi*, p. 135).

Alcuni di tali nucleosoidi, ancora per pure necessità statistiche, hanno la capacità al loro interno, formato di “microambienti e microcompartimenti”, di intrappolare, favorire e localizzare reazioni fra molecole. Così, come i protoribosomi hanno la capacità di polimerizzazione molecole, così i nucleosoidi hanno la capacità di polimerizzazione sovramolecolare. Tali nucleosoidi possono produrre al loro interno protoribosomi formando da sé in questo modo i propri stessi componenti. Giunta una dimensione critica, i nucleosoidi si spezzano liberando i protoribosomi e dando vita ad un nuovo ciclo. Così anche i nucleosoidi, come i protoribosomi, possiedono una sorta di protoereditarietà.

La sintesi di composti provocata dai nucleosoidi si mantiene eterogenea. Da un punto di vista statistico, però, aumentano numericamente quei composti utili alla quasi-replicazione. “Fra questi composti si trovavano, per esempio, i componenti delle membrane. Se l'associazione con le membrane non era un processo instabile, una sottoclasse di nucleosoidi associati a membrane si sarebbe stabilita in ogni caso per pure ragioni statistiche, e

se l'associazione aveva alcuni vantaggi è naturale che la frequenza media della sottoclasse mostrasse una tendenza all'aumento" (*ivi*, p. 136). Qui troviamo un altro concetto fondamentale, sul quale ritorneremo: aumento numerico legato all'utilità alla (quasi) riproduzione.

Altri nucleosoidi cominciarono a polimerizzare molecole di DNA, molecola più stabile dell'RNA, che poté divenire utile come serbatoio dell'informazione. Tali strutture vengono chiamate da Barbieri "eterosoidi". Così, "In alcuni di essi cominciarono a farsi molecole di DNA all'interno; in altri si ebbero membrane che diedero inizio alla formazione di rivestimenti all'esterno; e in una terza sottoclasse avvennero *ambedue* i processi. [...] I primi eterosoidi, però, non erano ancora cellule. I loro meccanismi di quasi-replicazione li portavano a dividersi in parti disuguali, e ci volle una nuova fase evolutiva prima che emergessero i vantaggi di produrre discendenti sempre più simili fra di loro. La quasi-replicazione si avviò così a diventare replicazione vera e propria, e il compimento di tale processo portò a termine l'intera evoluzione precellulare. Sulla terra erano comparse le prime cellule" (*ivi*, p. 137).

Anche se Barbieri non analizza esattamente il perché del passaggio dalla quasi-replicazione alla replicazione vera e propria, probabilmente il DNA fu sfruttato per il suo vantaggio che dava alla replicazione e una replicazione specifica deve aver avuto lentamente un vantaggio numerico sulla quasi-replicazione, altrimenti si sarebbe rimasti a quest'ultima. Qualche anno dopo, infatti, Barbieri sosterrà che "L'ambiente penalizza i sistemi [autoreplicanti] che fanno molti errori rispetto a quelli che ne fanno pochi" (Barbieri, 2000, p. 141). René Thom sottolinea che la descrizione di Barbieri dei cicli biotici che portarono alle prime cellule è "piuttosto vaga in alcuni punti" (Thom, 1985, in Barbieri, 1985, p. 11), ma ciò è forse un po' ingiusto, vista la natura statistica della spiegazione. In quanto a priori e statistica, necessariamente è vaga e ciò non costituisce un difetto, quanto piuttosto una caratteristica costituzionale della stessa spiegazione.

Tutta l'evoluzione precellulare è fondata sulla natura di elementi di aggregazione spontanea capaci di aumentare di complessità e di acquisire man mano un vantaggio numerico nel passaggio da un meccanismo protosemantico, in cui vi è associazione casuale di una famiglia di molecole con un'altra famiglia di molecole, ad un meccanismo semantico, in cui l'associazione viene governata da regole di corrispondenza. L'evoluzione si sviluppa secondo un susseguirsi di cicli la cui caratteristica è un aumento di complessità quantitativo, poiché ad ogni ciclo si sviluppano elementi

strutturali e funzionali composti da un numero maggiore di subunità e, cosa fondamentale, le cui relazioni divengono man mano sempre più specifiche. Tale aumento di complessità dunque si può misurare secondo un aumento di informazione e di significato biologico, inteso come costituito di regole di corrispondenza. Ciò corrisponde ovviamente alla definizione che dà lo stesso Barbieri di complessità: “[...] la complessità di un sistema è misurata dal numero dei parametri che sono necessari a descriverlo [...]” (Barbieri, 2000, p. 35). “Nell’evoluzione [...] [precellulare] – dice Barbieri – compare un nuovo tipo di anticaos, un ordine basato sull’aggiunta di significati alle strutture molecolari, e fu da quelle prime convenzioni naturali che alla fine emerse il codice genetico” (*ivi*, p. 158).

3.2 IL MODELLO SINTETICO A PRIORI DELL’EVOLUZIONE SEMANTICA

Il concetto empirico di partenza è dunque quello di organismo. Organismo significa cellula. Cellula, a sua volta, significa meccanismo di produzione spontanea di significato biologico fondato sull’attività dei ribosomi. L’evoluzione correlata a tale concetto significa evoluzione come aumento di complessità implicito nella creazione spontanea di nuovi significati biologici. Significato biologico, in ultima analisi, significa specificità, il legame univoco fra due sostanze non legate da strette affinità fisico chimiche.

Renè Thom, nella prefazione a *La teoria semantica dell’evoluzione* di Barbieri che abbiamo brevemente esaminato, oltre a testimoniare che l’intuizione di fondo dell’opera, la necessità di un ponte di collegamento fra geni e proteine che funga da “organizzatore centrale”, è “fondamentalmente giusta”, sottolinea una lacuna dell’opera, il fatto cioè che “Gli aspetti geometrici della morfogenesi sono [...] passati sotto silenzio” (Thom, 1985, in Barbieri, 1985, p. 12). Nel 2000 Barbieri pubblica la sua seconda monografia, *I codici organici*, che, oltre ad approfondire ed allargare il campo di ricerca aperto con il primo saggio del 1985, sembra esaurire la richiesta del biologo francese (esaurendo, sia detto per inciso, anche la richiesta di un’analisi più approfondita della nascita e degli aspetti numerici del codice genetico). In questo testo, infatti, Barbieri presenta un modello matematico dello sviluppo embrionale che rende chiara la necessità di diversi codici e memorie nello sviluppo

epigenetico. Tale modello vuole essere la spiegazione sintetica a priori non pura della possibilità di un aumento divergente di complessità, quale quello testimoniato dall'ontogenesi. Non pura, perché sviluppa il concetto empirico di organismo. A priori, perché fondata su di un ragionamento matematico indipendente dall'evoluzione storica. Sintetica, perché il ragionamento rappresenta un aumento di conoscenza. Esso infatti non ci dice che i codici esistono, in quanto questo stesso è il punto di partenza di una visione empirica dell'organismo fondata sulla centralità dell'attività semantica dei ribosomi, ma “[...] affronta il problema di capire *perché* esistono [...]” (Barbieri, 2000, p.11).

Ora, Barbieri stesso precisa che tale modello non può funzionare per l'evoluzione filogenetica, in quanto in questo caso si tratta di un aumento divergente di complessità, grazie cioè all'effetto di mutazioni casuali, mentre l'aumento di complessità ontogenetico segue una logica predeterminata non casuale (*ivi*, p. 70). L'evoluzione, in altre parole, non parte da un'informazione iniziale che deve essere messa in opera, come nel caso dell'embrione, ma crea di volta in volta l'informazione necessaria alla creazione e al superamento di un gradino evolutivo. Se così fosse allora non potremmo sostenere, come abbiamo fatto per Darwin, Fischer e Williams, che il cuore dell'evoluzionismo di Barbieri, inteso appunto come filogenesi, è realmente scientifico, cioè sintetico a priori. In realtà, come vedremo, tale modello si può applicare anche all'evoluzione filogenetica, in particolare per spiegare la cosiddetta esplosione del Cambriano, e più in generale per comprendere come a livello molecolare la deriva genetica possa divenire produttrice di complessità biologica.

