

## L'INSEGNAMENTO DELLA BIOLOGIA

BRUNELLA DANESI

*Redazione di 'Naturalmente'*

Indirizzare gli studenti alla consapevolezza che non esistono forze misteriose e imprevedibili, ma che tutto può essere oggetto di indagine e spiegato attraverso l'uso sistematico della ragione, è un'impresa difficile. I modelli scientifici che vengono proposti in classe entrano spesso in contrasto con le rappresentazioni immediate ed ingenuche che gli adolescenti si sono costruiti; questo, d'altra parte, non deve destare stupore: il nostro cervello si è evoluto proprio per rispondere in modo immediato alle sollecitazioni ambientali e solo molto tardi l'uomo ha iniziato ad utilizzare quel potente mezzo di esplorazione che è l'esperimento controllato, base di tutte le scienze sperimentali.

Le spiegazioni scientifiche si appellano alla ragione, all'analisi accurata dei dati, alla loro rielaborazione critica. La scienza, inoltre, porta a interpretazioni che non sono mai definitive; qualsiasi scoperta è destinata ad essere superata e ad invecchiare, sostituita da altre più soddisfacenti, anche se è bene sottolineare che la sostituzione di teorie non ne inficia la validità temporanea e, comunque, molte di queste portano benissimo i loro anni!

Certamente l'indagine scientifica, qualunque sia l'ambito a cui si rivolge, non dice nulla sulla necessità o dignità dell'esistenza dell'oggetto di indagine; a differenza dell'arte o della poesia, non porta consolazione all'uomo, ma soltanto al «disincantamento del mondo»<sup>1</sup>, all'abbandono di quel pensiero magico che aveva accompagnato la storia dell'umanità per millenni; la scienza moderna degli ultimi 400 anni è riuscita a costruire una crosta sottile di razionalità sotto la quale si agitano e premono ancora miti, spiriti benefici o malevoli, che riaffiorano continuamente con la loro forza consolatoria. Forse proprio per questo motivo la scienza è poco amata dagli adolescenti alla ricerca continua di spiegazioni ultime e definitive. Non si può inoltre trascurare il fatto che ormai da anni è in corso una serrata critica nei confronti della scienza e della tecnologia, a cui si attribuiscono tutti i mali dell'umanità; molti intellettuali di orientamento luddista, postmoderno o ecologista sono apertamente su posizioni antiscientifiche e c'è chi arriva a sostenere che in realtà non esiste differenza fra la scienza e la magia o l'alchimia. Pur non entrando nel merito della questione, sarebbe bene rilevare che – se non altro – la scienza è un processo democratico cui tutti quelli che vogliono hanno libero accesso.

Compito dell'insegnamento scientifico è proprio quello di dare un senso alla scienza che altrimenti verrà considerata solo un mezzo per ottenere determinati fini pratici, e non una produzione culturale nel senso più ampio del termine. L'avventura scientifica

non conduce alle Essenze, al Vero, alla Felicità ... ma vale ugualmente la pena di essere perseguita in quanto «quando l'acqua curva un bastone, la mia ragione lo raddrizza» (La Fontaine).

L'insegnamento scientifico è particolarmente importante perché, quando ha successo, offre ai suoi fruitori un potente strumento per pensare razionalmente, fa capire che nella ricerca esiste un solo fondamentale impegno, quello di aderire al postulato dell'oggettività della conoscenza; il dovere fondamentale dello scienziato nei riguardi dei colleghi e della società è quello di presentare sempre lo stato del sapere scientifico per come è, senza nascondere i problemi aperti o i rischi connessi con determinate scoperte; deve anche far capire come l'intento della ricerca è quello di migliorare le conoscenze, e quindi di ridurre incertezze e rischi legati a determinati problemi.

L'insegnamento scientifico, di per sé difficile per i motivi su esposti, si rivela particolarmente arduo nel caso dell'insegnamento della biologia per i motivi che in questa sede verranno brevemente esaminati.

### **1. Problemi nell'insegnamento della biologia**

Nella scuola media tutte le scienze sperimentali sono abbinate alla matematica e, nell'ultimo tentativo di riforma, anche alle applicazioni tecniche; qui, nella stragrande maggioranza dei casi, il loro insegnamento è spesso tralasciato a favore della matematica o affidato esclusivamente alla lettura dei manuali adottati.

