

L'EVOLUZIONE E LE SUE INTERPRETAZIONI

INTERVISTA A LODOVICO GALLENI*

a cura di Camillo Cardelli

L'evoluzione dei viventi: un fatto la cui interpretazione è tuttora al centro di un acceso dibattito epistemologico. Il contributo di uno scienziato impegnato su questo fronte mostra il nesso tra i diversi linguaggi interpretativi e i fondamenti teorici.

Per quanto riguarda il problema dell'evoluzione, oggi si può dire che «sappiamo di non sapere tutto». Fino agli anni Sessanta si pensava di avere un unico «programma di ricerca» definitivo e ormai consolidato. I biologi sperimentali dovevano solo descrivere fenomeni che avevano già una griglia interpretativa pronta per accoglierli. Ora si cominciano a intravedere differenti griglie interpretative e diverse impostazioni teoriche. Questo ha una conseguenza importante. Fino a pochi anni fa la biologia teorica sembrava quasi un rifugio per biologi di seconda classe: la teoria era in fondo già fatta. Adesso le cose cambiano completamente: bisogna formare una nuova generazione di biologi che si dedichino istituzionalmente alla biologia teorica cioè all'allestimento e al confronto delle grandi teorie biologiche, altrimenti la biologia rischia di diventare un accumulo di dati senza prospettive precise. Su questa linea opera da tempo Lodovico Galleni.

emmeciquadro: Lo sviluppo della biologia, e in particolare le acquisizioni a livello molecolare, implicano notevoli cambiamenti nel linguaggio disciplinare e soprattutto nei paradigmi su cui si fondano le teorie fondamentali. Che cosa significa questo in riferimento all'evoluzione?

Galleni: Mi pare anzitutto importante chiarire un punto: ormai non è più in discussione il fatto storico evoluzione, cioè il fatto che i viventi sono il risultato di un lungo processo di trasformazione avvenuta nel tempo. Invece, sono in discussione le teorie che noi usiamo per spiegare come questo fatto sia avvenuto e come se ne possano ricostruire le tappe. Allora occorre spendere due parole per chiarire cos'è una teoria scientifica o meglio, visto che io seguo, tra gli epistemologi contemporanei, l'impostazione di Imre Lakatos, cos'è un programma di ricerca. Un programma di ricerca è il risultato



*L.Galleni è Professore di Zoologia Generale nella facoltà di Agraria dell'Università di Pisa e opera presso il Centro Interdipartimentale per lo studio dei Sistemi Complessi della stessa Università. È consulente scientifico delle riviste *Nuova Secondaria* e *Religione e scuola*.



Darwin negli ultimi anni della sua vita

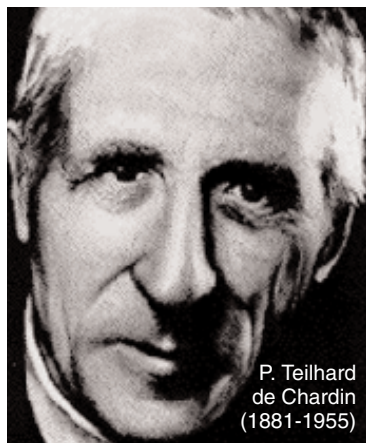
di una ricerca teorica, decisamente articolata, che costruisce, attorno a un nucleo centrale, un'incastellatura teorica che permette di creare gli spazi in cui sistemare i risultati delle ricerche sperimentali e indica le linee di indagine da seguire. Abbiamo appena vissuto la stagione, del resto feconda, dell'accettazione di quella revisione del darwinismo che va sotto il nome di «sintesi moderna», un programma di ricerca che vede un nucleo centrale in cui la selezione naturale è il fattore che determina l'adattamento dei viventi e il cambiamento nel tempo delle loro strutture. Questo programma di ricerca ha retto abbastanza bene fino agli anni Sessanta ed è stato quindi estremamente utile per approfondire lo studio del fatto evolutivo.

