

Lo stato di salute della Sintesi Moderna

Sono passati più sessanta anni dall'integrazione delle diverse realtà che animano la teoria evoluzionistica e un gruppo di specialisti ne ha discusso ad Altenberg

DAVIDE VECCHI

Nel 1867 Fleming Jenkin argomentò che l'ipotesi di Darwin non poteva spiegare la nascita e l'origine di organi complessi, adattamenti soprafinni e novità evolutive. Infatti, variazione casuale ed eredità mista (*blending inheritance*) non potevano spiegare la complessità e diversità della vita esistente, per la semplice ragione che il tempo a disposizione – basato sulle stime dell'età della terra – era considerato assai ridotto. In conseguenza di questa critica, che tenne in alta considerazione, Darwin fu costretto a rivalutare la sua teoria e a renderla pluralistica. Ad esempio, Darwin sfruttò l'idea di uso e disuso, un meccanismo lamarckiano, per trovare una parziale soluzione al problema posto da Jenkin. Ma ciò che più importa è che Darwin iniziò seriamente a enfatizzare il ruolo di meccanismi alternativi a scapito di quello essenziale della selezione naturale. In un certo senso, il problema posto da Jenkin è ancora attualissimo: come può una teoria come quella darwiniana, basata sulla selezione delle variazioni prodotte casualmente, spiegare esaurientemente tutti i nuovi dati, fenomeni e scoperte che hanno costellato la straordinaria ricchezza e successo della ricerca biologica degli ultimi venti anni? La sensazione che quell'entità etichettata Sintesi Moderna sia incapace di rendere conto appieno delle nuove conoscenze biologiche è condivisa da vari studiosi, e sicuramente dalla maggior parte dei 16 biologi e filosofi della biologia che hanno partecipato al workshop che si è tenuto dal 10 al 13 luglio del 2008 al Konrad Lorenz Institute per gli studi sull'evoluzione e la cognizione di Altenberg presso Vienna.

Stephen Jay Gould ha parlato di «indurimento» della Sintesi per riferirsi al processo di enfasi sul lato selettivo e adattivo dell'evoluzione. Il workshop è stato quantomeno rinfrescante da questo punto di vista. Anche se tutti i partecipanti assegnano un ruolo

lo determinante alla selezione, selezione naturale ed evoluzione non possono affatto essere considerati sinonimi. Gli importantissimi modelli di genetica delle popolazioni alla base della Sintesi Moderna sviluppati a partire da quelli proposti da Fisher, Haldane e Sewall-Wright, non sono sufficienti per comprendere i vari aspetti del processo evolutivo, e in particolare la natura dei processi di generazione delle variazioni ereditarie, l'evoluzione fenotipica e ovviamente il processo di sviluppo.

L'incontro ha suscitato sin dall'inizio un vivo interesse, anche da parte dei mass media tradizionalmente meno simpatetici nei confronti di tematiche squisitamente scientifiche. Un articolo sulla rivista neozelandese *Scoop* ha pubblicizzato l'incontro ribattezzandolo la «Woodstock dell'evoluzione». Gli organizzatori avevano addirittura paura che orde di sostenitori o detrattori arrivassero in massa nel minuscolo villaggio austriaco di Altenberg. Per fortuna questa prospettiva non si è materializzata, e non vi è stato bisogno di sicurezza supplementare a parte quella data dalle scimmiette residenti all'Istituto.