Nella scuola secondaria di secondo grado, l'insegnamento della biologia è svolto generalmente abbinato alle scienze naturali che per una consuetudine antica comprendono tutte le discipline affermatesi successivamente alla grande rivoluzione scientifica del Seicento, chimica, scienze della terra e appunto biologia. Nelle scuole tecniche e professionali, la biologia è svolta esclusivamente a livello di biennio; nei casi più fortunati, come in quegli istituti dotati di mini- o maxi-sperimentazioni, la biologia accompagna l'allievo per tutto il quinquennio, smistata nel modo più vario; anche in queste situazioni più fortunate, però, molto spesso troviamo tale insegnamento accorpato a quella materia fumosa e proteica che sono le Scienze Naturali.

Enrico Pappalettere, in un articolo apparso sulla rivista *Naturalmente* nel lontano 1989 affermava fra l'altro:

in nessun insegnamento come in quello delle Scienze è richiesto di coprire una così vasta area di competenze disciplinari inesistenti a monte e direi inesigibili, visto che esse discenderebbero da una preparazione universitaria corrispondente ad altre due o tre lauree [...]

l'insegnante di Scienze continua a sopportare [...] gli oneri di una inattuabile competenza in numerosi e vasti territori disciplinari, diversi per contenuti, metodi e abilità richieste. [...] l'istinto di sopravvivenza e la necessità di adattarsi ai diversi e concreti contesti scolastici spingono il docente di Scienze a costruirsi nei fatti una identità più precisa attraverso strumenti empirici come i «tagli» del programma, il rallentamento del cammino e il «volare basso» nei campi del sapere meno familiari e amati [...]

Tutto ciò appare normale e anche positivo, ma ha il difetto di essere il prodotto di uno stato di necessità, di essere casuale [...] quel che manca è la trasparenza di un disegno comune, di un progetto culturale minimo che fondi l'identità di base della formazione fornita da un qualsiasi insegnante di Scienze in Italia.<sup>2</sup>

Che cosa è successo da allora? Fondamentalmente molto poco. I programmi Brocca (1988-1994) avevano fatto sperare a un ripensamento generale dei «programmi» e quindi anche di quello di Scienze, ma tale riforma è – nel bene e nel male – abortita e, anche se le associazioni disciplinari degli insegnanti, l'IRRSAE e altre associazioni hanno proposto nuovi curricula, questi non sono stati diffusi in modo adeguato, tanto che pochi ne sono a conoscenza; in compenso, la cattedra dell'A060, cioè quella che interessa l'insegnamento delle scienze nella scuola superiore, si è ulteriormente espansa ed attualmente parla di Scienze naturali, Chimica, Geografia, Microbiologia.

Sono state istituite le SSIS, ma certamente non è quella la sede in cui avviare un ripensamento dell'insegnamento delle Scienze Naturali, perché ciò spetterebbe a un disegno di Riforma finalmente coerente e che tenga conto degli studi portati avanti nel corso degli anni dalle associazioni disciplinari. Nell'ambito delle attività formative, il Ministero della Pubblica Istruzione ha proposto alle scuole e alle Direzioni Regionali, il piano ISS (Insegnare le Scienze Sperimentali), che si avvia a partire dall'anno scolastico 2006/2007 e prevede la formazione di un certo numero di docenti *tutor*, attraverso la messa a disposizione di una piattaforma INDIRE e la partecipazione a iniziative di formazione coordinate a livello nazionale e regionale; tutti si augurano che il progetto vada a buon fine, ma per il momento l'insegnamento scientifico sembra ancora abbandonato alla buona volontà dei singoli docenti.

Per il momento, le indagini condotte dall'OCSE-PISA circa la *scientific literacy* dei nostri adolescenti danno risultati sconcertanti: l'Italia si attesta su posizioni al di sotto della media europea e il numero di laureati nelle facoltà scientifiche è poco più della metà della media OCSE. Quali i motivi di tale disfatta? Uno può anche essere stato quello di aver dato troppo spazio ai progetti d'Istituto che spesso sono andati a scapito della azione ordinaria. Per fronteggiare la situazione ci sarebbe bisogno di migliorare l'insegnamento quotidiano e diminuire gli interventi episodici; puntare, poi, soprattutto nelle prime classi della scuola superiore, sugli aspetti ludici dello studio, ha fatto dimenticare che un solido apprendimento non può avvenire senza «sudore».

