

BRUNO BERTOLINI

Immagini dell'evoluzione

“Non è certamente esagerato affermare che le due teorie scientifiche che maggiormente hanno inciso sulla concezione che l'essere umano ha di sé e della propria collocazione nella natura, tipica del pensiero occidentale, siano state la teoria eliocentrica di Niccolò Copernico e la teoria dell'evoluzione di Charles Darwin. La prima tolse la Terra dal centro dell'universo, la seconda, che si colloca al centro di un processo di profonda trasformazione della concezione della natura, affossò l'antropocentrismo, dando un duro colpo alla pretesa dell'uomo di essere il centro, il fine della natura” (Fantini e Rufo, 2009).

Se dunque la teoria darwiniana è ormai parte fondamentale della nostra cultura, non dovrebbe essere più oggetto di dibattito? Perché discuterne ancora? Non è una teoria ormai assodata? Che c'è ancora da discutere? Ma sì, è una teoria, come tante altre, sono tutte ipotesi più o meno equivalenti.

Questo è quello che si dice a proposito dell'evoluzione, nei discorsi al supermercato tra “casalinghe di Voghera”, oppure dal barbiere, tra l'avvocato e l'assessore, mentre i clienti in attesa annuiscono con distratto ma ossequioso interesse.

Non vorrei discutere qui sulle cause e sugli effetti della scarsa cultura scientifica in Italia, ma vorrei piuttosto invitare a qualche semplice riflessione su alcuni modi di vedere l'evoluzione, che potrebbero portare al tipo di discorsi che ho proposto qui sopra.

L'opinione comune sul significato da attribuire ad alcuni termini (teoria, ipotesi, equivalenza tra teorie...) porta spesso a cattive interpretazioni, sfruttate poi dalle diverse categorie di antievoluzionisti, quand'anche questi non presentino addirittura dati puramente falsi.

Ma veniamo al sodo.

Se cerchiamo il termine “teoria” su di un dizionario della lingua italiana, tra le altre definizioni ne troviamo alcune che fanno al caso nostro: 1) Formulazione e sistemazione dei principi generali di una scienza, o di una sua parte; 2) Insieme coerente di concetti che interpretano un ampio campo della realtà; 3) Complesso di precetti che servono di guida alla pratica, e altro ancora.

Da queste definizioni ne discendono altre, in cui il termine “teoria” assume però un senso dispregiativo: È soltanto una teoria! Il che vuol dire, sono soltanto delle speculazioni senza fondamento, oppure: Sì, in teoria, ma la pratica è un'altra cosa!

Se, come nel linguaggio comune, assumiamo il significato di “teoria = insieme di speculazioni senza fondamento” allora tutte le teorie sono equivalenti. È solo questione di gusti, di pregiudizi, di mode, di ideologie.

Ma noi sappiamo che, se parliamo di scienza, dobbiamo attenerci, tra le diverse definizioni, buone e cattive, a quella che definisce una teoria come un insieme coerente di concetti che spiegano un ampio campo della realtà. Vedremo più oltre che a questa definizione dovremo aggiungere qualcos'altro.

Per discutere di evoluzione, dobbiamo chiarire un punto fondamentale, e cioè che cosa si intenda con "evoluzione" e viceversa con "teoria dell'evoluzione".

Con il termine "evoluzione" (o per essere più precisi "evoluzione biologica") i biologi indicano un processo documentato da una serie di fenomeni osservabili, quali le sequenze di fossili, le stratificazioni geologiche, le datazioni relative e assolute, il modificarsi di frequenze genetiche nelle popolazioni nel tempo e nello spazio, la congruenza dei diversi organismi con l'ambiente, e così via.

Con il termine "teoria dell'evoluzione" si intende invece un insieme coerente di interpretazioni che spiegano cause e modalità del processo evolutivo.

Si potrebbe pensare che sui dati si sia tutti d'accordo, mentre le discussioni potrebbero vertere sulla loro interpretazione, ma non è così.

Ad esempio, il Dottor Richard Paley, che si autodefinisce Scienziato Creazionista, ed è professore di Divinità e di Teobiologia presso la Fellowship University, dà una lettura tra il fantasioso e il letterale della Genesi e del Libro di Giobbe, ricavandone l'idea che uomini e dinosauri siano stati contemporanei, riportando nei suoi articoli, senza un'adeguata documentazione, però, dati come la presenza di utensili litici tra le ossa di dinosauri o il ritrovamento di monili di rame nello stomaco di dinosauri del deserto del Gobi (Figura 1).