Adesso nuovi dati, e anche la reinterpretazione di dati precedenti, che non vengono solo dalla biologia molecolare, sembrano permetterci di costruire altri programmi di ricerca che si confrontano

con il primo. Uno di questi viene chiamato «organismo-centrico» perché indica come possibile causa dell'organizzazione delle forme dei viventi sistemi di autoorganizzazione che operano a livello del singolo organismo e ne determinano almeno in parte lo sviluppo.

Per spiegarmi meglio: secondo questo programma di ricerca non tutta l'informazione è contenuta nel DNA e quindi è legata al gioco mutazione/variabilità ereditaria/selezione naturale. Certe strutture, estremamente precise dal punto di vista geometrico, nascono grazie alle forze di attrazione e repulsione tra le cellule, così come un fiocco di neve si autoorganizza grazie alle forze di attrazione delle molecole che lo compongono. Infine io ho individuato e proposto un terzo programma di ricerca, quello «biosferocentrico». L'idea è che, se vogliamo comprendere fino in fondo il fenomeno evolutivo, occorre vedere l'evoluzione anche a livello globale, dell'intera Biosfera, cercando di comprendere anche i legami e le relazioni che si instaurano tra i viventi e tra viventi e non viventi e le ragioni di queste relazioni.

I padri di questa impostazione sono Vladimir Vernadskij e Pierre Teilhard de Chardin e i maggiori esponenti attuali James Lovelock e Lynn Margulis. Informazioni su questi due programmi che stanno emergendo dalla ricerca contemporanea si trovano in un paio di contributi recenti.¹



P. Teilhard de Chardin (1881-1955)

Nel dibattito attuale, nonostante l'esigenza di nuove categorizzazioni, emersa mano a mano che si manifestavano i problemi legati alla complessità dei sistemi, viene usata ancora la terminologia classica (darwinismo, neodarwinismo, teoria sintetica). Che rapporto c'è tra i termini usati dalla scienza e i concetti ad essi sottesi?

Qui occorre chiarire bene la situazione. L'evoluzione biologica è andata avanti, in pratica per buona parte del nostro secolo, in una situazione di forte monismo teorico. La biologia, ricordiamo sempre la fondamentale lezione di Teilhard de Chardin, è la scienza che studia l'infinitamente complesso. Tanto più complesso è poi lo studio dell'evoluzione biologica, che aggiunge alla descrizione dei fenomeni della complessità biologica anche il problema, enorme, del loro formarsi nel tempo. Per lo sviluppo di un approccio scientifico occorre uno sforzo di tipo riduzionista, dettato dalla necessità di riuscire a «maneggiare» scientificamente gli oggetti biologici. In partenza questa necessità fu collegata alla particolare natura della biologia e non a sviluppi di tipo filosofico. Tant'è vero che il co-scopritore della teoria della selezione naturale, Alfred Russell Wallace, vedeva nella selezione un segno dell'armonia della creazione voluta dal Creatore; d'altra parte, l'altro grande biologo del XIX secolo,

quel Gregorio Mendel che riesce ad affrontare e a risolvere il problema dell'ereditarietà dei caratteri proprio grazie ad un approccio fortemente riduzionista, era un santo monaco.

Termini come «darwinismo», «neodarwinismo» e «sintesi moderna» hanno una precisa valenza scientifica e rappresentano differenti sviluppi nel tempo dell'idea che la selezione naturale è il fattore responsabile del cambiamento della forma dei viventi e dell'adattamento. Adesso cominciamo ad avere gli strumenti per maneggiare la complessità: dalla teoria dei sistemi, al caos deterministico, alla teoria delle catastrofi, al concetto di omeostasi planetaria. Da questo punto di vista possiamo fare un salto di qualità e superare questa terminologia che di fatto è datata.