Il disinteresse politico, ormai atavico, per le dimensioni culturali ed economiche della scienza che accompagna la storia italiana è probabilmente dovuto anche a un sistema di potere politico-accademico che ha spesso annullato ogni selezione basata sul merito, sacrificando e mortificando gli scienziati intellettualmente più motivati.

È però del tutto inutile protestare e pensare a una scuola ideale che non c'è; anche se una seria formazione scientifica sembra non interessare nessuno nella nostra società e certamente non ha interessato i governi che si sono succeduti negli anni, è importante non piangersi addosso, anche perché è faticoso trascorrere il tempo a scuola pensando solo alla liberazione del pomeriggio.

La biologia è una disciplina multiforme, che presenta una grande quantità di specializzazioni che, in ordine alfabetico, vanno da aerobiologia a zoologia, passando per citologia, cladistica, ecologia, neuroscienze e via scorrendo – tutte discipline che hanno metodi di indagine loro propri ed esaminano diversi livelli di complessità del vivente, dalle molecole, alla cellula, alle popolazioni, all'intera biosfera. Altre discipline, inoltre, derivano o afferiscono alla biologia, come la bioetica, le biotecnologie, la biofisica, la paleontologia.

In biologia esistono argomenti squisitamente trasversali, come i modelli evolutivi e la biologia teoretica. Si tratta dunque di una disciplina in grande espansione, le cui scoperte stanno modificando e modificheranno il nostro mondo nei prossimi anni, ma in cui stenta a farsi strada una teoria unificante, un modello esplicativo comune, che invece è presente nelle scienze dure come la fisica o la chimica. La biologia, inoltre, è una scienza «di moda»; gli studenti sono continuamente bombardati da notizie sensazionali che riguardano scoperte di geni che controllerebbero il comportamento individuale, polemiche legate all'uso dell'ingegneria genetica nei prodotti alimentari, discussioni sulle neuroscienze, sulla clonazione, sui metodi di fecondazione assistita, sui disastri ambientali, e così via.

È chiaro che gli studenti dovrebbero uscire dalla scuola superiore in grado di poter leggere un articolo scientifico senza confondere, ad esempio, fecondazione assistita con clonazione o digestione con assorbimento, trachea con esofago, senza pensare che i lombrichi hanno un piano di organizzazione simile a quello dei serpenti e via dicendo, ma l'insegnante non può limitarsi a fornire e pretendere informazioni; anche se queste sono importanti, devono essere ancorate a strutture concettuali che organizzino i contenuti disciplinari. L'insegnamento non può quindi ridursi a una vaga affabulazione sugli argomenti più disparati.

Se si desidera che la biologia abbia valore formativo, è necessario:

- tener conto delle 'cosmologie' pregresse degli allievi, per scaltarle e sostituirle gradualmente con conoscenze scientifiche fondate;
- organizzare i contenuti nei concetti portanti della disciplina.

Relativamente al primo punto, è molto utile sottoporre i nostri quindicenni a questionari aperti in cui essi possano esporre liberamente le loro idee sull'argomento che dovranno affrontare. Gli studenti mostrano convinzioni profondamente radicate; le «misconoscenze» più diffuse – di cui si deve tener conto – derivano principalmente da un ostinato antropocentrismo, che, per riprendere una bella espressione di Gould, definirei «arroganza cosmica», per cui l'uomo è il signore indiscusso del pianeta e certamente riuscirà a superare qualunque problema. Manca totalmente, in loro, la consapevolezza del tempo profondo e, dato che esiste l'uomo e il resto del pianeta, c'è la forte convinzione che la biologia abbia esclusivamente finalità applicative (s'ignora dunque la distinzione fra scienza e tecnica). Il compito della biologia è per i nostri adolescenti fondamentalmente di ordine pratico: salvare l'umanità e l'intero pianeta;

e certamente questo sforzo avrà successo, perché *l'uomo è il più evoluto di tutti gli animali e non può essere paragonato agli altri, [...] troppe sono le differenze* (Marco, 3<sup>a</sup> liceo scientifico, 1998).

