

Del disagio di insegnare Biologia

Non so se sono il solo a provarlo, o a ingigantire delle sensazioni che non meriterebbero grande considerazione. Tuttavia non posso nascondere che l'insegnamento della biologia (in un Liceo Scientifico) mi mette in sottile imbarazzo ormai da un bel po' di tempo. Quando mi sono deciso a fare uno sforzo di oggettivazione, prima attraverso qualche libro e poi più franchi confronti con colleghi-amici, ho scoperto che il mio "disagio" era abbastanza diffuso, anche se non per questo di agevole interpretazione. Per me si è trattato della scoperta che -in effetti- qualcosa di particolare non va nell'insegnamento della biologia (parlo di questa per semplici ragioni di laurea e di cuore). Intellettualmente essa è stata salutare, ma il mio modo di insegnare non si è trasformato nella direzione che a tratti mi sembra di capire o solo intuire. Il disagio dunque permane, solo meno nebuloso. Nelle pagine che seguono c'è il resoconto un po' pignolo del percorso mentale che mi ha portato la prima volta a decifrarlo in parte. In origine costituiva un provvisorio "documento di lavoro" circolante tra amici e colleghi come base per aprire una discussione. La Redazione ha ritenuto di qualche utilità pubblicarlo, anche in relazione alla prospettiva del prossimo convegno nazionale ANISN centrato sui problemi specifici dell'insegnamento delle Scienze Naturali.

Tanto per avviare il discorso direi che questo disagio è vissuto nel contesto di *unconfronto*: con la fisica da un lato, *fuori di sé*, e con la chimica dall'altro *dentro di sé* (in relazione al fatto noto e controverso che chi insegna biologia insegna anche chimica).

Vi sono connesse delle sensazioni ora vaghe ora più precise riguardanti il ruolo, l'autonomia, la funzione culturale, perfino la stessa scientificità della biologia-insegnata rispetto alla fisica-insegnata e alla chimica-insegnata. Queste sensazioni non vengono di norma assunte per quel che sono, cioè spie di problemi reali e pertanto popolano per lo più il preconciso, affiorando saltuariamente in verbalizzazioni approssimative in occasione di sfoghi e confessioni tra colleghi. E' necessario allora sforzarsi di dare una forma più precisa a queste sensazioni.

1) La biologia-insegnata sembra *menorigorosa* della fisica e della chimica-insegnate. In essa prevalgono le *descrizioni*, *elementi narrativi*, sull'analisi dei fattori, di variabili dei fenomeni esaminati correlabili tra loro entro relazioni di tipo matematico-quantitativo. Il *rigore* rinvia quindi ad una identità (implicita) con il quantitativo, il misurabile. (In quali occasioni, mi chiedo, ci capita di *quantificare* svolgendo gli usuali programmi di biologia? Penso allora alle dimensioni di strutture e organismi microscopici, al pH di qualche liquido organico, alle quote di probabilità di determinati eventi in genetica mendeliana, alle frequenze alleliche prevedibili in genetica delle popolazioni, a certe valutazioni di flussi energetici e di biomasse in campo ecologico, a molti aspetti della fisiologia e della biochimica, alla dinamica di crescita delle popolazioni di organismi viventi, etc.) Pensandoci attentamente si possono individuare molte situazioni in cui, in biologia, si misura, si quantifica ed è fondamentale farlo. Ma, *nell'insieme* è difficile sottrarsi all'impressione che non si tratti di una operazione per così dire costitutiva di questa scienza. Tant'è che nel caso della biologia-insegnata, risulta difficile inventariare lezioni, esperimenti di laboratorio o altre

attività nelle quali si faccia un uso della misura confrontabile con la funzione conoscitiva che essa mostra nell'insegnamento della fisica o della chimica.

2) Una disciplina scolastica che non fa uso *strutturale* di misure e non teorizza, di norma, intorno a più o meno complesse relazioni quantitative tra variabili appare (è?) anche una materia più *facile*. Di questo c'è un riscontro obiettivo nella tradizionale collocazione curricolare della biologia nel biennio (e comunque spesso prima della chimica e della fisica). Essa assume le sembianze di una specie di antipasto, di anticipo meno evoluto e perfetto del linguaggio scientifico autentico che verrà sperimentato (si fa per dire) negli anni successivi. Anche nei programmi Brocca è stata confermata la tradizione: dovendo scegliere, nell'area comune del biennio sono finite le Scienze della Terra e la Biologia (solo nell'indirizzo scientifico e scientifico-tecnologico la biologia ricompare al quinto anno, ma va onestamente riconosciuto che la mappa di distribuzione delle Scienze della Natura è stata determinata più dalle necessità di spartizione di un monte orario inferiore alle attese, che da un organico disegno pedagogico e culturale). Un altro riscontro potrebbe essere fornito dal grado di successo scolastico degli allievi in biologia. Quando si insegna contemporaneamente biologia e chimica agli stessi ragazzi, molti di questi ti fanno capire di apprezzare di più *emotivamente* il discorso biologico (più facile, ma anche più fascinoso), ma di *stimare* alla resa dei conti di più scolasticamente, le scienze *esatte* come la fisica e la chimica.