Rimane però una sequenza di ipotesi, tutte centrate sulla selezione, che sono state le ipotesi guida della biologia del nostro secolo. Per questo esse senz'altro rimarranno dal punto di vista storico e del resto sono ancora oggi un punto di riferimento importante. Il fatto poi che esse siano state anche rivestite di significati filosofici o ideologici, nulla toglie al loro valore euristico dal punto di vista scientifico, anche perché spesso questi significati «aggiuntivi» non sono stati accettati da tutti gli scienziati che hanno operato per costruire queste ipotesi. Abbiamo fatto appena cenno a Wallace; nel nostro secolo potremmo fare



¹Cfr.: L. Galleni, *Aspetti teorici della biologia evolutivista*, in: P. Freguglia (a cura di), *Modelli matematici nelle scienze biologiche*, Quattroventi, Urbino 1998, pp. 11-66; L. Galleni, *L'evoluzione biologica*, in: "Studium", n. 94 (2-3), 1998, pp. 353-382.



Th. Dobzhansky (1900-1975)
Nel 1937 la pubblicazione del suo libro *La genetica e l'origine delle specie* segnò l'inizio della moderna teoria sintetica

riferimento a Theodosius Dobzhansky, il genetista che è tra gli autori della sintesi moderna e si dichiara, dal punto di vista religioso un cristiano - quindi dalla stessa parte di Teilhard de Chardin e non da quella di Julian Huxley - il quale esprime la speranza che l'evoluzione si muova verso la città di Dio. Come si vede, il dibattito filosofico dedotto da questi termini è stato molto più ricco di quanto si pensasse a prima vista ed è probabilmente importante riscoprirlo.

Sembra che la parola chiave di tutte le teorie evolutive sia «selezione naturale». D'altra parte il significato di questa parola cambia nelle diverse ipotesi. In che senso le acquisizioni della scienza e le ipotesi diverse modificano il significato di un elemento fondamentale delle teorie interpretative dei fenomeni?

Indubbiamente la selezione naturale è stata una linea di ricerca importante per la biologia evuzionistica e ancora oggi è la forza centrale del programma di ricerca più diffuso. Quindi rimane un elemento fondamentale. D'altra parte, oggi abbiamo abbastanza dati per proporre anche altri programmi di ricerca ed è chiaro che la sfida intellettualmente più affascinante è quella di saggiare strade alternative piuttosto che cercare l'ennesima conferma dell'ipotesi dominante. L'aspetto più importante

consiste però nella necessità di dover ragionare in termini di pluralismo metodologico. I tre programmi di ricerca che ho cercato di descrivere non si confrontano per sostituirsi uno con l'altro, ma debbono convivere ed esser usati volta per volta per spiegare questo o quel fenomeno, questa o quella situazione collegata con l'evoluzione biologica, occorre insomma lavorare anche ad una epistemologia della complessità. Questo vuol dire che in tutti i programmi di ricerca ha spazio la selezione naturale. La differenza è che nel primo caso essa è l'unica forza importante, negli altri essa si affianca, con spazi più o meno ampi, ad altre forze.

Ogni parola assume il proprio significato nell'ambito del contesto in cui è inserita. In un suo recente articolo² si fa riferimento a teorie, come quelle di di Sewall-Wright, Waddington e Goodwin che, diversamente dalla sintesi moderna, tengono conto delle relazioni tra i viventi. In questo quadro come cambia il significato della parola evoluzione?

Le teorie di Sewall-Wright, come quelle di Waddington prima e di Goodwin dopo, sono sempre state ai margini della sintesi moderna proprio perché individuavano ed individuano piste alternative che solo ora presentano una massa critica sufficiente per costruire un

programma di ricerca diverso da quello della sintesi. L'aspetto fondamentale è che esistono vincoli determinati dalle relazioni tra oggetti che condizionano l'azione della selezione naturale.

Per esemplificare: nella prospettiva darwiniana ogni esito è possibile e l'evoluzione può essere rappresentata da una pallina da ping pong che si muove su un tavolo perfettamente piano e liscio; proprio per questo ogni percorso è possibile. Se l'unica forza che spinge la pallina è il soffiare su di essa da parte di un gruppetto di bambini terribili, qualsiasi percorso è possibile, e non è determinabile grazie a leggi precise, come quelle che permettevano a Galileo di ricostruire il moto dei gravi; il percorso è descrivibile solo a posteriori una volta che è avvenuto. È il filone di pensiero che vede nella biologia evolutiva una scienza eminentemente storico-descrittiva.