All'interno di queste convinzioni si legge anche un altro aspetto del problema, cioè, quello di aver introiettato nette dicotomie: uomo-animali, uomo-ambiente, interno-esterno. È quindi impresa ardua parlare di organismi come di sistemi fra loro strettamente interconnessi che si influenzano reciprocamente e reciprocamente si modificano. Tutti, alle soglie della scuola superiore, hanno sentito parlare di evoluzione, ma inconsapevolmente la maggior parte abbraccia la tesi lamarckiana, per cui, ad esempio, i neri sono diventati tali perché, essendo esposti al sole si sono progressivamente scuriti; esistono gli individui, un ambiente che cambia e i singoli che si adattano, mentre in realtà il singolo individuo non evolve, sono le caratteristiche medie di popolazioni interfeconde che, interagendo con l'ambiente, cambiano, senza però che vi sia un migliore o peggiore in assoluto (questo dipende dal contesto).

Per quanto riguarda il secondo punto, ritengo che siano largamente utilizzabili le riflessioni fatte dal grande maestro Ernst Mayr<sup>3</sup> a proposito della specificità della biologia, come scienza atipica rispetto alle altre scienze sperimentali. Mayr ha sottolineato come non sia affatto vero che tutte le scienze sperimentali abbiano lo stesso schema concettuale; certamente, tutti i viventi – al pari della materia inanimata – ubbidiscono alle stesse leggi fisico-chimiche e non esiste alcuna «forza vitale», ma i viventi non possono essere studiati, come voleva Cartesio, alla stregua di semplici macchine.

Si è cercato di fornire un'unica classificazione razionale delle discipline della vita che abbracciassero l'ampio spettro dei fenomeni ricondotti comunemente alla biologia. Fra tutte le classificazioni finora proposte, la più fuorviante si è rivelata quella che suddivide la biologia nelle tre branche: descrittiva, funzionale e sperimentale. Tale classificazione non soltanto esclude interi ambiti della biologia (come, per esempio, la biologia evolutiva) ma ignora anche che la descrizione è una necessità per tutta la biologia e che l'esperimento è lo strumento principale di analisi quasi esclusivamente nella biologia funzionale.<sup>4</sup>

Le diverse biologie rispondono a diverse domande che possono essere poste a proposito dei viventi: *come, perché, che cosa*<sup>5</sup>.

## **2. La biologia del *come***

La ricerca del *come* riguarda argomenti di biologia funzionale o argomenti connessi ai livelli di organizzazione cellulare e sub-cellulare; in questo caso è necessario render chiaro che ci stiamo muovendo adottando le stesse tecniche di indagine proprie della fisica e della chimica, per cui si deve fare appello alle conoscenze pregresse degli studenti in tali discipline e ricorrere a esperimenti di laboratorio più o meno sofisticati, anche se va chiarito che gli esperimenti vengono compiuti per verificare determinate ipotesi e non devono portare ad un induttivismo ingenuo. Le tappe della ricerca scientifica individuate da Claude Bernard<sup>6</sup> – cioè, O-osservazione, H-ipotesi, E-esperimento,

R-risultato, I-interpretazione, C-conclusione – sono puri artifici e un esperimento così condotto può soltanto illustrare un determinato argomento, mentre il percorso sperimentale dovrebbe risultare più aperto, meno indirizzato verso l'esperienza 'giusta' in modo da sollecitare la libera iniziativa degli studenti; l'armamentario sperimentale non dovrebbe essere sistemato in funzione di ciò che il docente vuole dimostrare e dei risultati che vuole ottenere. È invece necessario approntare una situazione sperimentale realmente aperta.

Un altro punto deve essere tenuto presente quando si studiano i *come*: quando ci si muove da un piano all'altro (dalle molecole agli organuli, alle cellule e così via), i livelli di organizzazione acquisiscono caratteri loro propri, non precisamente prevedibili soffermandosi solo ai livelli sottostanti. Studiando una serie di reazioni metaboliche, siamo di fronte a una rete di reazioni fra loro strettamente interconnesse, per cui la modifica anche di una sola di queste comporta una serie di cambiamenti complessivi del sistema non strettamente prevedibili – tema più volte affrontato, anche in saggi divulgativi, da Buiatti<sup>7</sup>. È questo un problema che deve essere messo in luce insistentemente con gli studenti, perché può far capire, ad esempio, le difficoltà incontrate dai biotecnologi quando introducono in una specie un gene proveniente da altri organismi, e rende anche ragione del fatto che non esiste il gene dell'intelligenza matematica o il neurone, stimolato il quale, si può richiamare alla memoria la figura della nonna.