Ma tutti sappiamo come il tema dell'evoluzione sia sentito dal pubblico. Occorre quindi sottolineare con vigore come le tematiche affrontate dai sedici ricercatori convenuti ad Altenberg non abbiano nulla a che fare con la perenne disputa fra evoluzionisti e creazionisti. Nessuno dei partecipanti ha alcun tipo di simpatia verso il creazionismo. Il tema dell'incontro è sempre stata la questione puramente scientifica riguardante la necessità di integrare la Sintesi Moderna. Purtroppo, la prospettiva che creazionisti o fautori dell'ipotesi del disegno intelligente potessero cannibalizzare il contenuto dell'incontro è stata inevitabilmente presente, soprattutto nella mente degli organizzatori. Questa questione «politica» ha forse un po' troppo distratto gli orga-



I partecipanti al workshop di Altenberg in Austria. Da sinistra a destra: Sergey Gavrilets, Stuart Newman, David Sloan Wilson, John Beatty, John Odling-Smee, Michael Purugganan, Greg Wray, David Jablonski, Marc Kirschner, Eörs Szathmáry, Günter Wagner, Werner Callebaut, Eva Jablonka, Gerd Müller, Massimo Pigliucci, Alan Love.

nizzatori stessi, portando a uno sforzo per ricercare una dichiarazione finale che ha inevitabilmente tolto spazio alla discussione contenutistica. Come risulta chiaro dalla dichiarazione finale, l'input che ha portato all'organizzazione del workshop deriva dalle nuove conoscenze provenienti da varie discipline biologiche, in primis biologia molecolare, biologia cellulare e biologia dello sviluppo. Le ultime due sono state tradizionalmente relegate a un ruolo secondario all'interno della Sintesi Moderna, per ragioni chiare anche se oramai anacronistiche (ad esempio non era chiaro come il processo di sviluppo potesse creare variazioni ereditarie). Il workshop ha creato il contesto per rendere chiaro l'anacronismo insito nel disinteresse verso l'aspetto ontogenetico del processo evolutivo.

Le conoscenze cui mi sono riferito hanno portato all'articolazione di vari concetti che hanno assunto un ruolo centrale nella biologia contemporanea: evolvibilità, plasticità fenotipica, accomodamento genetico, modularità, variazione facilitata, eredità epigenetica, selezione multi-livello e così di seguito.

Come hanno congiuntamente dichiarato i sedici di Altenberg: «Incorporando questi nuovi e illumina-

nanti risultati all'interno della nostra comprensione del processo evolutivo, crediamo che il potere esplicativo della teoria dell'evoluzione sia grandemente espanso sia all'interno della biologia che oltre». Solo il tempo, come recita la dichiarazione finale congiunta, dirà quali dei temi e delle nuove idee affrontati e presentate nell'incontro avranno effettivamente una risonanza nel correggere e compendiare la Sintesi Moderna. In ogni caso, si possono già fare alcune considerazioni generali. La prima riguarda il bersaglio dell'incontro. La visione genocentrica (o basata sui replicatori) dell'evoluzione popolarizzata da Dawkins è sicuramente incompleta. Questa non è una novità, e mi pare che i partecipanti condividessero questa certezza. Gli ultimi venti anni di ricerche biologiche hanno svelato uno straordinario livello di complessità dei fenomeni biologici che non può essere che minimamente spiegato da una visione ultrasemplificata come quella genocentrica. Ovviamente i partecipanti, pur condividendo la posizione di fondo, non hanno le stesse opinioni riguardo a quale sia il principale problema della visione genocentrica. Eva Jablonka (col co-autore Marion Lamb), pur considerando essenziale la dimensio-

PH. L. LORENZ/KONRAD LORENZ INSTITUTE

ne genetica del processo evolutivo, ha proposto un esperimento di pensiero nel bel libro *Evolution in Four Dimension* per dimostrare che l'evoluzione può avvenire senza cambiamento nelle frequenze genetiche, ma solo attraverso eredità epigenetica. Mentre Stuart Newman ha provocatoriamente proposto che l'emergere dei piani corporei (*body plans*) durante il Cambriano non è spiegabile riferendosi al livello genomico, ma piuttosto a fattori chimico-fisici che hanno a che fare con le capacità di sviluppo intrinseche agli organismi del periodo.