Barbieri, poi, per quanto ogni sua conclusione abbia un supporto sperimentale, dissemina i suoi testi di dichiarazioni riguardo l'importanza della ricostruzione teorica dei problemi empirici dell'evoluzione. Quanto parla di anticaos, per esempio, cioè dell'ordine organico prodotto dall'evoluzione storica, sembra vedere Kant ammicciare: “L'esperienza ci insegna a diffidare fortissimamente di tutte le forme di anticaos che sono state proposte nel passato perché esse ci chiedono invariabilmente di affidarci al mistero e di rinunciare a capire, ma questo non significa che dobbiamo abbandonare la ricerca razionale di un anticaos che può esistere davvero. In questa impresa, l'unico strumento che può aiutarci veramente è la matematica, e ancora una volta pertanto ci rivolgeremo al modello della ricostruzione da informazioni incomplete per la ricerca di una possibile soluzione” (*ivi*, pp. 228-9).

Il punto di partenza di Barbieri è il tentativo di comprendere come l'embrione possa, nel graduale passaggio allo stato adulto, aumentare di complessità. Si tratta di un aumento di complessità perché nel corso dello sviluppo appaiono, in un processo epigenetico, nuove strutture e funzioni la cui informazione non è contenuta interamente nelle cellule iniziali. Il problema, in una sua posizione a priori, è comprendere come un sistema possa aumentare di complessità a partire da informazioni iniziali incomplete.

In tomografia computerizzata e in microscopia elettronica troviamo delle proiezioni di corpi tridimensionali su superfici piatte. "Per ricostruire la struttura di partenza, quindi, è necessario fare l'operazione inversa (una deconvoluzione) utilizzando una pluralità di proiezioni ottenute ad angoli diversi" (*ivi*, p. 71). Un primo algoritmo applica la formula una volta sola ed utilizza il numero minimo di proiezioni per ottenere una rappresentazione tridimensionale esatta. Un secondo algoritmo parte da un numero di proiezioni inferiore al minimo teorico. Per far ciò si deve ripetere più volte la formula di ricostruzione per giungere ad ottenere una struttura che è solo un'approssimazione dell'originale. Tale metodo è più pratico perché implica formule e calcoli più semplici. A ben vedere, sottolinea Barbieri, quest'ultimo algoritmo "iterativo" simula proprio ciò che avviene nell'ontogenesi, in quanto si tratta della costruzione di una struttura a partire da un'informazione iniziale incompleta. "Il problema della ricostruzione di strutture da proiezioni incomplete è quindi un modello ideale per capire come può avvenire un aumento convergente della complessità di un sistema" (*ivi*, p. 72).

Gli algoritmi iterativi producono delle ricostruzioni dove compaiono, ad ogni iterazione, dei valori illegali. Oltre alla matrice della struttura, cioè la sua immagine bidimensionale, si può quindi costruire una matrice memoria in cui vengono registrati i valori illegali. Vi sono alcuni valori illegali che riappaiono regolarmente ad ogni iterazione. Dopo un numero prefissato di iterazioni quindi possono essere esclusi dalla trattazione delle incognite ed essere acquisiti come valori che non appartengono alla struttura. Allo stesso modo, la matrice memoria può registrare i valori normali che riappaiono costantemente ad ogni iterazione. Dopo un certo numero di iterazioni quindi anch'essi possono essere trattati come valori acquisiti e, in questo caso, come valori appartenenti alla struttura. La famiglia di algoritmi che usano matrici memoria nelle ricostruzioni è chiamata MRM (*Memory Reconstruction Method*) (*ivi*, pp. 80-87).

Tale modello matematico permette di individuare due principi necessari alla logica di un aumento convergente di complessità a partire da informazioni incomplete come quello dell'ontogenesi. “Le formule di MRM, in conclusione, portano a un principio universale: il principio che non ci può essere un aumento convergente di complessità senza memoria. La seconda caratteristica fondamentale del metodo MRM è che l'informazione dello spazio memoria può essere trasferita allo spazio reale solo in base ad opportune ‘convenzioni’. [...] Questo ci porta ad un secondo principio universale: *non ci può essere un aumento convergente di complessità senza convenzioni*” (*ivi*, pp. 88-9).

In questo modo Barbieri dimostra a priori la necessità logica della creazione di memorie e codici organici nell'ontogenesi. Come già detto, però, tale modello può essere applicato indirettamente anche alla filogenesi, dimostrando la necessità logica della creazione di memorie e codici nel corso dell'evoluzione storica, il che significa che memoria e codice genetico non sono le uniche esistenti in natura. I processi semantici coinvolti nell'evoluzione sono processi in cui spontaneamente compaiono delle regole che attribuiscono significato biologico alle strutture che trasportano informazioni. “Come sempre, però – dice Barbieri – una nuova conclusione solleva inevitabilmente nuovi problemi, e in questo caso il primo problema che sorge è capire come abbiano fatto le cellule ad acquistare codici organici e memorie cellulari, il che ci porta all'evoluzione e ai suoi meccanismi” (*ivi*, p. 119).

L'esplosione del Cambriano corrisponde ad un periodo geologico che va dai 545 ai 505 milioni di anni fa in cui vennero creati ‘improvvisamente’ i piani corporei che ancor oggi sono alla base di tutte le strutture viventi più complesse. In altre parole, prima del Cambriano la terra era popolata solo da organismi unicellulari per un tempo complessivo di 3000 milioni di anni, mentre dopo questo periodo, breve geologicamente, ma estremamente lungo in numero di generazioni, la terra si popolò degli antenati di ogni forma multicellulare conosciuta nel pianeta. Durante tale periodo furono creati e non più modificati tutti i piani corporei fondamentali del regno vivente. Ora, “[...] dal momento che la modificazione storica dei piani corporei può essere avvenuta solo a livello embrionale [...]” (Barbieri, 2002, p. 260-1), l'esplosione del Cambriano è stata dovuta probabilmente alla scoperta da parte della natura di una nuova logica di sviluppo.

Il piano corporeo può essere visto come una memoria collettiva che viene rispettata dalla popolazione di cellule che costituisce un organismo

(Barbieri, 2000, pp. 208-9) e quindi l'esplosione del Cambriano fu dovuta alla graduale creazione proprio di una tale memoria. “È probabile, in altri termini, che i primi animali avessero uno sviluppo embrionale quasi totalmente programmato nei geni, e che solo in un secondo tempo passarono a un tipo di sviluppo che poteva utilizzare anche le informazioni sovracellulari del piano corporeo. Questo passaggio da uno sviluppo continuo (a una sola fase) a uno sviluppo discontinuo (a due fasi) sarebbe stato una trasformazione evolutiva di enorme portata per gli animali, e potrebbe benissimo corrispondere alla esplosione del Cambriano” (*ivi*, p. 210).

Il modello della ricostruzione di strutture a partire da proiezioni bidimensionali è stato usato prendendo in considerazione una struttura individuale. Ma è possibile simulare un sistema formato da diverse individualità. In questo caso, “La differenza fra informazione iniziale e finale, e quindi l'aumento di complessità del sistema, dipende unicamente dalle memorie che vengono utilizzate, perché è solo nelle memorie che compaiono nuove informazioni” (Barbieri, 2002, p. 269). Nel caso delle strutture formate da diversi elementi è possibile quindi costruire una memoria collettiva a fianco delle memorie individuali, in modo che l'elemento individuale possa ricevere informazioni, da un certo punto in poi, non solo dalla propria memoria individuale, ma anche da quella collettiva. “A parità di informazioni iniziali, una ricostruzione discontinua [che utilizza cioè sia memoria individuale che collettiva] produce un aumento di complessità superiore a quello di una ricostruzione continua [in cui si utilizza solo la memoria individuale] – perché la memoria collettiva aggiunge informazioni a quelle delle memorie individuali” (*ibidem*).