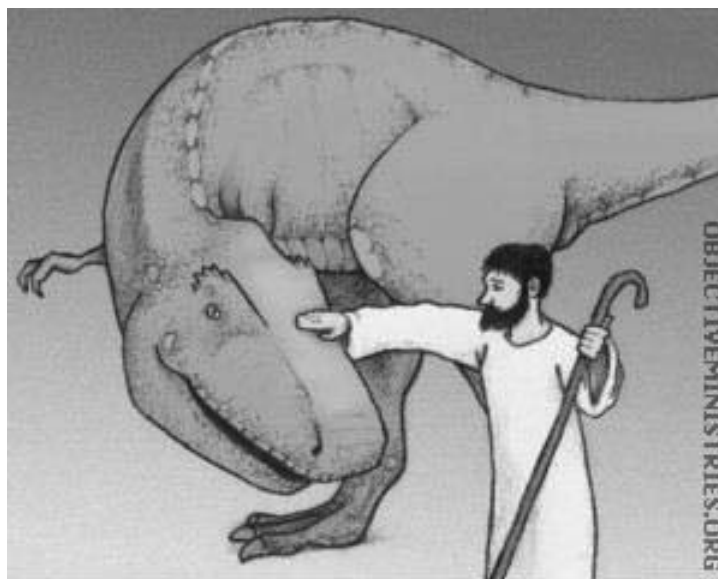


Fig. 1 – Il Dottor Richard Paley professore di Divinità e di Teobiologia presso la Fellowship University, dà una lettura tra il fantasioso e il letterale della Genesi e del Libro di Giobbe, ricavandone l'idea che uomini e dinosauri siano stati contemporanei.

O, per venire più vicino a noi, il Professor Giuseppe Sermonti, per altri versi un validissimo ricercatore e uno dei pionieri della Genetica dei microrganismi, è autore di una variante dell'antievolutionismo che ha creato un certo scalpore mediatico: l'ipotesi del devoluzionismo.

Nel suo libro *La luna nel bosco* (1985) sostiene esplicitamente la discendenza delle scimmie dalla linea di discendenza (filetica) umana. In altre parole, suggerisce che siano le scimmie a discendere dagli uomini.

E ancora, Roberto de Mattei, vicepresidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche (!) fino ad anni recentissimi, sostiene che Adamo ed Eva siano personaggi storici e che siano i progenitori di tutta l'umanità: "l'esistenza personale di Adamo ed Eva fa parte del magistero della Chiesa. Questa... (è)...una delle tante ragioni per cui un cattolico non può accettare le teorie di Darwin".

Nello scorso 2009, il professor Roberto de Mattei, ha organizzato a Roma un convegno

anti-evolutionista, di cui recentemente sono usciti gli atti raccolti in un volume intitolato "Evoluzionismo: il tramonto di una ipotesi" curato dallo stesso De Mattei (Cantagalli, 2009).

Questi pochi esempi di negazionismo, di manipolazione di dati, di commistione impropria di fatti scientifici e argomenti religiosi, ci mostrano come i paracocchi ideologici possano portare ad interpretazioni chiaramente antiscientifiche.

Non mancano dunque le voci di dissenso rispetto a quello che ormai è accettato e sostenuto dalla stragrande maggioranza della comunità scientifica, ma per quanto nel campo della scienza non valga l'opinione della maggioranza, quanto piuttosto la correttezza scientifica delle idee, il creazionismo, cioè l'idea che i processi naturali siano guidati da un essere superiore, gode tuttora, e anzi a volte guadagna terreno, in ambienti di integralismo religioso, cattolici, protestanti, mussulmani.

Le affermazioni dei creazionisti si basano su alcuni argomenti che non devono trovare spazio in una discussione scientifica, e cioè il principio di autorità (la Bibbia dice così e così), l'uso improprio del termine "teoria" (è *soltanto* una teoria, intendendo con questa parola un insieme di ipotesi astratte, se non cervelotiche, non comprovate e non comprovabili), la vivacità delle discussioni che sorgono tra studiosi dell'evoluzione (come apparente dimostrazione che la teoria non sia in realtà accettata dalla comunità scientifica) e infine la falsificazione di dati (intesa come la presentazione di dati palesemente falsi, non nel senso del falsificazionismo popperiano).

Se dunque l'evoluzione (si badi qui alla voluta confusione tra "evoluzione" e "teoria dell'evoluzione") è una teoria, una teoria come tante altre, allora anche altre teorie possono avere la stessa dignità e devono avere pari spazio nell'insegnamento.