Mayr, inoltre, mette in luce che la descrizione dei fenomeni, intesa come registrazione accurata dei fatti, è fondamentale in biologia, come del resto nelle altre scienze sperimentali, perché si tratta del primo passo indispensabile per procedere all'interpretazione dei fenomeni stessi. Il metodo riduzionista è un mezzo di indagine potente, un mezzo che gli studenti dovrebbero poter utilizzare nei laboratori; da solo, però, non basta per dar conto delle Scienze della Vita (coniugate al plurale). Nei manuali scolastici comunemente utilizzati nel triennio, la biologia del *come* è generalmente trattata per prima e, tutto sommato, è quella che viene svolta in modo più esaustivo dai docenti, che però non dovrebbero limitarsi a questa, perché, ribadendo una classica affermazione di Dobzansky, «niente ha senso in biologia se non alla luce della teoria dell'evoluzione».

### **3. La biologia del *perché***

Non ci si può pertanto limitare al *come* – vale a dire, a *come* funziona un dato organo, a *come* avviene una certa reazione metabolica e così via – ma è lecito indagare anche il *perché*<sup>8</sup>: cui si può rispondere solo con metodi di indagine completamente diversi da quelli adottati dalla fisica (o per lo meno da quella che si insegna a scuola). Quando si indagano le cause remote che hanno determinato le caratteristiche dei viventi presenti attualmente sul pianeta o il loro comportamento, i metodi tradizionali delle scienze fisiche non sono sufficienti, anzi sono fuorvianti. Il processo evolutivo, infatti, non è verificabile in laboratorio tranne che in casi eccezionali e le indagine dell'evoluzionista

sono molto più simili a quelle dello storico: egli cerca pazientemente documenti del passato, per ricostruire il cespuglio dell'evoluzione o comprendere in quale modo quella determinata struttura si è affermata nel tempo. È lecito, afferma ancora Mayr<sup>9</sup>, chiedersi *perché* alcuni uccelli migrano in autunno: vi sono cause prossime, di tipo fisiologico, ma anche cause remote, cause evolutive, le uniche in grado di spiegare perché alcuni migrano ed altri non lo fanno.

I modelli evolutivi andrebbero affrontati facendo notare, attraverso un loro inquadramento storico, che hanno risposto a precisi problemi teorici –a problemi che erano già nell'aria da tempo nel periodo in cui fu scritta *L'origine delle specie*. Concetti come *adattamento e lotta per l'esistenza* vanno indagati in modo approfondito perché non siano oggetto di gravi fraintendimenti e soprattutto va fatto notare che, se la teoria ha preso le mosse dal lavoro di Darwin, molto è stato fatto da allora e attualmente essa rappresenta una potente chiave di interpretazione non solo in tutte le più varie branche della biologia, ma anche nello studio della patologia vegetale, animale ed umana. Il concetto darwiniano di adattamento è stato oggetto di numerosi studi che tendono ad evidenziare piuttosto le imperfezioni adattative, il concetto di preadattamento, l'inutilità di domande del tipo: qual è il valore adattativo della scomparsa dei peli? qual è il valore adattativo della comparsa del mento?

A questo scopo sarebbe molto utile rileggere alcuni passi del classico saggio di Gould e Lewontin<sup>10</sup>, in cui gli autori mettono in evidenza come i pennacchi presenti nella cupola di San Marco, gli spazi a forma di triangolo allungato formati dall'intersezione di due archi posti ad angolo retto, sono sottoprodotti architettonici indispensabili quando una cupola è inserita su archi tondi e gli affreschi che contengono non sono la causa di tale architettura, ma una conseguenza, malgrado il profano possa avere l'impressione che siano stati costruiti ad hoc. Il naso, quindi, così come un'alta fronte e, tutto sommato, un grande cervello *non necessariamente* hanno avuto un valore adattativo.

Le cause prossime e quelle remote, d'altra parte, non possono costituire oggetti di studio separati ma sono fra loro profondamente interconnesse, come hanno dimostrato le scoperte sempre più numerose, sulla biologia dello sviluppo. Lo studio dello sviluppo embrionale e il sequenziamento del DNA sono campi di ricerca destinati a interagire sempre più strettamente e a far luce sulla storia della vita sulla terra. Lo studio su come agiscono i geni responsabili del differenziamento delle varie parti del corpo di un animale ha mostrato che essi hanno conservato gran parte delle sequenze nucleotidiche in specie filogeneticamente assai distanti. Questi stessi geni hanno mantenuto anche l'ordine di allineamento lungo i cromosomi, che riflette l'ordine con il quale essi entrano in azione nell'embrione.