Al contrario, nella prospettiva di Sewall Wright, di Waddington e delle nuove voci che vedono in Goodwin e Kaufmann i principali esponenti, esistono relazioni tra oggetti (per esempio relazioni tra geni nella prospettiva di Sewall Wright) che determinano costrizioni adattative che l'evoluzione deve seguire. Il piano su cui si muove la pallina non è più un piano liscio, ma un piano ondulato, paragonabile ad un paesaggio di valli e colline che, in qualche modo, determinano almeno alcuni passaggi evolutivi. Cercando di ricostruire questo paesaggio si può ricostruire,

almeno in parte, una struttura che vincola in qualche modo l'evoluzione. A fianco di una descrizione storica si ricercano anche vincoli che spieghino o comunque rendano ragione di alcuni passaggi evolutivi. L'evoluzione avviene in un «paesaggio adattativo», per usare l'espressione di Sewall Wright, in un «paesaggio epigenetico» per usare l'espressione di Waddington o infine in un «paesaggio rugoso», di *fitness*, di Kauffman.

La sfida di fondo, posta negli anni Trenta da Teilhard de Chardin è ancora la stessa: si può parlare di un movimento verso la complessità come di una legge generale dell'evoluzione?

I programmi di ricerca di cui si è parlato, genecentrico, organismocentrico e biosferocentrico, implicano diverse concezioni di morfogenesi. Come questo concetto è così collegato con l'evoluzione?

La morfogenesi è un aspetto fondamentale nella costruzione delle teorie evolutive.

Anzitutto da un punto di vista storico: per secoli, il termine evoluzione si riferiva proprio allo sviluppo del singolo individuo. Poi la morfogenesi è divenuta una vera e propria metafora che permetteva di trovare relazioni tra un fenomeno che avveniva sotto i nostri occhi, e quindi permetteva un approccio sperimentale, e



°Cfr. L. Galleni, *Teorie evolutive e meccanismi di speciazione*, in: "Nuova Secondaria", n. 2, 15/10/97, pp. 81-86.

un fenomeno come l'evoluzione che invece, proprio per i tempi coinvolti, permette con difficoltà un approccio sperimentale. Ecco quindi la ricostruzione che fa Haeckel dei primi stadi di sviluppo degli animali pluricellulari usando come riferimento i primi stadi dello sviluppo embrionale.

La teoria del paesaggio epigenetico di Waddington trova un corrispettivo (o addirittura un'anticipazione) nell'ipotesi di Teilhard de Chardin di fenomeni di parallelismi e canalizzazioni che condizionano l'evoluzione. Allora, l'idea di vedere nella Biosfera qualcosa di simile ad un superorganismo spinge alla necessità di studiarne anche qualcosa di simile all'ontogenesi. Io stesso, in alcuni lavori forse un po' troppo audaci, ho proposto che la metafora potesse suggerire la ricerca di fenomeni che potessero essere

veri e propri morfogeni evolutivi proponendo anche piste sperimentali che però, per ora, non

sono state indagate.

La differenza fondamentale, che va comunque tenuta presente, è che la morfogenesi avviene grazie ad un programma (o a più programmi, un'altra delle prospettive che ci viene dalla teoria organismocentrica è che il DNA non è il solo depositario del programma dell'organismo) ormai costruito e funzionante; al contrario, la grande sfida posta alle teorie evolutive è che il programma stesso si forma nel tempo.

Guardare all'evoluzione tenendo conto dell'orizzonte ampio che va dalla specificità molecolare alla complessità dell'ambiente, come ne rivoluziona il senso?

Il problema del valore adattativo di una struttura è uno dei problemi fondamentali di qualunque teoria evolutiva. Perché le strutture dei viventi sono così precisamente adattate ai compiti che devono svolgere?

Non sorprende che, in fondo, la risposta prima che viene dalla scienza classica, e che ha fatto da guida per secoli al dibattito sull'adattamento, sia stata quella della teologia naturale. La perfezione degli adattamenti è stata spiegata dall'azione previdente e provvidente di un «Demiurgo» che aveva formato il nostro Universo. Il trasferimento dell'idea del Demiurgo della tradizione classica greca e romana a quella della tradizione cristiana è stato importante per la scienza perché ha costituito il substrato teorico che dava un senso alla ricerca della finalità degli adattamenti e alla loro descrizione.