A questo proposito, una delle accuse che gli antievolutionisti formulano, nei riguardi dei sistemi scolastici "laici", è che la teoria dell'evoluzione è imposta ai discenti come un dogma.

L'accusa è pretestuosa, ma su questo dovremo discutere un po' più approfonditamente, perché l'immagine della teoria dell'evoluzione che è proposta dai media e in un certo senso anche a scuola, può a volte prestare il fianco a questi attacchi.

L'argomento, da culturale, si fa infine politico, perché queste idee antievoluzioniste trovano spazio e alimento, e a loro volta alimentano ideologie reazionarie, in ambienti e movimenti integralisti e reazionari.

La visione del mondo creazionista è quella di una natura immobile, che dai tempi della creazione si mantiene fundamentalmente uguale a se stessa. E se il mondo permane nel tempo come il Creatore ha voluto che fosse (Figura 2), perché mai si dovrebbero auspicare o perseguire modificazioni dell'ordine sociale?



Fig. 2

Se ammettiamo invece una freccia del tempo, e non solo un ciclo del tempo, e riconosciamo la successione di faune e di flore che si sono susseguite nella storia della Terra, troviamo che sono state offerte diverse spiegazioni per questo fenomeno.

Ad esempio, si è pensato a più creazioni successive, che seguivano ad episodi di distruzione di massa. Oppure, senza ricorrere ad ipotesi creazionistiche, si sono ipotizzati cataclismi naturali, seguiti da ripopolamenti da parte delle faune delle regioni limitrofe, come proposte nel 1815 il grande naturalista francese George Cuvier.

La spiegazione più accettata oggi è però quella della derivazione delle forme attualmente viventi da forme preesistenti, da forme vissute nel passato che vanno considerate come le antenate di quelle attuali.

Si tratta quindi di un processo di derivazione e di diversificazione di forme, una visione dinamica della natura, molto differente dalla rigida e statica visione della Grande Catena dell'Essere, proposta fin dal Medioevo, ma risalente alla concezione aristotelica della scala della vita.

Ma qual è il meccanismo che ha prodotto (e tuttora produce) questa successione e diversificazione dei viventi?

Una forma modernizzata del creazionismo, l'Intelligent Design, ammette la realtà del processo evolutivo, ma respinge l'idea che il caso possa essere il motore dell'evoluzione e spiega l'evoluzione come l'attuazione di un disegno divino che viene via via realizzandosi nel tempo.

È un'ipotesi evidentemente non comprovabile, o, ricorrendo ai criteri di scientificità proposti da Popper, non assoggettabile a tentativi di falsificazione, e quindi un'ipotesi non scientifica.

Il nucleo della teoria darwiniana è discendenza con modificazioni e selezione naturale. I discendenti non sono perfettamente uguali ai genitori, né uguali fra loro e le differenze tra loro sono ereditabili e, in una determinata situazione ambientale, favoriscono alcuni ad avere una maggiore discendenza, mentre ne sfavoriscono altri. Il nucleo della teoria (discendenza con modificazioni, selezione naturale) è tuttora considerato valido.

I biologi sono concordi su di una teoria: la teoria "neodarwiniana", con tutte le addizioni di nuovi concetti e nuove conoscenze derivanti dalla biologia molecolare, dalla biologia dello sviluppo, dalle teorie della complessità, eccetera. Non ci sono teorie alternative, accettate dalla comunità scientifica. Naturalmente sappiamo che alla selezione naturale si sono aggiunti altri meccanismi evolutivi, non previsti da Darwin, la deriva genetica, l'isolamento geografico, l'effetto fondatore, la teoria neutrale di Kimura, la teoria degli equilibri punteggiati...

I critici della teoria dell'evoluzione parlano spesso di "teorie dell'evoluzione", come se esistessero oggi teorie alternative scientificamente difendibili.

Parlare di "teorie", invece che di "teoria", sembra voler insinuare un'ombra di dubbio sul fatto che la teoria dell'evoluzione darwiniana sia la maggiore teoria unificante che informa tutto lo status epistemologico della biologia. E in alcuni paesi, per esempio in alcuni stati degli Stati Uniti, si pretende che nell'insegnamento scolastico tutte le "teorie" sull'evoluzione abbiano la stessa dignità nei programmi e sia loro dedicato lo stesso tempo nell'insegnamento, come già si è accennato.