L'esplosione del Cambriano, così, può essere vista come il passaggio dell'uso di memorie individuali da parte di una popolazione di cellule all'uso di una memoria collettiva, il che ha permesso, in poco tempo (relativamente alle durate geologiche) di creare una grande varietà di nuove forme pluricellulari. Ancora una volta, il modello matematico dimostra che tale importante salto evolutivo è stato possibile solo grazie all'acquisizione di una nuova memoria organica, quella sovracellulare del piano corporeo, e naturalmente di un nuovo codice organico in grado di mettere in relazione tale memoria collettiva con le memorie individuali, anche se, in questo caso, non dimostra strettamente il perché della messa in opera di una comunione fra cellule individuali. Probabilmente, dal momento che la creazione di codici è spontanea in natura, la relazione fra

cellule si è messa all'opera anch'essa spontaneamente.

Al di là del Cambriano, il modello epigenetico di Barbieri dimostra anche come la deriva genetica possa essere stata fonte di informazione nel corso dell'evoluzione. Se Mayr aveva criticato Monod, dice Barbieri, per il fatto di aver sostenuto che l'unica fonte di novità biologica ha una natura essenzialmente casuale, Kimura ha successivamente riconfermato questa posizione, dimostrando che a livello molecolare variabilità e cambiamento delle specie dipendono dalla casualità della deriva genetica. In questo senso, la selezione naturale non ha alcun ruolo nella produzione di novità biologica, semmai ha la funzione di vagliare quale di queste novità possa realmente fissarsi nel corso dell'evoluzione. Ora, se applichiamo il modello della ricostruzione iterativa alla deriva genetica, si vede che i valori illegittimi, che hanno un andamento casuale, possono acquistare significato, e quindi divenire fonte di informazione, nel caso della creazione di una matrice memoria che dia un senso a tale deriva. “Il modello matematico ci permette quindi di arrivare alla seguente conclusione: *a livello molecolare le novità evolutive prodotte dalla deriva genetica possono essere filtrate da un anticaos naturale se il sistema contiene memorie organiche e codici organici*” (Barbieri, 2000, p. 229). Ancora una volta, è dimostrata a priori la necessità della creazione di diverse memorie e codici come condizione di possibilità dell'evoluzione organica. E qui si vede come tale anticaos sia non tanto diverso, quanto alternativo alla selezione naturale.

3.3 UNA NUOVA VISIONE DELL'ORGANISMO E DELL'EVOLUZIONE

Dal momento che già a partire dal livello molecolare non esiste solo il “copyng”, cioè il processo di trascrizione dei geni, ma anche il “coding”, ovvero il processo di traduzione, la vita, nella sua determinazione materiale, può essere considerata come un artefatto. I suoi elementi costitutivi, cioè, non sono costruiti sulla base di un autoassemblaggio la cui struttura è determinata “dall'interno, cioè da fattori *interni*” (Barbieri, 2005, p. xi). Geni e proteine, in sostanza, sono costruiti da macchine molecolari, i ribosomi, che ordinano le loro subunità sulla base di istruzioni che sono a loro esterne. “Ciò infine implica che tutti gli oggetti biologici sono artefatti, e possiamo giungere alla conclusione generale che *la vita intera è una costruzione artefatta [artifact-making]*” (*ibidem*). Significativamente, Barbieri sottolinea che tale definizione è basata su chiare evidenze

empiriche e che essa può essere considerata come il punto di partenza di un'“impalcatura teoretica” per lo studio dell'evoluzione (*ivi*, p. xii). Ciò conferma appunto la nostra ricostruzione, secondo cui il concetto empirico di ribosoma è il punto d'inizio di una ricostruzione teoretica delle condizioni di possibilità dell'evoluzione organica.

I concetti di informazione e significato, alla base della nuova definizione della vita, costituiscono altresì l'*incipit* del riconoscimento radicale di una nuova categoria di oggetti fisici. Informazione e significato, cioè, non sono quantità fisiche fondamentali, perché non sono misurabili. Esse infatti non possono essere descritte sulla base di una convenzione esterna, ma solo enumerando di volta in volta i loro elementi costitutivi (sequenze e regole di corrispondenza). In altri termini non è possibile quantificare il valore semantico di un sistema se non descrivendo di volta in volta le sue regole di corrispondenza.

Ciò è evidentemente ben diverso dalla quantificazione del peso, o del volume, per esempio, in quanto in questo secondo caso abbiamo a disposizione una scala graduata convenzionale di riferimento. Per quanto riguarda il valore semantico, l'unica regola a priori a cui ci si deve attenere è la verifica dell'esistenza di regole di corrispondenza specifiche e di adattatori materiali che mettono in pratica tali regole.

D'altronde informazione e significato non sono nemmeno qualità, cioè fatture soggettive, in quanto la loro azione all'interno del mondo organico è riconoscibile indipendentemente da qualsiasi valutazione sensibile, come dimostra appunto il modello matematico presentato poco fa. Informazione e significato rimangono comunque delle entità fisiche fondamentali, perché non riducibili a nient'altro e perché non esprimibili da nient'altro che da loro stesse. È necessaria quindi la creazione di una categoria ontologica nuova. Informazione e significato biologico fanno parte cioè delle entità “nominabili”, dal momento che sono riconoscibili e descrivibili solo nominando la sequenza dei loro elementi costitutivi (Barbieri, 2003). Il vivente può quindi essere definito come un artefatto costituito dalla realizzazione di diverse memorie e codici organici.

Per quanto riguarda le memorie, Barbieri mette in luce l'esistenza di almeno tre memorie organiche fondamentali:

“(1) Il genoma è sicuramente un deposito di informazioni e può essere giustamente considerato come la “*memoria genetica*” delle cellule.

(2) Lo stato di determinazione delle cellule embrionali rappresenta una “*memoria cellulare*”, perché rimane per tutta la vita dell'organismo nelle

cellule e nei loro discendenti e rappresenta un deposito di informazioni che determina le loro attività specifiche.

(3) A livello sovracellulare, sappiamo che esistono depositi di informazioni sia nel sistema nervoso che nel sistema immunitario, ed è per questo che parliamo di una “*memoria nervosa*” e di una “*memoria immunitaria*”.

Queste – prosegue il biologo – sono le memorie biologiche che incontriamo in letteratura, e se non fosse per il modello matematico forse non sentiremmo neanche il bisogno di cercarne delle altre. Il modello, però, prevede anche l’esistenza di una “*memoria collettiva*” e ciò fa nascere il sospetto che negli organismi viventi possa esistere una memoria ancora più generale di quella che conosciamo, ossia *una memoria sovracellulare a cui contribuiscono tutti gli apparati del corpo*” (Barbieri, 2002, p. 272).

Purtroppo non sono ancora state condotte delle ricerche accurate in questa direzione, e in genere, sfortunatamente, i biologi hanno dimostrato finora una scarsa elasticità mentale rimanendo fondamentalmente ancorati all’unicità della memoria genetica. D’altronde ciò non è dovuto alla mancanza di apparati sperimentali, né tanto meno alla scarsa capacità di analisi empirica da parte dei ricercatori italiani e stranieri, quanto alla difficoltà del cambiamento di un atteggiamento mentale. Ciò naturalmente riprova quanto importante sia la costruzione a priori come fondamento organizzatore non solo della realtà in se stessa, ma anche della ricerca dei suoi aspetti sconosciuti.