Tali scoperte, per essere pienamente interpretate, hanno bisogno anche di rispondere all'altra domanda: *perché?* Il biologo Carroll, in un suo recente saggio<sup>11</sup>, illustra i principi su cui si basa EVO-DEVO, sigla che significa *EVolutionary DEVelOpmental biology*. Questa disciplina, relativamente recente, cerca di comprendere come sia possibile la nascita, come affermò Darwin, di infinite forme bellissime dalla semplice unione di due

gameti. Carroll mette in luce come l'approccio agli studi embriologici sia profondamente cambiato negli ultimi trenta anni: attualmente si sa che le differenze fra i viventi non sono costituite tanto dalla presenza di geni fra loro diversi, quanto dall'attivazione o inibizione di determinati geni in diversi momenti e in diverse zone dell'embrione. I viventi hanno infatti una struttura modulare ed esistono poche «scatole di montaggio» genetiche, i cui pezzi possono essere combinati in modo diverso per ottenere risultati differenti, proprio come succede nel gioco del meccano; è questo il motivo per cui animali molto diversi fra loro, come il moscerino della frutta, il riccio di mare e l'uomo hanno un patrimonio ereditario molto simile: ciò che determina le profonde differenze esistenti fra loro sono i tempi e i modi di montaggio. I numerosi geni omologhi, cioè condivisi tra specie diverse, dimostrano proprio questo. Gli *homeobox* sono in grado di accendere o spegnere le scatole di montaggio e determinare così le caratteristiche del nuovo essere.

Le biologie, quindi, acquistano un senso solo se si confrontano continuamente l'una con l'altra e inoltre, citando ancora Mayr,

Mentre la biologia funzionale ha numerose somiglianze con le scienze fisiche, la biologia evolutiva crea un ponte verso le scienze sociali e le scienze umane perché spesso si interessa dei medesimi problemi. In particolare, nello studio dell'uomo, si può constatare che le scienze dell'evoluzione e le scienze sociali per un ampio spazio si sovrappongono.<sup>12</sup>

Allora, come nel caso dello studio della storia umana, la predittività delle scienze fisiche viene meno in biologia; malgrado vi siano stati diversi tentativi volti a mostrare che il processo evolutivo è stato un dispiegarsi di eventi largamente prevedibili -si pensi ai lavori recenti di de Duve<sup>13</sup> o a quelli ormai classici di Pierre Teilhard de Chardin<sup>14</sup>- non esistono dati condivisi in tal senso e d'altra parte non esiste alcuna macchina del tempo che potrebbe riavvolgere a ritroso la storia della vita sulla terra per poi farla ripartire nuovamente.

L'evoluzione viene affrontata poco e male. Spesso non viene proprio trattata oppure è relegata a un scarno capitolo in cui tradizionalmente si parla di giraffe e di come Darwin andasse male a scuola; anche nel caso in cui sia svolta in modo approfondito, rimane spesso un capitolo o una serie di capitoli che raramente vanno a costituire una vera e propria cornice di tutti i fenomeni viventi.

#### **4. La biologia del *che cosa***

La biologia del *che cosa* riguarda lo studio della biodiversità e non può fare a meno di quella parte della biologia che prende il nome di «classificazione del vivente», che nelle scuole italiane è di norma sorvolata.

La classificazione del vivente dovrebbe essere affrontata a partire dalle elementari, perché dar nome alle cose, far riferimento a un animale o a una pianta riconoscendone i caratteri distintivi, è una caratteristica tutta umana, tanto che nella Bibbia appare come una facoltà donata da Dio agli uomini. Nella scuola primaria la classificazione



del vivente è molto trascurata; a differenza dei bambini di molti altri stati europei, i nostri conoscono pochi nomi di piante ed animali mentre, proprio in quella fase in cui la memoria è così agile, sarebbe assai facile far loro riconoscere le differenze fra un abete e un pino, fra una cavalletta e una mantide; in questo periodo, naturalmente, dovrebbe prevalere l'aspetto descrittivo, associato a un sistema di ordinamento che fa appello a somiglianze morfologiche (raggruppiamo tutti gli animali con sei zampe, tutte le piante con fiori ...), senza trascurare visite nei numerosi musei sparsi nel territorio nazionale, dove sono presenti animali e piante attualmente scomparse.