Questo atteggiamento colpisce uno dei fondamenti concettuali della biologia moderna. Come ha scritto il grande genetista Theodosius Dobzhanski (1973): *"Niente ha senso in biologia se non alla luce dell'evoluzione"*

I detrattori della teoria dell'evoluzione insistono spesso sulla disparità di opinioni, sulle discussioni che nascono tra i ricercatori in biologia evolutiva, riguardo ad alcuni aspetti particolari della teoria, su interpretazioni divergenti di dati vecchi e nuovi, sull'interpretazione di nuove scoperte, come se questi dibattiti, invece di dimostrare la vitalità della teoria, come strumento interpretativo, ne minassero le fondamenta.

E a questo punto vorrei discutere dell'immagine della teoria dell'evoluzione che spesso forniamo agli studenti, e che è parte del problema più generale dell'immagine della scienza che costruiamo a scuola (università compresa).

Una trattazione storica della teoria dell'evoluzione ha senza dubbio il pregio di presentare la scienza come una costruzione umana, come un'impresa sociale, legata al più ampio contesto della storia, e non come un insieme di fatti rivelati dal libro di testo. Spesso, però, i ragazzi ne ricavano l'idea di un'impresa com-

piuta, di una grande e complessa costruzione ormai terminata, da ammirare, e poi passare a qualcosa di più attuale e moderno.

È invece la teoria dell'evoluzione non è una costruzione definitiva.

È vero che il nucleo della teoria (discendenza con modificazioni, selezione naturale) è sempre quello, ma gli studi continuano ad andare avanti.

La teoria va vista non soltanto come un corpus di conoscenze, di concetti, di spiegazioni, ma anche come “progetto di ricerca”, nel senso di Lakatos. Non possiamo insegnare soltanto le idee codificate, accettate dalla comunità scientifica, ma dobbiamo trattare anche di quello che avviene al confine della conoscenza scientifica, per far comprendere che la scienza non è solo un insieme più o meno coerente di concetti, principi, conoscenze, procedure, ma anche un *work in progress*, un'attività umana che viene portata avanti da una comunità di ricercatori.

Un paio di esempi di *work in progress*, possono essere l'Evo-Devo, e in particolare l'argomento dell'evoluzione dell'arto dei Tetrapodi e la cosiddetta Evoluzione sperimentale.

Evo-Devo è una sigla che indica la Evolutionary Developmental Biology, cioè la Biologia dello Sviluppo Evolutiva, campo di ricerca evidentemente interdisciplinare, molto in voga oggi.

Nella storia che vi racconterò per sommi capi, vedremo una delle caratteristiche della ricerca moderna, e precisamente la convergenza di più discipline per cercare di risolvere il medesimo problema. Caratteristica che va messa in risalto nel campo dell'educazione scientifica.

Cominciamo con i dati che ci offre la Geologia.

Nel periodo Devoniano, grosso modo tra 400 e 350 milioni di anni fa, la Pangea si sta dividendo in due supercontinenti: Laurasia a nord e Gondwana a sud.

Le terre emerse sono delle brulle distese di rocce e sabbie e la Paleobotanica ci descrive una rada vegetazione di muschi e licheni. Le acque scorrono in fiumare, dai fondi e dalle rive instabili. Pian piano le piante vascolari conquistano l'ambiente terrestre e sorgono vere e proprie foreste di felci arboree, equiseti, lycopodi giganti, alti fino a venti, trenta metri. Solo verso la fine del Devoniano compaiono le prime gimnosperme, delle protoconifere.

Lo sviluppo della vegetazione produce il deposito di materiale organico, che per opera di una comunità di detritivori e di decompositori è trasformato in humus.

I fiumi sono stabilizzati dalla vegetazione ripariale e, nelle pianure, formano meandri che, come oggi, finiscono per distaccarsi dal corso principale, formando stagni e paludi.

Il Devoniano è detto era dei pesci, perché questi rappresentano le forme dominanti. Pesci agnati, cioè senza mandibola, che devono dotarsi di pesanti corazzate dermiche per difendersi dalla predazione di grandi scorpioni d'acqua, gli euripteridi. Pesci gnatostomi, cioè forniti di mandibole, efficienti predatori che si irradiano in un'enorme varietà di forme. Tra queste, pesci a scheletro ossificato, che possono essere distinti in due taxa principali, quelli con pinne a ventaglio, gli attinopterigi, che sono oggi i pesci ossei dominanti nel mare e nelle acque dolci, e pesci con pinne carnose, fornite di una loro muscolatura intrinseca e con un robusto scheletro basale.

Sono appunto questi pesci, detti sarcopterigi, cioè a pinne carnose, che dovremo prendere in considerazione per descrivere la conquista dell'ambiente terrestre da parte dei vertebrati.