Per quanto riguarda l’esistenza dei codici, Barbieri è ancora più prolifico e giunge all’individuazione di un codice organico corrispondente a ciascuna grande discontinuità evolutiva, nonché alla determinazione di diversi altri codici. Come probabilmente è risultato chiaro dalla trattazione, il significato organico sta ad indicare “[...] *un oggetto che è messo in relazione con un altro oggetto attraverso un codice*” (Barbieri, 2005, p. xii). I codici, a loro volta, implicano l’esistenza di strutture materiali che fungano da adattatori, di oggetti cioè che possano riconoscere due famiglie diverse di entità.

Il lavoro del biologo naturalmente lascia il campo aperto non solo alla ricerca di nuovi codici, ma anche alla ricerca di quelle memorie organiche alla base dei codici già scoperti. Abbiamo quindi:

- 1) Il codice genetico, corrispondente alla nascita della cellula.
- 2) I codici dello splicing, in base al quale l’informazione biologica contenuta nel DNA è separata dalle sequenze prive di senso (o con un senso forse ancora sconosciuto).

- 3) I codici di trasduzione, in base ai quali la cellula filtra e interpreta le informazioni del mondo esterno.
- 4) I codici compartimentali (“compartment codes”: Barbieri, 2005, p. xiv), in base ai quali la cellula gestisce il flusso di molecole al suo interno.
- 5) I codici del citoscheletro, in base ai quali la cellula determina la propria forma tridimensionale.
- 6) I codici di adesione, in base ai quali le cellule aderiscono una all'altra, e che diedero vita agli organismi cellulari.
- 7) I codici “pattern”, in base ai quali furono determinati a livello embrionale i fondamentali piani corporei sui quali tutt'oggi si fondano i viventi.
- 8) I codici linguistici, atto di nascita della specie umana.

Il cuore della teoria di Barbieri probabilmente affonda le radici nel concetto di relazione. In effetti, la cellula è stata possibile proprio grazie alla possibilità di mettere in relazione due famiglie molecolari, come DNA e proteine, dove relazione significa corrispondenza specifica, anche se non radicalmente deterministica. Il concetto di relazione in biologia significa arbitrarietà, in quanto i termini della relazione trascendono le immediate necessità fisico-chimiche. La relazione fra oggetti biologici è una forza spontanea che giunge alla solidità di una legge fondamentale di natura. Così l'evoluzione avviene per mezzo della messa in opera, dello sviluppo e dell'esaurirsi di relazioni fra molecole, cellule, viventi e popolazioni. Ora, anche se sembra difficile conciliare i concetti di spontaneità ed arbitrarietà, il modello semantico riesce proprio in questa impresa. Non sono oggetti metafisici che rendono possibile la relazione di due mondi indipendenti. Sono strutture capaci, in virtù della loro stessa conformazione, di operare due riconoscimenti indipendenti. Tale spontaneità diviene arbitrarietà solo attraverso la memoria e la storia, attraverso cioè l'accumulo di relazioni dello stesso tipo determinate da un vantaggio puramente numerico. Dove la relazione si dimostra più feconda, per ciò stesso verrà automaticamente selezionata e tenderà a divenire sempre più arbitraria, regolare e specifica.

Barbieri, sulla base del riconoscimento dell'importanza del meccanismo semantico, dipinge l'evoluzione come la spiegazione più generale di tale meccanismo. La nascita di una nuova forma vivente mette in moto un meccanismo di attrazione per cui, spontaneamente, si crea una rete di relazioni fra diverse famiglie di organismi e specie. Se vogliamo, lo schema di base può essere quello in cui una nuova famiglia diviene il ponte di collegamento fra altre due famiglie lontane fra loro e così via fino alla

creazione di un ciclo compatto e autosufficiente. La vita non è rimasta cristallizzata al primo ciclo proprio perché spontaneamente tende ad aprire nuovi cicli, a mettere in comunicazione nuove frontiere, ad aprire nuovi orizzonti. Con Barbieri, sembra che la scienza sia finalmente giunta ad avvicinarsi in modo rigoroso a questa grande visione della vita.

3.4 BARBIERI E L'EVOLUZIONISMO

3.4.1 Modello precellulare ed evolucionismo darwiniano classico

Nella prima parte di questo saggio abbiamo parlato di Darwin in riferimento alla fondazione della biologia evolucionistica che fu alla base della teoria ortodossa di Fisher e Williams. È vero però che Fisher e Williams non rappresentano tutta la tradizione darwiniana, in quanto si svilupparono altre interpretazioni del pensiero di Darwin incentrate non tanto sugli aspetti statistici della variazione, o sul concetto di adattamento come discendenza numerica, bensì sui concetti di sopravvivenza del più adatto e di lotta per la vita. Il concetto di adattamento in riferimento all'ambiente fu scartato dall'evoluzionismo ortodosso, mentre anch'esso non poté fare a meno di conservare il concetto di competizione fra individui, o geni, come determinante le frequenze genetiche all'interno delle popolazioni in un meccanismo di selezione naturale. È vero d'altronde che la competizione non è strettamente un parametro matematico e che l'evoluzionismo ortodosso si riferì piuttosto alla determinazione della variazione come aumento della riproducibilità di una determinata varietà rispetto ad un'altra e ciò, a ben vedere, non necessariamente implica competizione.

Dal momento, come già detto, che Barbieri ritiene che il meccanismo descritto sia stato fondamentale non solo nella fase precellulare, il modello di tale evoluzione viene estesa a tutta la storia evolutiva e Barbieri ci tiene a sottolineare le profonde differenze di tale modello con quello evolutivo classico. "Sul piano della ricostruzione storica, in conclusione, la teoria ribotipica delle origini non va oltre il Precambiriano perché il differenziamento presenta per ora un ostacolo insormontabile. Sul piano biologico, però, la teoria ribotipica della cellula ci ha già dato i presupposti che rendono concepibile un meccanismo più generale dell'evoluzione" (Barbieri, 1985, p. 167).

Se l'adattamento in senso darwiniano è la risoluzione dei problemi che l'ambiente ci pone, non si vede come possano essere spiegati non tanto gli adattamenti relativi, quanto i grandi cambiamenti dell'evoluzione, come la nascita della cellula eucariotica, o, per fare un esempio più facilmente visualizzabile, la conquista della terraferma da parte degli esseri acquatici (*ivi*, p. 172). Infatti per un pesce la terraferma non presenta un problema da risolvere, in quanto non è possibile nemmeno che potesse porsi come un problema, tanta è la distanza fra pesce e terraferma. In senso darwiniano ci sono i cambiamenti ambientali da una parte e gli organismi che competono fra di loro dall'altra per prevalere di fronte al cambiamento, ma tali cambiamenti devono essere gradualisti, non certo corrispondenti al passaggio dall'acqua alla terraferma. Nel caso di una zona ricoperta dal mare che diviene asciutta, qualsiasi pesce semplicemente morrebbe, senza la possibilità di disporre di una mutazione preesistente talmente drastica da permettergli di sopravvivere all'aria aperta. In sostanza, come dimostra l'evoluzione precellulare, non ci sono stati adattamenti successivi in risposta a cambiamenti ambientali, quanto la nascita di nuovi cicli naturali. "Non appena compare un nuovo tipo di organizzazione [...], si mette in moto un processo che porta gli organismi a differenziarsi in tutte le forme di un ciclo autosufficiente" (*ivi*, p. 176). Fu quindi la creazione dell'ossigeno da parte di alcuni organismi unicellulari, direbbe Barbieri, che portò alla nascita di organismi terrestri capaci di sfruttarlo. In concreto, non ci fu alcun pesce che riuscì a trasformarsi in organismo terrestre per semplice risposta a problemi posti dall'ambiente. Ci furono degli organismi che si trovarono alla base della creazione di un nuovo ciclo naturale.