La principale linea di tendenza dell'incontro è stata la critica del darwinismo selezionista, un'altra forma di indurimento della Sintesi in alcuni casi legata inestricabilmente all'istanza genocentrica. L'idea che la selezione naturale operante su variazioni ereditarie generate casualmente e di origine genetica sia la principale, se non unica, forza creativa nell'evoluzione è storicamente una posizione difficile da sostenere, articolare e giustificare sin dai tempi di Darwin. Jenkin appunto ne fu uno dei primi critici. Gli ultimi venti anni di ricerca sembrano aver confermato l'incompletezza di questa posizione, e su questo tema la gran parte dei partecipanti ha avuto qualcosa da dire. È difficile rendere conto in modo neutrale della varietà di prospettive e orientamenti che hanno caratterizzato le varie posizioni espresse all'incontro. Ognuno dei partecipanti aveva idee peculiari su che tipo di estensione necessita il darwinismo selezionista. Mi limito ad argomentare che vi sono estensioni di natura più o meno controversa. Darò due esempi di estensioni facilmente digeribili e due di estensioni meno facilmente digeribili.

La teoria della selezione multilivello è un contributo all'estensione della sintesi che, pur nella sua originalità e indubbia importanza, è facilmente digeribile rispetto ad altri contributi. Questo perché, dal lato puramente filosofico, il principio esplicativo fondamentale rimane la selezione naturale, anche se questa volta operante su una varietà di individui biologici oltre i classici organismi. Alcuni contributi cercavano di estendere la sintesi, appunto, sfruttando il potere epistemologico della selezione. Eörs Szathmari ha chiarito che l'idea di selezione naturale è troppo importante per essere relegata al solo ambito della biologia. Per questo ne cercava di estendere l'applicabilità alle scienze del cervello. Da una diversa prospettiva, Sloan Wilson ha invece proposto l'estensione della logica darwiniana alle scienze umane. Un altro contributo di limitata rottura è la teoria della costruzione di nicchie illustrata da John Odling-Smee. Che esista un inevitabile, anche se frequentemente ignorato, processo di interazione fra organismo e ambiente è un fatto biologico innegabile. L'idea di base della teoria

della costruzione di nicchie è assai vecchia, anche se Richard Lewontin è generalmente ritenuto colui che le ha dato senso biologico. La teoria in pratica chiarisce che esiste un processo di mutua dipendenza e di retroazione fra organismi e ambiente, e che l'attività di costruzione di nicchie può generare pressioni selettive nuove, con ovvie ripercussioni sul lato evolutivo. Di nuovo, da un punto di vista puramente filosofico, l'idea è facilmente assimilabile all'interno della prospettiva neodarwiniana.

Ribadisco che questi due contributi sono essenziali per una sintesi estesa. In ogni caso, altre idee esposte all'incontro hanno una capacità di rottura molto più ampia. La ragione è che queste idee sono tentativi di rispondere a un altro tipo di domanda: esistono processi evolutivi che possono avere un'importanza parallela a quello della selezione? Molti dei contributi cercavano di rispondere a questa domanda presentando ipotesi parzialmente speculative con capacità estensiva più marcata, quantomeno perché rompono più chiaramente con la tradizione della supremazia epistemologica della selezione. La maggior parte di questi contributi nasce dalla rivalutazione della «prospettiva dello sviluppo», o evo-devo inteso in senso largo (*developmental perspective*), e dall'enfasi sull'evoluzione fenotipica piuttosto che genetica. Inoltre, questi ultimi contributi hanno anche un potere «sintetico» più ampio, nel senso che il tentativo è dichiaratamente quello di portare a una genuina incorporazione delle varie branche della biologia, incluse quelle storicamente ignorate dalla sintesi (ad esempio biologia della cellula e biologia dello sviluppo).