I bambini dovrebbero essere guidati a «raccolgere i fatti», dovrebbero imparare a osservare l'ambiente che li circonda, a cominciare dal campo abbandonato vicino alla scuola, a notare i caratteri che distinguono i viventi dalla materia inanimata, magari confrontando una conchiglia o un fossile con una pietra, per iniziare a comprendere la fondamentale differenza fra i viventi e la materia inanimata. Inizialmente gli studenti avranno un approccio quasi esclusivamente statico ed essenzialista al problema – quello di definire ciò che distingue il gatto dal topo e dal canarino. Solo quando sarà ben chiaro il concetto di specie, si potrà far notar loro che all'interno delle popolazioni interfeconde esiste un'estrema variabilità su cui può agire nel tempo il cambiamento. Il tempo, che porta a lente, impercettibili variazioni, non fa ancora parte dell'esperienza dei bambini; per loro è già difficile comprendere che anche i nonni sono stati bambini.

Una base di sistematica, affrontata esaminando piante, animali, funghi sul campo, osservando al microscopio o attraverso foto il mondo microscopico, è indispensabile; senza i rudimenti della classificazione, non si può poi affrontare alle superiori temi importanti come quelli della convergenza evolutiva, della differenza fra micro e macroevoluzione o parlare seriamente di ecologia, biogeografia, genetica di popolazione: argomenti fondamentali per capire in modo serio quali sono i problemi ambientali che affliggono il nostro pianeta. Troppo spesso, le biologie del *perché* e del *che cosa* vengono relegate ai primi anni di studio e mai riprese, in quanto si ritiene che tali argomenti siano molto più semplici di quelli della biologia del *come*. In questo modo si perdono di vista i nuclei fondanti della disciplina.

## NOTE

<sup>1</sup> Il tema di come il processo di razionalizzazione porti al «disincantamento del mondo» è affrontato in modo convincente da Weber, vedi [10] pp. 20-21.

<sup>2</sup> Vedi [9] pp. 3-4.

<sup>3</sup> Vedi [7] e [8].

<sup>4</sup> Vedi [7] p. 34.

<sup>5</sup> Mayr chiarisce la differenza fra le tre biologie in [8].

<sup>6</sup> Vedi [1].

<sup>7</sup> Vedi [2].

<sup>8</sup> Per una discussione sugli argomenti che sono oggetto di studio della biologia, vedi [7] pp. 31-32.

<sup>9</sup> Vedi [7] pg. 31-32.

<sup>10</sup> Vedi [6].

<sup>11</sup> Vedi [3].

<sup>12</sup> Vedi [7] p. 35.

<sup>13</sup> Vedi [5].

<sup>14</sup> Vedi [3].

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Bernard C., *Introduzione allo studio della medicina sperimentale*, Piccin, Padova 1994.
- [2] Buiatti M. , *Il benevolo disordine della vita* UTET, Torino 2004.
- [3] Carroll S., *Infinite forme bellissime*, Codice, Torino 2006.
- [4] De Duve C., *Come evolve la vita. Dalle molecole alla mente simbolica*, Raffaello Cortina, Milano 2003.
- [5] Gould, S. J., Lewontin, R., *I pennacchi di San Marco e il paradigma di Pangloss*, Einaudi, Torino 2001 (ed. orig., in inglese, 1979). Scaricabile gratuitamente da: <http://www.einaudi.it/einaudi/ita/pdf/gould-lewontin.pdf>
- [6] Mayr E., *Biologia ed evoluzione*, Boringhieri, Torino 1981.
- [7] Mayr E., *Il modello biologico*, McGraw-Hill Italia, Milano 1998.
- [8] Pappalettere E., Le scienze nella scuola secondaria superiore e il loro insegnamento: un nodo da sciogliere, *Naturalmente*, 2, n. 3 (1989) pp. 3-6.
- [9] Teilhard de Chardin P., *Il fenomeno umano*, Queriniana, Brescia 2006
- [10] Weber M., La scienza come professione, in Id., *Il lavoro intellettuale come professione* Einaudi, Torino 1948 / Mondadori, Milano 2006 (la conferenza fu tenuta da Weber nel 1917).