È bene sottolineare che Barbieri, in questa parte del suo *La teoria semantica dell'evoluzione*, non si riferisce direttamente al modello dell'evoluzione precellulare dei ribosomi, ma si fonda sul concetto di ciclo naturale come sistema composto da *produttori* (piante: organismi che sintetizzano composti organici da molecole organiche), *riduttori* (funghi: organismi che sintetizzano composti inorganici da molecole organiche) e *consumatori* (animali: organismi che si nutrono di materia organica e producono materia organica). Qui d'altronde non stiamo cercando di analizzare il pensiero del biologo per come si è presentato, ma stiamo cercando di avvalorare un'ipotesi, quella secondo cui i ribosomi e il modello della loro evoluzione forniscono i concetti empirici da cui successivamente si sviluppò la concezione generale di organismo ed evoluzione organica come estensione a priori del modello ribotipico. Quindi, è vero che la teoria

dei cicli naturali, presentata da Barbieri come fundamentalmente diversa e alternativa a quella di selezione naturale, si riferisce esclusivamente al mondo cellulare, ma riteniamo che i concetti fondamentali derivino e si fondino sul ribosoma e sull'evoluzione precellulare.

Come abbiamo visto, infatti, l'evoluzione dei ribosomi permette ad ogni stadio un aumento di complessità con la fondazione di un ciclo naturale. Al principio, abbiamo protoribosomi che producono proteine che a loro volta producono acidi nucleici. In un secondo momento, abbiamo nucleosoidi che producono lunghe catene di amminoacidi e acidi nucleici. È facile vedere per analogia che questi primi cicli sono analogicamente equivalenti ai cicli cellulari, in cui i ribosomi fanno la parte dei consumatori e DNA e proteine sono una sorta di indistinti produttori-riduttori. Abbiamo sempre la presenza di tre elementi, in cui ognuno è strettamente legato all'altro e, soprattutto, in cui si trova un elemento centrale ponte di collegamento fra due mondi 'ontologicamente' distanti. D'altronde se nel mondo precellulare i protoribosomi sono necessari come ponte di collegamento fra due mondi altrimenti separati, quello del DNA e quello delle proteine, è vero anche che nel mondo cellulare, come dice Barbieri, i consumatori sono in teoria superflui e il ciclo naturale potrebbe continuare indefinitamente con produttori e riduttori, ma l'aspetto formale dell'analogia rimane sostanzialmente invariato.

In sostanza, gli organismi non si adattano tanto all'ambiente, quanto ai cicli naturali, in cui la nascita di un nuovo elemento è alla base di un processo spontaneo di riorganizzazione. In questo modo si può risolvere la tautologia darwiniana della sopravvivenza del più adatto. La sopravvivenza infatti riguarda l'ambiente, ma ciò che conta è il ciclo naturale e un organismo adattato al ciclo naturale non è necessariamente adattato all'ambiente (*ivi*, p. 178).

Il processo della comparsa di nuovi cicli, sottolinea Barbieri, non dipende dalla sopravvivenza e quindi non implica competizione. Abbiamo quindi un'altra fondamentale differenza con la prospettiva darwiniana incentrata sulla selezione naturale. Nella sua seconda grande monografia, Barbieri, dopo aver mostrato che il selezionismo non sembra essere in grado di risolvere i problemi della microevoluzione e della macroevoluzione, sostiene che in biologia non sarà possibile avere un'unificazione come quella avvenuta in fisica teorica e che corrisponderebbe a trovare un ponte fra microevoluzione e macroevoluzione, fino a che non sarà trovata una nuova logica della vita (Barbieri, 2000, p. 67). Tale logica è appunto

suggerita dal modello dei ribosomi.

La comparsa della cellula fu dovuta alla capacità del ribotipo di aggiungere significato alle molecole, creando un codice di corrispondenza fra il mondo delle proteine e quello del DNA. Allo stesso modo, i cicli naturali sorgono per la capacità spontanea di formazione di nuovo significato biologico, senza necessità di competizione. La spontaneità dell'attività semantica dei ribosomi è la chiave del discorso e la fondazione della nuova logica della vita. Gli organismi nel tempo hanno aumentato la propria complessità in base ad un'attività di coordinamento spontanea fra diverse molecole, cellule e individui, in un'attività semantica che sta ad indicare, nella sua descrizione più formale, il collegamento mediato di mondi indipendenti. “Nel capitolo 7 – dice significativamente Barbieri – [...] non ho detto [...] che a un certo punto sorse una competizione fra i nucleosoidi, che i più adatti all'ambiente vennero favoriti dalla selezione naturale e che una lotta per la vita condotta a tutti i livelli provocò un graduale aumento di complessità dalle molecole alle cellule. [...] Dico semplicemente che non è affatto necessario attribuire un ruolo predominante alla competizione darwiniana e alla selezione naturale nella fase precellulare dell'evoluzione. Dopo quella fase, naturalmente, le cose cambiarono e la selezione cominciò a svolgere un ruolo sempre più importante, ma questo fatto non significa che essa finì per diventare l'unico meccanismo evolutivo” (Barbieri, 1985, p. 186).

3.4.2 Modello precellulare ed evoluzionismo ortodosso

Secondo Fisher, la concezione di evoluzione e soprattutto di selezione naturale è strettamente dipendente dalla concezione del meccanismo ereditario che ne viene postulato alla base. Ciò d'altronde sembra essere decisivo solo in rapporto alla diatriba fra eredità particellare ed eredità per mescolanza. Effettivamente, come dice il biologo, concepire un'ereditarietà per mescolanza costringe a ipotizzare dei meccanismi di produzione di varietà estranei alla dinamica del genoma. Una volta accettata l'ereditarietà particellare, invece, non è più necessario postulare un alto tasso di produzione di novità generazione dopo generazione. Ora, Barbieri sostiene che “[...] la selezione naturale è indipendente dal meccanismo ereditario perché vale sia per l'ereditarietà Mendeliana negli organismi biologici che per l'ereditarietà Lamarckiana degli oggetti culturali. [...] La selezione

naturale spiega benissimo come fanno gli artefatti umani a diffondersi nel mercato, ma non dice nulla sul meccanismo con cui le idee di quegli oggetti nascono e si evolvono nel mondo dei genotipi culturali, ossia nella mente degli inventori. La selezione agisce solo su ciò che è già stato creato e non sa nulla della creazione della vita” (Barbieri, 2000, pp. 227-8). La conclusione è radicale: “La selezione naturale lavora solo su ciò che esiste già, e quindi ci resta da capire che cos’è che “crea” le novità della vita” (*ivi*, p. 228).

Ora, tutto ciò è sostenibile solo dopo aver già seppellito l’ereditarietà per mescolanza. L’accenno all’ereditarietà Lamarckiana, per esempio, rientra comunque nella logica di un’ereditarietà particellare, in quanto i prodotti culturali e in generale tutti gli artefatti umani non mescolano i loro caratteri di generazione in generazione, semmai seguono un percorso di innovazione tecnologica basato sulla ristrutturazione di componenti discreti. La stessa teoria semantica non prende nemmeno in considerazione l’ereditarietà per mescolanza. Nei cicli prebiotici, per esempio, vi è un forte polimorfismo e ciascun protoribosoma non trasmette alla discendenza il proprio tipo per via diretta. Vi è un mescolamento di elementi di ‘protogenerazione’ in ‘protogenerazione’, ma gli elementi centrali del sistema, proteine, ribosomi, acidi nucleici, rimangono nettamente discreti e non si mescolano mai perdendo la loro individualità.