Le pinne pari di questi pesci sono formate da un robusto elemento basale, articolato sul cinto, e paragonabile all'omero, o al femore, da due elementi distali, simili a radio e ulna o tibia e fibula, su cui si articolano piccoli elementi ossei che sorreggono le lunghe e sottili bacchette ossee, i lepidotrichi, di origine dermica, che formano la pagaia per nuotare.

Come modello di questi pesci si propone di solito *Eusthenopteron*, un grosso pesce di acque profonde, buon nuotatore (Figura 3).

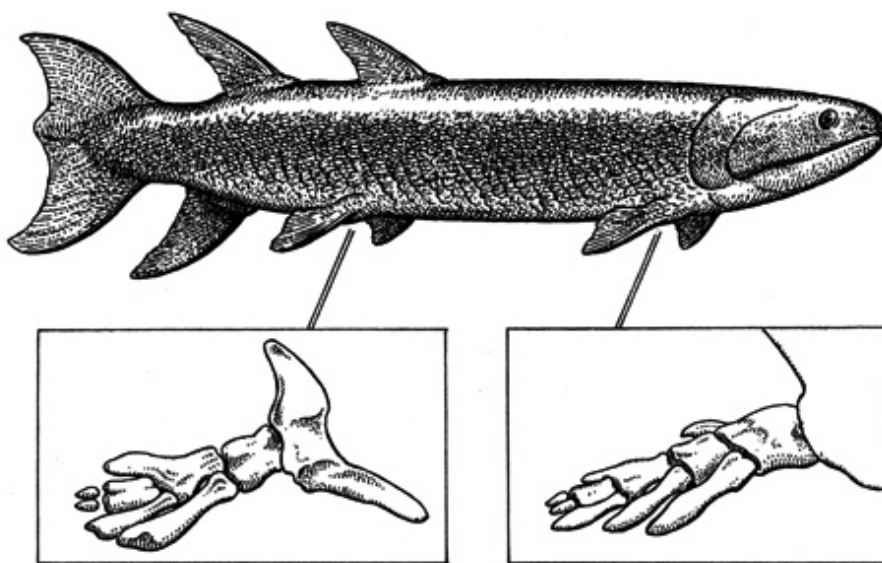


Figura 3

Le pinne del pesce Crossopterigio del Devoniano, *Eusthenopteron*, hanno una morfologia dello scheletro che corrisponde a quella delle parti basale e intermedia dell'arto dei tetrapodi.

Intanto gli estuari e le acque interne sono colonizzate da un'abbondante fauna di origine marina e i pesci sarcopterigi conquistano anche gli stagni e le paludi. Si tratta però di acque basse, ingombre di vegetazione, eutrofiche, frequentemente in debito di ossigeno.

Nel Devoniano medio si osserva una trasformazione di questi pesci: divengono appiattiti, per adattarsi alle acque basse, e le loro pinne pari diventano più robuste, per spingersi nell'intrico della vegetazione, per sollevare la testa fuor d'acqua e respirare. Si tratta, infatti, di pesci polmonati. Insomma, un modo di vita simile a quello degli attuali coccodrilli.

Le testimonianze fossili sono abbondanti, pesci Panderictidi, un fossile dal curioso nome di *Tiktaalik*, trovato nel nord del Canada, *Gogonasus*, ritrovato in

Australia, e tanti altri, alcuni dei quali scoperti nei cassetti dei depositi di musei, dove erano stati archiviati, senza che ne fosse stato riconosciuto l'interesse.

In queste forme le pinne divengono sempre più adatte a “camminare” nell'ambiente acquatico. La pinna-piede nasce per spostarsi in un particolare ambiente acquatico, e non per “uscire dall'acqua”, come si riteneva fino a tempi recenti.

Poi, improvvisamente, nel Devoniano superiore compaiono i primi tetrapodi (Figura 4).