Al contrario, è stato meno felice per la teologia, in cui il Dio creatore della teologia biblica si è fuso con il Demiurgo platonico, in una commistione che è stata probabilmente una delle maggiori cause di difficoltà nel confronto della teologia con le teorie evolutive contemporanee. Da questo punto di vista, la teoria adattativa che



L'alimentazione dei dinosauri giganteschi, tipo Diplodoco, è uno degli enigmi insoluti per gli evoluzionisti

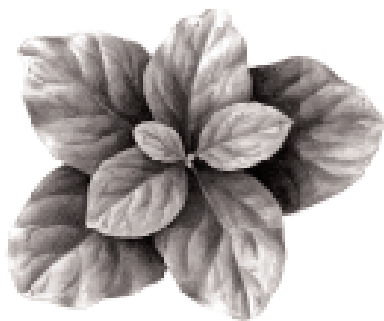
viene dall'evoluzione riporta all'indagine sperimentale e teorica della biologia non solo la descrizione degli adattamenti ma anche la loro origine.

È chiaro che le spiegazioni degli adattamenti variano da autore ad autore. Lamarck ebbe la geniale intuizione che gli adattamenti fossero determinati dal rapporto dialettico ambiente/vivente; Darwin e Wallace lo videro nel gioco sconnesso variabilità ereditaria/selezione.

Tutte e due le proposte suggerirono percorsi sperimentali che, alla fine, sembrano aver portato alla vittoria dell'ipotesi di Darwin - Wallace e la selezione naturale è ancora lo strumento migliore che abbiamo per spiegare l'adattamento.

Ma il fascino del nostro mestiere è cercare piste diverse. Da questo punto di vista la teoria organismocentrica e quella biosferocentrica cominciano a suggerire prospettive diverse.

Nella teoria biosferocentrica certe strutture, ad esempio la fillotassi a spirale presente in molte piante e che segue proprio un'organizzazione estre-



Fillotassi di 2/5 in una pianta di tabacco

mamente precisa dal punto di vista geometrico, basata sulla serie di Fibonacci, nascono per autorganizzazione e quindi al di fuori del gioco variabilità ereditaria/selezione. La loro funzione adattativa è un passo successivo che in qualche modo sfugge ai meccanismi di formazione.

Dall'altra parte la teoria biosferocentrica prevede capacità di risposta in qualche modo mirata degli organismi alle variazioni ambientali, quali ad esempio la metilazione del DNA, la eterocromatinizzazione di parti del genoma, la stessa amplificazione di geni che permettono l'adattamento allo *stress* che fanno sì che in alcuni casi l'adattamento sia indotto direttamente dallo *stress* ambientale. È questa una pista da seguire con attenzione perché, in qualche modo, recupera l'idea lamarckiana di una risposta adattativa determinata da un rapporto diretto tra genoma e ambiente.

Infine, in una prospettiva globale che vede la Biosfera come una struttura complessa che interagisce per mantenere costanti parametri fisico-chimici quali la temperatura atmosferica, la quantità di ossigeno e di anidride carbonica, la salinità del mare, la prospettiva si capovolge completamente: non sono i viventi adattati a questi parametri chimico-fisici ma sono questi ultimi ad essersi adattati alla vita. Come si vede si aprono prospettive affascinanti per la ricerca biologica sia teorica che sperimentale.



Cosa è maggiormente rilevante dal punto di vista metodologico nell'affronto delle teorie evoluzionistiche in una classe di scuola media inferiore o superiore?

Questa è una domanda importante a cui posso rispondere solo in maniera teorica perché il mio contatto «sperimentale» con gli studenti - delle medie, delle superiori e anche delle elementari - consiste solo in chiacchierate occasionali, anche se molto piacevoli e stimolanti. Occorre forse tenere presente che, alle medie, i ragazzi devono sviluppare le loro capacità di osservazione e contatto con la natura.