Ciò che dice Barbieri è estremamente significativo e, contrariamente a quanto potrebbe sembrare, ci permette di conciliare visione semantica ed evolucionismo ortodosso in una teoria allargata della selezione naturale. La selezione, ammette Barbieri, lavora su ciò che esiste già, ma ciò non toglie che essa lavori costantemente e universalmente su tutte le novità organiche. Ma come lavora la selezione su questo materiale? Essa determina le frequenze genetiche sulla base della riproduttività, dice Fisher. L’unico criterio dell’adattamento è la riproduzione. In fondo, tale criterio è l’unico in assoluto dell’evoluzione. Chi si riproduce di più, per ciò stesso viene automaticamente selezionato, indipendentemente dalla salute, dalla malattia, dall’adattamento e dal maladattamento. La selezione lavora come pura scelta fra alternativi (geni, individui, eccetera) sulla base della sopravvivenza, a sua volta fundamentalmente legata alla riproduzione, dice Williams.

A ben vedere, i concetti di lotta per la vita e di sopravvivenza, giustamente criticati da Barbieri, in questa versione formale della teoria ortodossa non compaiono quasi per nulla. Lo stesso Williams, qualche

anno dopo, dirà: “Prima di tutto la sopravvivenza, di per sé, non ha alcuna importanza” (Nesse e Williams, 1994, trad. it., 1999, p. 19). Lo stesso vale per l'evoluzione semantica. La produzione di un nuovo codice può fissarsi nelle popolazioni indipendentemente dalla sopravvivenza e dalla lotta per la vita, ma senza mai prescindere da un vantaggio rispetto alla riproduzione. Lo stesso vale per i cicli naturali. Essi cominciano con la nascita di una novità biologica, ma non possono dar vita ad un nuovo teatro di relazioni fra organismi se non si mette in opera una riproduzione avvantaggiata alla base appunto della consistenza numerica del ciclo in questione.

Se si riduce la selezione naturale a pura scelta fra alternative sulla base della riproduttività l'evoluzionismo semantico non solo rientra meravigliosamente in questa logica, ma risolve anche il problema della produzione delle novità che subiscono successivamente il vaglio della selezione. Nella versione ortodossa abbiamo solo mutazione e ricombinazione, mentre nell'evoluzionismo semantico abbiamo anche la produzione spontanea di significato biologico. È la prima volta che si presenta un nuovo meccanismo realmente scientifico di produzione di novità, ben lontano dall'antica tendenza lamarckiana al perfezionamento, che risulta piuttosto un'ipotesi metafisica. La selezione sceglie fra alternative alleliche, come fra alternative semantiche. Sceglie fra un allele buono e un allele cattivo rispetto alla riproduzione, sceglie fra un codice più perfezionato ed uno più impreciso sempre rispetto alla riproduzione, sceglie fra un ciclo naturale completo ed uno approssimativo ancora rispetto alla fecondità. La proposta di tale nuovo meccanismo risolve il problema dell'immaginazione sollevato da Williams, ma non elimina la visione della selezione come scelta fra alternative sulla base della riproduttività.

Per confrontare il modello di Barbieri con l'evoluzionismo ortodosso dobbiamo tornare all'evoluzione precellulare, perché è da lì che tutto è iniziato. Nella descrizione teorica della formazione evolutiva delle protocellule Barbieri utilizza dei termini e dei concetti che risultano essere fondamentali anche nell'evoluzionismo ortodosso esemplificato da Fisher e Williams. Innanzitutto, i cicli protobiotici formati da protoribosomi, nucleosoidi ed eterosoidi hanno la tendenza statistica a formare varietà locali. “La presenza dei ribosoidi polimerizzanti nelle soluzioni ancestrali non solo accelerò la formazione di polipeptidi e proteine, ma fece sì che varietà proteiche di molti tipi diversi potessero essere prodotte *localmente*. In questa situazione, non abbiamo bisogno di attribuire la comparsa di certe proteine ad accidenti estremamente improbabili: in una popolazione

costituita da un grande numero di composti prodotti a caso, ogni varietà è destinata a comparire con percentuali e frequenze che dipendono unicamente da fattori statistici” (Barbieri, 1985, pp. 132-3).

Il punto di partenza è quindi lo stesso di quello di Darwin, Fisher e Williams, secondo cui le popolazioni subiscono delle variazioni statistiche casuali che permettono la formazione di varietà locali. Ora, ciò che fa in modo che una varietà sia selezionata al posto di un'altra, consiste solo nella sua capacità riproduttiva, non tanto nella sua sopravvivenza, né tanto meno nella lotta per la vita. Se una varietà si riproduce più di un'altra, per ciò stesso viene automaticamente selezionata. Barbieri stesso cita Fisher a questo proposito, sostenendo che il biologo fu in grado di evitare l'espressione tautologica della sopravvivenza del più adatto con la messa in chiaro che l'unico criterio dell'adattamento è proprio il numero dei discendenti (*ivi*, p. 173).

Il numero dei discendenti non è il solo criterio dell'adattamento basato sulla selezione naturale, ma lo è anche dell'evoluzione semantica. Un codice organico può essere messo all'opera e gradatamente perfezionato solo se dà un qualche vantaggio alla fecondità, nel senso più largo del termine. Così, Barbieri argomenta: “Molti composti, inoltre, potevano essere utili alla quasi-replicazione anche se non erano ribosoidi, ed è naturale che la loro incidenza statistica tendesse ad essere privilegiata. [...] e se l'associazione aveva alcuni vantaggi è naturale che la frequenza media della sottoclasse mostrasse una tendenza all'aumento” (*ivi*, p. 136).

Qualche anno dopo Barbieri riprenderà l'argomento in modo ancora più rigoroso, dimostrando che la riproduzione è una questione fondamentale dell'aumento di complessità, quindi dell'evoluzione. “Se un sistema autoreplicante è descritto da N bits di informazione, e ogni bit è copiato con una probabilità di errore d , il numero complessivo degli errori che viene compiuto ad ogni generazione è Nd . L'ambiente penalizza i sistemi che fanno molti errori rispetto a quelli che ne fanno pochi, e ciò può essere quantificato attribuendo a ogni sistema un fattore di selezione S (i sistemi che non compiono errori hanno un vantaggio selettivo S rispetto a quelli che ne compiono uno, questi hanno un vantaggio S rispetto a quelli che ne compiono due, ecc.).

Il vantaggio selettivo è quindi una probabilità di sopravvivenza, e poiché l'informazione è proporzionale al logaritmo della probabilità si può dire che il vantaggio selettivo S conferito dall'ambiente equivale ad un trasferimento di informazione uguale a $\log S$. Con queste premesse, si arriva alla seguente

conclusione: un sistema autoreplicante può evitare la catastrofe degli errori e mantenersi in vita solo se la quantità di informazione che perde ad ogni generazione (N_d) è inferiore alla quantità di informazione che acquista dal vantaggio selettivo ($\log S$) [...]. La condizione [...] è molto severa perché significa che un sistema autoreplicante può aumentare N (ossia può diventare più complesso), solo se la replicazione diventa più efficiente” (Barbieri, 2000, pp. 141-142).

Anche se qui non è menzionata direttamente la questione del vantaggio numerico, è chiaro che un sistema che compie meno errori di un altro è avvantaggiato rispetto a quest'ultimo ed ha maggiori probabilità di propagare il proprio tipo. Ciò non risulta da una lotta per la vita, naturalmente, ma ha come risultato comunque una prevaricazione numerica del tipo esatto rispetto a quello impreciso, che viene travolto dalla catastrofe degli errori. La sopravvivenza, inoltre, è un valore non in se stesso, ma, come in Williams, acquista un significato solo se legata alla possibilità di lasciare discendenza.