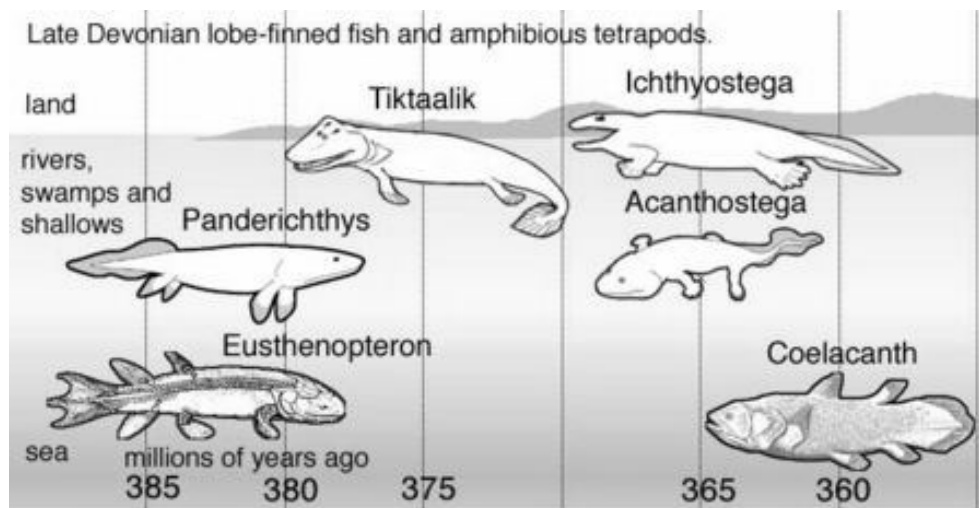


Figura 4

Nel periodo Devoniano, i pesci Crossopterigi, dal mare si spingono negli estuari e poi nei fiumi, nelle lagune e nelle paludi. Da essi avranno origine molte forme di anfibi primitivi, ancora fondamentalmente legati all'ambiente acquatico, ma che daranno origine a loro volta a discendenti capaci di colonizzare l'ambiente terrestre.

Ma cosa vuol dire “improvvisamente”?

Vuol dire che, non c'è una graduale transizione da pinna a piede.

Questi tetrapodi primitivi, *Acanthostega*, *Ichthyostega*, *Hynerpeton*, e tanti altri, sono pesci con i piedi. Sono ancora assolutamente animali acquatici, molte caratteristiche del loro scheletro lo dimostrano, e sono ancora per molti versi simili ai loro antenati pisciformi, ma hanno dei veri e propri arti. Omero e femore, radio, ulna e tibia e fibula sono pressoché identici a quelli dei pesci sarcopterigi, ma non c'è più la sottile membrana sostenuta dalle bacchette ossee dei lepidotrichi, ci sono invece vere e proprie dita.

Non che questi arti siano già adatti a camminare speditamente sulla terra, questo avverrà nel Carbonifero, quando compariranno gli antenati dei rettili, i cosiddetti rettilomorfi. Sono, come si è detto, piedi acquatici, fatti per camminare sul fondo delle acque, e forse, solo occasionalmente, per camminare sulla terra (Figura 5).

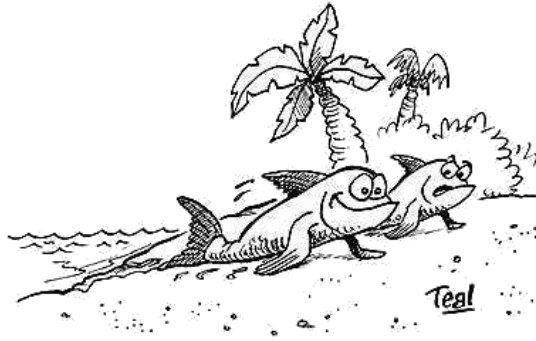


Figura 5

OK, e ora cosa facciamo?

Ripeto la domanda: cosa vuol dire “improvvisamente”?

Si conoscono ormai molti fossili di transizione tra pesci sarcopterigi e tetrapodi, ma non si conoscono forme di transizione tra pinna e arto. La parte basale è sempre estremamente simile, ma la parte distale, la mano o il piede, l'auto-podio, come si dice in anatomia comparata, è presente soltanto nei tetrapodi.

Si tratta di lacune nella documentazione fossile, o c'è qualche altra spiegazione?

Ecco che qui entra in campo la Biologia dello Sviluppo. L'Evo-Devo, come dicevamo, è una disciplina che integra Paleontologia, Anatomia comparata e Biologia dello Sviluppo, e che si serve degli strumenti recentissimi offerti dalla Genetica dello Sviluppo.

Lo sviluppo della pinna e dell'arto è sotto il controllo di una serie di geni, i geni Hox. In una prima fase i geni Hox della base dell'abbozzo dell'arto e della pinna determinano lo sviluppo dell'omero, o del femore. In una seconda fase, una seconda serie di geni Hox determina la formazione di radio e ulna, o tibia e fibula. I pesci si fermano qui, e all'estremità dell'arto si formano le sottili bacchettine ossee dei lepidotrichi, derivanti dal tegumento. Nei tetrapodi, una terza serie di geni Hox, in una terza fase, determina lo sviluppo della mano e del piede.