Un tema toccato da molti contributi riguarda la natura delle variazioni ereditarie, ovvero del materiale grezzo su cui la selezione si alimenta. La questione della natura della variazione è annosa e fondamentale. John Beatty ha cercato di chiarire come essa sia sempre stata al centro delle ricerche della Sintesi, almeno nel senso che darwinisti ortodossi hanno cercato di testare ipotesi sull'importanza relativa di variazione e selezione sul risultato evolutivo. Storicamente Darwin parlò di variazione casuale in senso epistemico, nel senso che le sue cause sono da considerarsi sconosciute. Come ha notato Günter Wagner, Darwin ha privilegiato il ruolo esplicativo della selezione poiché la scienza si fonda su spiegazioni causali, ma oggi questo atteggiamento è anacronistico poiché conosciamo tante delle cause della variazioni ereditarie. Ad esempio, oggi siamo in grado di capire, accedendo al livello biochimico e cellulare, come avviene il processo di mutazione. Per cui, non c'è più motivo di ignorare le cause dei processi di generazione delle variazioni ereditarie.



BILL LORENZ/KONRAD LORENZ INSTITUTE

David Jablonski durante il suo intervento al workshop

L'analisi biologica dei processi di generazione delle variazioni ereditarie si è espansa da vari punti di vista. Genomica, biologia cellulare e biologia dello sviluppo hanno svelato vari meccanismi di generazione delle mutazioni genetiche che possono ancora dirsi fondamentalmente darwiniani (ovvero in ultima istanza casuali rispetto alle condizioni selettive). Ma l'orizzonte si è inevitabilmente espanso. Fondamentali fenomeni biologici ignorati per 40 anni come la mutagenesi adattiva nei batteri chiariscono che esistono vari meccanismi cellulari che i batteri sfruttano per produrre cambiamenti parzialmente «intelligenti». Tanto che alcuni partecipanti (in primis Eva Jablonka) parlano di aspetto lamarckiano dell'evoluzione. Da un altro punto di vista, Marc Kirschner ha proposto un'ipotesi che integra processi di variazione genetica e fenotipica. La teoria è esposta nel bel libro *The Plausibility of Life*, scritto a quattro mani con John Gerhart. L'ipotesi della variazione facilitata è frutto delle ricerche degli ultimi venti anni, e potenzialmente produce una estensione della Sintesi Moderna che più somiglia a una rottura. Il motivo sostanziale è che la selezione assume un ruolo nuovo e certamente non creativo. Un ruolo esplicativo equivalente a quello della variazione genetica e fenotipica. Da questa prospettiva, la selezione diventa il fondamentale meccanismo che perfeziona e stabilizza le variazioni fenotipiche prodotte durante la fase di sviluppo più che la fonte creativa del processo evolutivo.

Lo stesso si può dire a proposito della prospettiva che enfatizza la plasticità fenotipica illustrata e difesa da Massimo Pigliucci. Esiste ampia convergenza sul fatto che plasticità nella fase di sviluppo e più generalmente fenotipica sono fenomeni di ampia portata e rilevanza biologica, soprattutto in seguito alla scoperta del deposito di variazione genetica che ogni popolazione naturale immagazzina. L'importanza di questi fenomeni dal punto di vista evolutivo è sempre stata osteggiata per una serie di ragioni storicamente anacronistiche, come Pigliucci, Jablonka, Kirschner e Muller hanno cercato di mostrare in vari modi e da vari angoli. West-Eberhard (assente ma invitata) ha forse proposto la più generale di queste visioni basate sulla primarietà del fenotipo e della sua primitiva plasticità, sul ruolo dell'accomodazione genetica e dell'effetto Baldwin, sulla modularità dell'organizzazione biologica, e sull'importanza della selezione stabilizzante. Che il processo evolutivo possa cominciare dalle variazioni del fenotipo invece che da mutazioni basate su variazioni delle sequenze del Dna, è una idea a mio avviso più rivoluzionaria rispetto all'idea di selezione di gruppo.