Ciò che è vantaggioso per la riproduzione, dunque, per ciò stesso aumenta di numero. Questa è l'essenza della selezione naturale, il “demone darwiniano” di cui parla Williams. La selezione naturale, nella sua forma più pura, indica una semplice scelta fra alternative sulla base della riproduttività. Proprio in quanto fondata necessariamente sulla riproduttività, l'evoluzione in genere è graduale. Ciò è vero per Darwin, come per Fisher, Williams e Barbieri – anche se Barbieri ammette che, dopo la completa formazione di un codice, si può e si deve avere un'impennata riproduttiva, conciliando in questo modo saltazionismo e gradualismo. “Nel caso del codice genetico – dice il biologo – abbiamo già visto che le sue regole possono essere comparse anche una alla volta perché ciascuna di esse poteva dare un contributo individuale allo sviluppo dei sistemi precellulari, ma quando *tutte* le regole del codice furono completate comparve qualcosa di assolutamente nuovo: comparve la *specificità biologica*, la proprietà più importante della vita organica” (ivi, p. 233).

Il punto cruciale è che se in Williams, per esempio, la scelta fra alternative si mette all'opera solo fra alternative alleliche, quindi fra diverse informazioni, in Barbieri la scelta avviene non solo fra diverse informazioni, ma anche fra diversi significati. La selezione naturale lavora quindi non solo con i risultati della mutazione e della ricombinazione, ma anche con i risultati di cambiamenti spontanei di significati biologici. Questo, a ben vedere, risolve il problema dell'immaginazione sollevato da Williams. Se il

biologo americano trova una via di fuga rispetto a tale problema, in quanto propone una definizione ristretta di adattamento a tal punto da rendere plausibile un meccanismo di scelta fra alternative alleliche come unico responsabile dell'adattabilità, con Barbieri tale problema viene risolto direttamente.

Se è difficile immaginare una selezione naturale che possa sempre trovare, per ogni cambiamento ambientale, una mutazione preesistente favorevole, grazie alla teoria Barbieri ciò diviene più facilmente pensabile senza tirare in ballo l'assimilazione genetica legata all'adattamento. L'organismo, infatti, può rispondere non solo attraverso la selezione di una mutazione preesistente, ma anche attraverso la creazione spontanea di un nuovo codice, il che può corrispondere sia ad una nuova interpretazione di un'informazione preesistente utilizzata in un modo diverso, sia all'utilizzazione di una nuova memoria organica preesistente solo in potenza. Inoltre, sappiamo che l'organismo, piuttosto che rispondere direttamente ai problemi ambientali, si adatta ai cicli organici. E alla base di questi ultimi si trova una spontaneità, piuttosto che una mutazione casuale, la spontaneità della formazione di codici e memorie.

Se, poi, la selezione di gruppo rimane inaccettabile anche per la teoria semantica, l'ipotesi dei cicli naturali rende più facile pensare a delle grandi relazioni fra gruppi di organismi, anche se, naturalmente, ciò non può essere alla base della spiegazione dei problemi dell'altruismo e del sacrificio individuale, la risoluzione dei quali rimane ben gestita nell'ambito della selezione genetica. È vero d'altronde che l'altruismo può essere più facilmente spiegabile se alla base si ipotizza una selezione rivolta a diversi livelli di codici e memorie. Infine, il progresso come miglioramento della specie rimane inaccettabile anche per la teoria semantica, che anzi, sulla base della teoria dei cicli naturali, perviene alla possibilità che l'adattamento a tali cicli possa non corrispondere al benessere della specie come adattamento all'ambiente. È vero però che non si può negare che durante l'evoluzione ci sia stato un aumento di complessità, per il semplice fatto che da organismi unicellulari si è passati a sistemi multicellulari. Tale evoluzione, come è stato mostrato, diviene correttamente pensabile solo con la creazione progressiva di diversi codici e memorie.

Diviene dunque enormemente più facile immaginare una selezione naturale – come scelta sulla base della riproduttività – se tale riproduttività non deve confrontarsi con l'ambiente e con gli altri organismi viventi solo con i mezzi della mutazione e della ricombinazione, ma provvista di un

apparato di memorie e codici che rendono l'organismo molto più flessibile, nonché costituito da una tendenza spontanea alla formazione di nuovi codici e nuove memorie. Tale pensabilità si fonda in un'ultima analisi sul semplice fatto quantitativo secondo cui la selezione dispone di un numero maggiore di scelte ed alternative.

Giustamente, dice Barbieri che "La selezione naturale lavora su ciò che esiste già, e quindi resta da capire cos'è che "crea" le novità della vita" (*ivi*, p. 228), ma è vero che la creazione di tali novità non può mai esimersi, se vuole mantenersi nell'evoluzione e quindi divenire effettivamente creatrice di novità, dal dimostrarsi utile alla riproduzione. Qui, finalmente, possiamo parlare di panselezionismo veramente scientifico, senza dover arbitrariamente delimitare il campo della scelta evolutiva o tirare in ballo una tendenza intrinseca al perfezionamento lamarckiana. Panselezionismo, perché ovunque, in qualunque caso, viene operata una scelta, una selezione naturale, sulla base della riproduttività, indipendentemente dalla lotta per la vita e dalla sopravvivenza. L'evoluzione semantica rende possibile comprendere come questa semplice, automatica e cieca evoluzione possa aver creato gli stupefacenti fenotipi della natura.

Se è vero, infine, che ciò che realmente rimane inconciliabile è l'atomismo, in quanto il selezionismo ortodosso si concentra esclusivamente sul gene, mentre la teoria semantica parla della trinità di genotipo, ribotipo e fenotipo, è vero anche che con Barbieri ci troviamo di fronte ad un nuovo atomismo che potremmo definire dialettico. La teoria di Barbieri, infatti, in quanto teoria della centralità dei codici organici, è anche la teoria della centralità degli adattatori, che siano ribosomi, RNA, proteine allosteriche o quant'altro. La vita è resa possibile solo in virtù di certi straordinari ponti di collegamento specifici fra mondi altrimenti lontani. Proprio in quanto tali nuovi atomi dell'evoluzione hanno come caratteristica la relazione, si può parlare di atomismo dialettico.

4 CONCLUSIONE

In concreto, conoscenza sintetica a priori non pura significa: partire da un concetto empirico e trovare le condizioni di possibilità di tale concetto non presenti nel concetto stesso sulla base di uno sviluppo a priori di un ragionamento logico-matematico. Dove non ci sia un solo concetto empirico, come cambiamento, ma ci sia un fenomeno empirico

riconducibile ad una pluralità di concetti empirici, come evoluzione, riconducibile ai concetti di cambiamento e organismo, la scienza procede creando dei modelli formali. La sperimentazione è la chiave della conferma di tali modelli, piuttosto che della loro costruzione, come la formulazione di una domanda con ciò stesso veicola già le possibili risposte.

In Fisher la selezione naturale, come variazione di frequenza, diviene la condizione di possibilità dell'evoluzione. In Williams la selezione, come scelta fra alternative, diviene la condizione di possibilità dell'adattamento. In Barbieri la formazione di codici e memorie diviene la condizione di possibilità dei grandi cambiamenti evolutivi. In ogni caso si mantiene la struttura formale della selezione, come scelta di alterativi sulla base del loro apporto numerico alle generazioni future.

La teoria semantica di Barbieri permette di individuare la necessità logica di una pluralità di codici e memorie alla base del meccanismo di scelta selettivo. Ciò corrisponde, per la prima volta dopo Lamarck, alla proposizione di un meccanismo di produzione di novità alternativo alla mutazione e alla ricombinazione. A differenza di Lamarck, tale nuova posizione risulta da un reale ragionamento scientifico, fondato cioè su di una logica a priori, mentre in Lamarck l'argomento della tendenza al perfezionamento era piuttosto fondata su di un'intuizione empirica priva di un rigoroso formalismo matematico. L'argomento di Barbieri, infine, è predisposto alla verifica sperimentale e con ciò stesso apre un nuovo, probabilmente fecondissimo, campo di ricerca.