Ebbene, mentre nelle prime due fasi c'è una complessa rete di interazioni geniche che controlla lo sviluppo, e quindi una singola mutazione tra i geni che controllano le prime due fasi avrebbe soltanto un piccolo effetto, la terza fase, invece, è sotto il controllo di un unico *enhancer*, un gene capofila che controlla l'attività di tutta una serie di geni a lui sottoposti.

Possiamo suggerire quindi la ragionevole ipotesi che una singola mutazione, in un particolare gene della seconda fase, abbia potuto trasformare questo nel gene di innesco e di controllo, un *enhancer* appunto, di una terza fase. Cioè una singola mutazione in un sarcopterigio avrebbe potuto manifestarsi nei suoi discendenti come acquisizione di piedi da tetrapodo.

L'ipotesi è formulata qui in maniera un po' semplicistica, ma è suggestiva e plausibile.

Ma... nella scienza ci sono spesso dei ma. Dei dubbi costruttivi che portano alla ricerca di nuovi dati e di nuove interpretazioni.

Queste ricerche sul controllo genico dello sviluppo dell'arto sono state condotte su alcuni organismi modello, come si usa dire, cioè su specie standard che si sono rivelate le più adatte a condurre certi tipi di studi. In questo caso, soprattutto sul pesce zebra, sul pollo e sul topo.

Nel pollo e nel topo abbiamo l'espressione dei geni Hox che controllano le tre fasi dello sviluppo successivo dei tre segmenti dell'arto. Nel pesce zebra, solo le due prime fasi.

Il pesce zebra è un pesce osseo molto evoluto. Alcuni ricercatori si sono chiesti se la stessa situazione si sarebbe ritrovata in pesci più primitivi, e hanno studiato il pesce spatola, *Polyodon*, che vive nei fiumi del Nord America.

Ebbene, nel pesce spatola, durante lo sviluppo delle pinne, si attiva anche la serie dei geni Hox della terza fase, anche se non si forma un piede. Cosa significa questo? Significa che la potenzialità di formare un piede era presente nei pesci primitivi, che è andata perduta in quelli più evoluti, che non hanno più neanche la potenzialità di sviluppare dei piedi, e che non si esplica comunque nei pesci attuali, ancorché primitivi, perché i meccanismi di controllo di questi geni sono differenti da quelli che compariranno nei tetrapodi.

Ma questo non basta. Di recente, in Russia, sono stati ritrovati esemplari molto ben conservati di quel antenato pisciforme dei tetrapodi che abbiamo già nominato, *Panderichthys*.

Lo studio, mediante tomografia computerizzata ai raggi X, di questi scheletri fossili ha rivelato che un osso posto distalmente all'ulna, nella pinna anteriore, e che era stato considerato come un unico grosso ulnare, in realtà era formato da un piccolo ulnare e da una serie di bacchette ossee che possono essere considerate come delle dita.

Ma allora, non è vero che le dita sono l'assoluta novità evolutiva che compare nei tetrapodi. Erano presenti, anche se in forma ancora rudimentale almeno in qualcuno dei loro antenati pesci crossopterigi.

Il quadro semplice e schematico che ci spiegava la improvvisa comparsa del piede è messo in crisi, e le interpretazioni si fanno più difficili e richiedono la raccolta di dati ulteriori.

Morale della storia: i quadri della scienza possono sempre essere sottoposti a verifica, anzi devono essere sempre possibili delle verifiche. Le certezze scientifiche esistono, e non possiamo neanche dire che siano sempre provvisorie, nel senso che non meritino fiducia, ma se ci sono dei ragionevoli dubbi, vanno sottoposte a revisione. E anche questa è una delle caratteristiche della scienza che è importante mettere in risalto nella costruzione di un'educazione scientifica.

Un'altra delle accuse che gli antievoluzionisti portano alla teoria dell'evoluzione, è che questa teoria non permette di progettare degli esperimenti. Si basa pressoché unicamente su dati storici.

A questo proposito si può riportare un cenno sulla cosiddetta Experimental Evolution: esempi di esperimenti di selezione naturale su microrganismi (interessanti anche per le loro applicazioni pratiche, evoluzione della resistenza agli antibiotici, chimica delle fermentazioni, controllo e recupero dell'ambiente...).

Il 15 febbraio del 1988, un ricercatore americano, Richard Lenski, ha comin-

ciato un esperimento di selezione. Dodici campioni prelevati dalla stessa coltura, geneticamente omogenea, del batterio *Escherichia coli* furono fatti crescere in dodici recipienti identici, contenenti un mezzo di coltura semplice, con glucosio come unica fonte di carbonio. Per questo batterio, il mezzo di coltura utilizzato, era un ambiente nuovo, cui era scarsamente adattato. Ogni giorno, l'1% di ogni popolazione era trasferito in un nuovo recipiente. I batteri si riproducono molto velocemente e nelle 24 ore, in queste condizioni, si ottenevano 6,6 generazioni.