Ovviamente l'idea può essere articolata in varie forme, più o meno compatibili con quelle della tradizione neodarwiniana. Jablonka ad esempio coniuga l'idea centrale di evoluzione fenotipica e la prospettiva dello sviluppo con altre idee al-



BILL LORENZ/KONRAD LORENZ INSTITUTE

Gli organizzatori del workshop: Gerd Müller (a sinistra) e Massimo Pigliucci

trettanto controverse, particolarmente inerenti a nuovi sistemi di eredità. Sommariamente, la «svolta epigenetica» proposta da Jablonka mescola motivi darwiniani, lamarckiani e saltazionisti. In particolare, Jablonka e Lamb argomentano che i sistemi di eredità epigenetica, specie in condizioni di stress fisiologico per l'organismo, guiderebbero la selezione genetica, genererebbero tendenze (*bias*) mutazionali, e causerebbero mutazioni sistemiche (nel senso di Goldsmith). Mi pare ovvio che l'estensione della Sintesi proposta da Jablonka sia di gran lunga più sostanziale di tante altre. Può in effetti essere considerata una vera e propria alternativa più che una estensione del darwinismo selezionista.

L'incontro ha evidenziato il limite dell'accordo sul tema della rottura e dell'estensione della Sintesi. Alcuni dei partecipanti hanno espresso sia apertamente che in forma privata una certa inquietudine nell'esprimere senza cautela il proprio disagio con la Sintesi. Alcuni non vedono problemi nell'integrare le nuove conoscenze dell'epigenetica o sulla natura dei trasposoni con l'approccio della sintesi moderna.

Temi importanti riguardanti la generalità e portata intellettuale del darwinismo sono stati purtroppo poco elaborati per ovvia mancanza di tempo. Esiste una seria alternativa scientifica al

darwinismo in biologia evolutiva? Su questo tema è stato difficile farsi un'idea generale per una serie di ragioni. Primo, il tema è decisamente scottante. Sia in Italia che all'estero, gli attacchi al darwinismo sono sempre più frequenti, per cui la tematica risulta politicamente controversa. Sospetto che molti dei partecipanti abbiano evitato di esprimere pubblicamente il loro vero pensiero al riguardo, riservando i loro pensieri più speculativi per i momenti di relax serali. Ma rimane il fatto che la chiarezza è mancata su questo punto per ragioni che esulano da quelle puramente scientifiche (se si può distinguere fra esse). In secondo luogo, Darwinismo è un termine che ha un significato assai idiosincratico. Dal punto di vista definitorio, non esiste ampia convergenza su cosa il termine esattamente significhi, questo per due ragioni. La prima è che il termine ha significati specifici in diverse branche della biologia. Ad esempio, la posizione darwinista in batteriologia è diversa da quella in etologia. Inoltre, il termine ha una storia rilevante. Alcune volte con darwinismo ci si vuole riferire direttamente alle idee di Darwin, mentre altre volte il collegamento storico è più blando. Quando Fodor e Piattelli Palmarini attaccano il Darwinismo è difficile capire quale tipo di darwinismo stanno attaccando.

In ogni caso, l'attrazione intellettuale del darwinismo in biologia è suprema. Marc Kirschner ha osservato come si tratti più di una vera e propria ossessione che ha più affinità con la critica biblica che con la prassi scientifica. Allinearsi con le posizioni di Darwin significa ancora dare forza epistemologica ai propri argomenti e alla propria posizione teorica, sfruttando un vero e proprio principio di autorità. Ma occorre ribadire che un attacco alla Sintesi Moderna non può essere necessariamente considerato un attacco a Darwin, o al darwinismo *tout court*. Anche se non vi era accordo fra i vari partecipanti, mi sembra che come minimo vi sia una certa tendenza a considerare l'evoluzione come una interazione fra selezione e le tendenze mutazionali e di sviluppo insite nell'organismo. Questa è l'essenza della prospettiva dello sviluppo, che rimane chiaramente fondamentalmente darwiniana.