Sostenere che l'evoluzionismo di Barbieri può risolvere alcuni problemi cruciali dell'evoluzionismo ortodosso non implica una riduzione del primo al secondo. Innanzitutto, significa sostenere la possibilità che la teoria semantica possa aiutare qualsiasi tipo di evoluzionismo. Se essa infatti è capace di inserirsi felicemente anche nella versione più intransigente dell'evoluzionismo darwiniano, a maggior ragione potrà dare un contributo vitale anche alle teorie pluralistiche. In secondo luogo, l'operazione è stata possibile solo attraverso un'estrema formalizzazione della teoria ortodossa, riducendo la selezione a puro meccanismo di scelta fra alternative sulla base della riproduttività. A ben vedere, quest'operazione può corrispondere alla nascita di un nuovo pluralismo, ma che resti omogeneo grazie all'operatività di un unico meccanismo generale di fondo.

BIBLIOGRAFIA

- Barbieri, M. (1974), *The Primitive Ribosome Model*, "Journal of theoretical Biology", **47**, pp. 269- 80.
- Barbieri, M. (1981), *The Ribotype Theory on the Origin of Life*, "Journal of theoretical Biology", **91**, pp. 545-601.
- Barbieri, M. (1985), *La teoria semantica dell'evoluzione*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Barbieri, M. (2000), *I codici organici. La nascita della biologia semantica*, Pequod, Ancona.
- Barbieri, M. (2002), *Un nuovo modello per l'esplosione della vita nel Cambriano*, "Systema Naturae", **4**, pp. 255-277.
- Barbieri, M. (2003), *Biology with Information and Meaning*, "History and Philosophy of the Life Sciences", **25**, 2, pp. 243-254.
- Barbieri, M. (2005), *Life is "artifact-making"*, "Journal of Biosemiotics", 1, pp. x-z (in corso di stampa).
- Bernard, C. (1865), *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Gallimard, Paris (trad. it. di F. Ghiretti, *Introduzione allo studio della medicina sperimentale*, Piccin, Padova 1994).
- Bocchi, G. e M. Ceruti (1984), *Modi di pensare postdarwiniani*, Edizioni Dedalo, Bari.
- Cronin, E. (1991), *The Ant and the Peacock. Altruism and Sexual Selection from Darwin to Today*, Cambridge University Press, New York (trad. it. di L. Sosio, *La formica e il pavone. Selezione sessuale e altruismo da Darwin a oggi*, EST, Milano 1999).
- Darwin, C. (1859), *The Origins of the Species by Means of Natural Slection or the Preservation of Favoured Races in The Struggle for Life*, John Murray, London (trad. it. di C. Balducci, dall'ed. del 1859 con le variazioni del 1872, *Origine delle specie per selezione naturale o la preservazione delle razze privilegiate nella lotta per la vita*, Newton Compton, Roma 2000).
- Darwin, C. (1868), *The Variation of Animals and Plants under Domestication*, 2 voll., John Murray, London; 2a ed. 1875 (trad. it. di G. Canestrini, *Variazione degli animali e delle piante allo stato domestico*, Uninione Tipografico-Editrice Torinese, Torino 1876).
- Darwin, F. & A. C. Seward (a c. di) (1903), *More letters of Charles Darwin*, 2 vols., John Murray, London.
- Darwin, F. (a c. di) (1905), *The Life and Letters of Charles Darwin*, 2 vols., D. Appleton & Co., New York.

- Fisher, R. (1930), *The Genetical Theory of Natural Selection*, Clarendon Press, Oxford; ed. riv., Dover Publication, New York 1958.
- Futuyma, D. J. (1979), *Evolutionary Biology*, Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts (trad. it. di G. Allegrucci et al., rev. di V. Sbordoni, *Biologia evolutzionistica*, Zanichelli, Bologna 1985).
- Gould, S. J. and R. C. Lewontin (1979), *The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme*, *Proceeding of the Royal Society of London B*, **205**, pp. 581-598.
- Haldane, J. B. S. (1937), *The Effect of Variation of Fitness*, "American Naturalist", **71**, 735, pp. 337-349.
- Haldane, J. B. S. (1948), *The Rate of Mutation of Human Genes*, "Hereditas", Supplement, pp.267- 273.
- Haldane, J. B. S. (1949), *Disease and Evolution*, "La ricerca scientifica", Symposium sui fattori teleologici e genetici della speciazione degli animali, Pallanza 31 luglio-2 agosto 1948, pp.68-76.
- Kant, I. (1781), *Kritik der reinen Vernunft*, Riga, Hartknoch (trad. it. di G. Gentile e G. Lombardoradice, rev. Di V. Mathieu, *Critica della ragion pura*, Laterza, Bari 1996).
- Kant, I. (1783), *Prolegomena zu einer Jeden Künftigen Metaphysik, die als Wissenschaft wird auftreten können*, Riga, Hartknoch (trad. it. a c. di P. Martinetti, *Prolegomeni ad ogni metafisica che vorrà presentarsi come scienza*, Rusconi Libri, Milano 1995).
- Lewontin, R. (1979), *Sociobiology as an Adaptationist Program*, "Behavioral Science", **24**, pp. 5- 14.
- Mayr, E. (1983), *How to carry out the Adaptationist Program?*, "The American Naturalist", **121**, 3, pp. 324-334.
- Mayr, E. (1982), *The Growth of Biological Thought. Diversity, Evolution, and Inheritance*, The Belknap Press of Harvard University Press, London (trad. it. *Storia del pensiero biologico. Diversità, evoluzione, eredità*, a c. di P. Corsi, Bollati Boringhieri, Torino 1999).
- Monod, J. (1970), *Le Hasard et la nécessité*, Seuil, Paris.
- Nesse, R. M. and Williams, G. C. (1994), *Why We Get Sick? The New Science of Darwinian Medicine*, Times Boocks, New York (trad. it. di R. Satolli, *Perchè ci ammaliamo. Come la medicina evolutzionistica può cambiare la nostra vita*, Einaudi, Torino 1999).
- Tort, P. (a c. di) (1996), *Dictionnaire du Darwinisme et de l'Èvolution*, 3 vols., Presses Universitaires de France, Paris.

- Vattimo, G. et al. (a c. di) (1981), *Enciclopedia Garzanti di filosofia*, Garzanti, Milano.
- Waddington, C. H. (1956), *Genetic assimilation of the Bithorax phenotype*, "Evolution", 10, pp. 1- 13.
- Waddington, C. H. (1957), *The Strategy of the Genes*, Allen & Unwin, London.
- Waddington, C. H. (1959), Evolutionary adaptation, "Perspectives in Biology and Medicine", 2, pp. 379-401.
- Williams, G. C. and Nesse, R. M. (1991), *The dawn of Darwinian medicine*, "Quarterly Review of Biology", 66, 1, pp. 1-22.
- Wilson, E. O. (1975), *Sociobiology. The New Synthesis*, Harvard University Press, Cambridge, Mass. (trad. it. di A. Suvero, rev. di D. Mainardi, *Sociobiologia: la nuova sintesi*, Zanichelli, Bologna 1979).
- Wright, S. (1931), *Evolution in Mendelian Populations*, "Genetics", 16, 97, pp. 97-159.
- Zampieri, F. (2003), La medicina darwiniana, "Systema Naturae", 5, pp. 115-192.
- Zampieri, F. (2004), *Nota sul concetto di gratuità nel pensiero di Jacques Monod (1910-1976)*, "Società italiana di storia della medicina" (in corso di stampa).