Ogni 100 generazioni, un campione prelevato da ogni cultura era congelato e conservato, così come era stato fatto, all'inizio dell'esperimento, per un campione della coltura di partenza.

Le dodici popolazioni erano geneticamente identiche all'inizio, e l'unica fonte di variazione su cui poteva agire la selezione naturale era la mutazione.

L'adattamento di ogni popolazione all'ambiente fu saggiato paragonando direttamente i batteri che si erano evoluti nelle successive generazioni con la coltura originale. Si fecero cioè crescere in competizione, nella stessa coltura, campioni delle colture evolute e campioni della coltura originale.

Dopo un certo tempo, fu misurato il rapporto tra i tipi originali e quelli evoluti, per valutare l'adattamento delle linee evolute relativamente ai loro antenati.

Nel 1994 furono pubblicati i primi risultati che mostrarono che l'adattamento delle dodici popolazioni sperimentali era aumentato di circa il 40% e che tra queste popolazioni c'erano delle differenze genetiche. Mutazioni evidentemente casuali avevano prodotto linee di adattamento differenti per ovviare alla stessa necessità ambientale. Quindi il caso e la contingenza, come anche la selezione naturale avevano un ruolo importante nell'evoluzione di queste popolazioni.

Vorrei concludere infine con un cenno ad una visione più generale, e che ci riguarda direttamente.

L'uomo si è evoluto sulla Terra attraverso una catena di eventi assolutamente improbabili, irripetibili, imprevedibili. Chi avrebbe potuto prevedere che tra le tante strane forme presenti negli argilloscisti di Burgess del Cambriano, il più antico protocordato noto, la Pikaia, avrebbe avuto una discendenza, che avrebbe portato fino ai vertebrati? Chi avrebbe potuto prevedere che le modificazioni ecologiche del Devoniano avrebbero prodotto le opportune condizioni e la spinta evolutiva perché dai sarcopterigi ripidisti si evolvessero i tetrapodi basali, che pian piano conquistarono l'ambiente terrestre? E l'improbabile collisione con un asteroide che avrebbe prodotto l'estinzione dei dinosauri, aprendo ai mammiferi la possibilità di un'immensa radiazione evolutiva? E la crisi climatica che ha costretto gli antenati degli ominidi a lasciare la foresta per la savana, e cominciare quel lungo viaggio che ha portato fino a noi?

L'evoluzione è un fenomeno storico, cioè un fenomeno in cui ogni passo condiziona i passi successivi, ma è anche un fenomeno pieno di casualità, di imprevedibilità, anche se a posteriori se ne possono dare delle interpretazioni scientifiche. A priori i fatti dell'evoluzione non sono prevedibili, né a partire da leggi generali, né dalla considerazione della situazione immediatamente precedente.

Come scrive Stephen Jay Gould: *“Noi siamo figli della storia e dobbiamo seguire il nostro cammino in questo, che è il più diverso e interessante degli universi*

concepibili: un universo che è indifferente alla nostra sofferenza, e che ci offre quindi la massima libertà di avere successo, o di fallire sulla via che abbiamo scelto”.

Riferimenti bibliografici

FANTINI B. e F. RUFO (a cura di), *Evoluzionismo, Una nuova concezione del mondo e della natura umana*, 9, Ediesse, Roma 2009.

SHUBIN N., C. TABIN e S. CARROLL, *Deep homology and the origin of evolutionary novelties*, *Evolution, Nature Insight*, 818-823, 2009.

BUCKLING A., R. CRAIG MACLEAN, M. A. BROCKHURST e N. COLEGRAVE, *The Beagle in a bottle*, *Evolution, Nature Insight*, 824-829, 2009

BERTOLINI B., *Specificità della biologia e immagini della scienza*, in *Scienza, valori, educazione*, (a cura di G. Del Re e Ezio Mariani), Istituto per Ricerche e Attività Educative, Napoli 15-16 novembre 1991, pp 51-60.

GOULD, S. J., *La vita meravigliosa*, Feltrinelli, Milano, 1990.

http://www.repubblica.it/cronaca/2011/04/11/news/de_mattei-14780868/?ref=HREC1-3

<http://temi.repubblica.it/micromega-online/levoluzionismo-fantasie-il-creazionismo-antiscientifico-del-vicepresidente-del-cnr/>