La selezione rimane uno dei principi di base dell'evoluzione, ma è chiaro che alla luce delle nuove conoscenze biologiche un adattazionismo esasperato non ha più alcuna giustificazione. Günter Wagner ha sostenuto che in biologia evolutiva le ipotesi nulle (*null hypotheses*) dovrebbero essere quelle non-adattive, mentre Kirschner ha ribadito come l'evoluzione sia anche una grande storia di conservazione di processi di base (*core processes*) oltre che una storia di cambiamento. Ed è anche innegabile che vi siano vari fenomeni biologici che sembrano meno suscettibili di essere integrati facilmente con la sintesi. Trasposoni, geni saltanti, interferenza Rna, prioni, mutagenesi adattiva, ecc. sono sia dimostrazioni della incredibile complessità del mondo genomico e biologico in generale, che del marchio che la rivoluzione molecolare ha apportato in biologia. Sempre più teorici sono pronti a declassare la selezione a un ruolo secondario, mantenendone la essenzialità. Da questa prospettiva di più chiara rottura con la tradizione darwiniana, il riuso di moduli di funzionalità provata, e la ricombinazione di tali moduli in differenti combinazioni, sono i processi creativi dell'evoluzione. La selezione naturale, pur essendo fondamentale, non è da considerare come principio generativo delle novità evolutive. La selezione è più una condizione di sfondo (*boundary condition*, secondo Muller), un processo sempre in corso, che un principio creativo.

Alcuni dei partecipanti credono che la biologia stia attraversando una fase rivoluzionaria. La versione genocentrica e il darwinismo selezionista stanno lasciando il passo a una nuova entità teorica che sarà probabilmente più complessa: una sintesi «postmoderna» (il termine preferito da Eva Jablonka).

Chiaramente, i partecipanti all'incontro hanno idee diverse al proposito. L'idea di spostamento di paradigma (*paradigm shift*) di stampo Kuhniano forse non ha molto senso in biologia. Se qualcosa è emerso chiaramente dal punto di vista sociologico è la straordinaria frammentarietà e diversità di prospettive che le varie branche della biologia apportano all'ipotetica nuova sintesi. La vastità del tema affrontato ha sicuramente esacerbato la quasi incommensurabilità dei vari punti di vista. La biologia, nonostante tutto, è una branca del sapere di grandissima diversità e varietà. Sembra quasi che la diversificazione della vita abbia anche portato alla diversificazione degli approcci metodologici e teorici nelle scienze della vita. Inoltre, la Sintesi Moderna non è chiaramente un paradigma Kuhniano, ma una entità forse più generale e complessa. E poi non è scontato che una nuova sintesi sia possibile o anche desiderabile (Werner Callebaut). Probabilmente la biologia molecolare ha una funzione dominante in biologia, essendo probabilmente la forza guida alla base della nuova biologia. Ma queste istanze riduzionistiche non sono universalmente accettate. Inoltre, la semplice violazione di principi euristici non significa rivoluzione. Per esempio, l'idea di variazione casuale ha senza dubbio funzionato come utile principio euristico, guidando la ricerca scientifica (anche a scapito di direzioni promettenti), e cristallizzando una prassi che con l'emergere di anomalie è stata poi revisionata. Piuttosto, l'interrogativo storico interessante rimane riguardo alla natura delle cause della cristallizzazione di una entità teorica così solida e duratura come la sintesi moderna.

Personalmente credo che una rivoluzionaria Sintesi postmoderna, per quanto intrigante sia, forse potrà venire solo se si prendono in considerazione tutti i fenomeni biologici. A mio avviso la mancanza principale del workshop riguardava l'assenza di un esperto del micromondo, ossia di qualcuno che potesse formulare una prospettiva basandosi sugli intriganti mondi dei batteri, degli archea e dei virus. Forse è da qui che prenderà spunto la nuova rivoluzione in biologia. Rimane il fatto che il workshop sia stato un successo. Il motivo fondamentale dell'incontro potrebbe essere quello di educare le prossime generazioni, soprattutto ad essere critici nei confronti della prospettiva di pensiero dominante in biologia evolutiva. Ma solo il tempo sarà in grado di darci una risposta riguardo alla natura della nuova sintesi.

Davide Vecchi è research fellow al Konrad Lorenz Institute for Evolution and Cognition Research