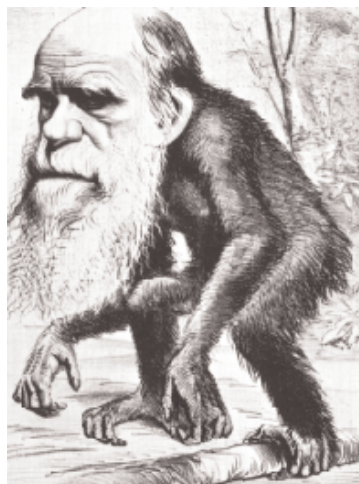
Da questo può nascere una spinta ad osservare la diversità dei viventi e insieme la costanza di certi parametri; inoltre può essere utile

far toccare loro con mano la realtà del fatto evolutivo, in particolare con l'osservazione dei fossili facendo notare la precisione degli adattamenti. Può essere importante presentare esempi facili quali il mimetismo chiarendone le ragioni evolutive. In sintesi, si tratta di realizzare un approccio «sperimentale» e «concreto» con l'evoluzione. Diverso è il discorso per la didattica delle superiori. Qui mi pare importante sviluppare due punti. Il primo è l'interdisciplinarietà: in

effetti, l'evoluzione non interessa solo la biologia teorica e quella sperimentale, ma anche la storia della scienza, l'epistemologia, la storia delle idee, la filosofia e, non ultima, la religione. Come si vede, la prospettiva evolutiva ha una ric-



Un piccione viaggiatore inglese osservato da Darwin e da lui raffigurato in *The Variation of Animals and Plants under Domestication*



Una caricatura di Darwin pubblicata su *The Hornet* nel marzo 1871 è indice dell'impatto che la teoria di Darwin ebbe nei vari campi del pensiero

chezza interdisciplinare che poche altre discipline hanno ed è compito proprio dell'insegnamento delle superiori farla emergere.

L'altro aspetto è quello del pluralismo delle teorie. Qui il discorso è più delicato perché il pluralismo sta emergendo ora e quindi è ancora difficile insegnarlo nel modo corretto. D'altra parte il pluralismo delle teorie ormai esiste - ed è talmente importante anche per far capire bene il metodo della scienza - che non si può far finta di nulla.

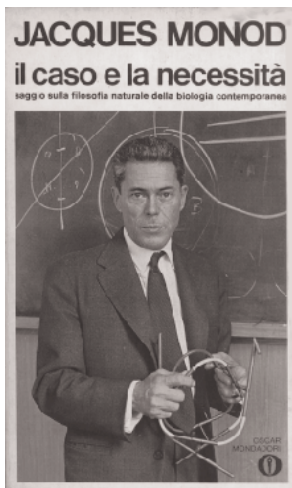
Come spiega il fatto che l'opinione pubblica identifica prevalentemente il concetto di evoluzione con le teorie di Darwin?

Il discorso qui è semplice e complesso assieme. Semplice, perché è chiaro che l'opinione pubblica (tranne alcuni insensate eccezioni che fanno capo a versioni locali dei fondamentalisti di origine americana) crede nell'evoluzione e questo è senz'altro un fatto molto positivo. Essendo poi la teoria di Darwin quella che, come abbiamo visto, rappresenta la struttura portante delle ipotesi evolutive si fa facilmente un'equazione un po' semplicistica: evoluzione = darwinismo, un'equazione che è stata usata anche da chi, volendo attaccare l'evoluzione per ragioni ideologiche e non scientifiche, ha trovato come unico punto di aggancio l'attacco ai punti deboli del darwinismo.

Però vi sono anche ragioni più complesse. Ne abbiamo brevemente accennato: la complessità dell'evoluzione come evento oggetto di indagine scientifica ha determinato una situazione di monismo teorico piuttosto che di pluralismo. Questo ha fatto sì che la teoria più diffusa venisse insegnata alle università e riproposta nei libri e dai *mass-media*. Ora però il pluralismo si sta rapidamente diffondendo a livello internazionale e ipotesi alternative cominciano a coagularsi in programmi di ricerca. Qui

non possiamo non sottolineare il ritardo della cultura italiana. Mentre i libri di autori che si inseriscono, anche se con sfumature diverse, nella grande tradizione darwiniana, da Dawkins a Gould vengono subito tradotti, i due più importanti volumi che rappresentano due punti di riferimento delle ipotesi alternative, cioè *How the leopard changed its spots* di Brian Goodwin e *At home in the Universe* di Stuart Kauffman, per quel che ne so, non sono stati tradotti.

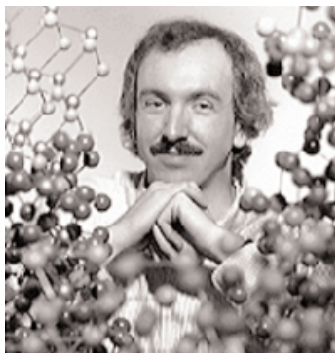
Questo è il punto dolente della cultura italiana: l'incapacità di dare un quadro globale della discussione che va avanti nel resto del mondo. Per esempio, tutti hanno letto un libro importante come *La vita meravigliosa* di Gould che, nel descrivere la fauna fossile del giacimento di Burgess, dà un'interpretazione dell'evoluzione in cui il caso ha un ruolo ancora più brutale che ne *Il caso e la necessità* di Monod.



L'edizione del 1974, negli Oscar Mondadori, del famoso libro di Monod



Adesso è uscito un libro di un altro paleontologo, Mark Mcmenamin, *The Garden of Ediacara*. È uno studio che parte da una fauna precedente, quella di Ediacara, e vede un quadro evolutivo molto più caratterizzato da parallelismi e canalizzazioni che non da estinzioni puramente casuali. Per far questo egli riutilizza alcuni lavori scientifici di Teilhard de Chardin, lavori che proprio io ho contribuito



M. McMenamin, professore di Geologia, nel 1995 ha scoperto i più antichi fossili animali conosciuti

a far tornare alla ribalta del dibattito internazionale sull'evoluzione. Anche in questo caso è curioso che dell'importanza non solo storica, dei miei lavori su Teilhard e sull'evoluzione si sia accorto un collega americano. Chissà mai se il suo libro sarà tradotto!?

Un altro punto importante: un paio di anni fa, la Scuola Internazionale di Scienze dell'Evoluzione ha organizzato ad Asti uno splendido convegno dedicato a Lamarck con una serie di interventi non solo di storici ma anche di biologi sperimentali. Il pensiero di Lamarck è stato dunque rivisitato non solo dal punto di vista storico ma anche rivedendo alcuni approcci sperimentali che possono essere rilette in un'ottica lamarckiana. Bene, il volume degli atti non trova un

editore che lo pubblichi lanciandolo sul piano internazionale. E questo è abbastanza triste. Certo qualcosa si muove. Stanno nascendo, sulla scia dell'Istituto di Santa Fè, centri per lo studio della complessità che propongono progetti importanti anche dal punto di vista della biologia teorica e della biologia evolutiva, ma ho la sensazione che noi in Italia siamo ancora in affanno a rincorrere gli altri. A Pisa siamo anche riusciti a far partire un Centro Interdipartimentale per lo Studio dei Sistemi Complessi in cui la biologia teorica, intesa proprio come la disciplina che costruisce le grandi teorie della biologia ha un posto importante e a Pisa è nato, presso la *Domus Galileana*, un coordinamento dei gruppi italiani che si muovono in vario modo nel l'ambito della biologia non sperimentale. Mi pare che come idee e progetti non siamo secondi nemmeno a Santa Fè non foss'altro per il fatto che noi abbiamo secoli di storia alle spalle (da Fibonacci a Galileo, a Borelli, a Volterra) che Santa Fè non ha. Il problema è quello di trovare le strutture adeguate per esprimere tutto il nostro potenziale! Siamo appena agli inizi: ancora molta strada è decisamente da percorrere. E se non troviamo dei metodi per collaborare assieme tra docenti dei vari tipi, gradi e ordini di scuole, questa nuova impostazione, culturalmente importante, farà fatica ad imporsi. ▽