3) Nella biologia-insegnata si avverte una difficoltà sconosciuta alla chimica ed alla fisica-insegnate: per esempi, il corrispettivo del modello atomico con tutta la sua sofisticata elaborazione concettuale e capacità esplicativa e predittiva, non sembra esistere in biologia. Chi la insegna se ne rende conto, forse un po' oscuramente e con il concomitante sospetto che possa trattarsi di fumisterie filosofiche (cosa che scoraggia efficacemente dall'insistere nel cercare di capirci di

più). Insegnando anche la chimica non si può comunque evitare di avvertire questo elemento forte di diversità: i fenomeni biologici non sono *tutti* spiegati e soprattutto collegati l'uno all'altro dalla rete di una teoria del vivente così *generale e fondamentale* come quella atomica.

Le teorie trattate di norma nell'insegnamento della biologia sono quella cellulare, quelle evoluzionistiche, darwiniana in particolare, quella mendeliana con i relativi sviluppi classici, quella relativa alla dinamica delle popolazioni ed alle interazioni degli ecosistemi (ma si tratta di modelli matematici e fisici importati ed adattati, mi sembra), la teoria tassonomica.

Ciò che colpisce è la molteplicità dei modelli e dei linguaggi. Anche l'oggetto di studio muta da un modello all'altro: l'individuo, le sue parti, la popolazione, la comunità e l'ambiente. Nella chimica esistono modelli del legame, degli scambi energetici tra sistema ed ambiente, della velocità di reazione, dell'equilibrio in tutte le sue forme, dei meccanismi di reazione, etc.; ma nonostante la specificità di ciascuno di essi, chi insegna ha la sensazione di muoversi, in un certo senso, *sempre sullo stesso piano*, ovvero su piani sì diversi, ma raggiungibili attraverso una *grandestrada unica*, quella disegnata dai vari modelli dell'atomo e dai principi che ne governano il comportamento. Si fa cioè l'esperienza di una forte e sostanziale unità di linguaggio.

I modelli biologici citati, oltre a non essere sempre suscettibili in se stessi e/o nella scuola di rappresentazioni quantitative, danno l'idea di costituire piani diversi, nel linguaggio adoperato e nel metodo di indagine, oltre che nell'oggetto di studio; e che da un piano all'altro ci si sposti *per salti*. Manca la sensazione di avere alle spalle una *teoria generale del vivente* (paragonabile alle teorie in senso lato dell'atomo), che faccia da *ascensore* il quale unifica i vari piani.

Un esempio banale: in chimica il passaggio da atomi isolati ad aggregati molecolari e a più vasti sistemi legati può essere in generale desumibile da considerazioni di ordine termodinamico; in biologia il passaggio dai componenti chimici all'unità cellulare e da questa a tessuti e sistemi più complessi, non è affatto deducibile dalle proprietà dei livelli più semplici. E allora, in pratica si descrivono questi livelli gerarchici e mediante *salti* si passa a trattarli separatamente: i componenti chimici, la cellula, i tessuti, gli organi e gli organismi, etc., senza possedere la chiave, il modello che spieghi come sia avvenuta, come sia possibile questa crescita di complessità.

La mancanza di un modello generale di questo tipo ha prodotto in passato e ancora produce la proliferazione e la persistenza di concetti *unificatori*, come quello dell'organizzazione, di complessità, di totalità, di interdipendenza, di ordine, di integrazione, etc.; *idee-guida* (come vengono definite nei manuali, nelle prefazioni in particolare e che molti o tutti noi adoperiamo, insegnando, a piene mani), talmente generali e prive di un supporto di dati analitici -soprattutto in merito al loro reale significato teorico- che il loro uso corrente rasenta *i procedimenti della metafisica*.

4) Esiste una biologia scolastica difficile, nel cui ambito appare molto meno urgente e percepibile il disagio della mancanza di una teoria generale.

E' la biologia della cellula come *macchina chimica*,

dei rapporti organismo-ambiente fisico, della fisiologia degli apparati e dei sistemi, del codice genetico e dei suoi meccanismi di traduzione. Il disagio è pressoché assente dal momento che i modelli esplicativi esistono, e sono quelli fisico-chimici riconducibili a rapporti tra e trasformazioni di molecole. Il metodo che vi si adopra è quello noto come riduzionismo; l'assunto implicito (e, direi, quasi mai dichiarato nei manuali scolastici di biologia) è che le proprietà di un livello di organizzazione sono spiegabili per mezzo di quelle dei suoi componenti più semplici, in ultima analisi gli atomi, le molecole, le trasformazioni chimiche e gli scambi energetici associati.

Quando un docente parla del mondo vivente da punti di vista e in termini tali che i modelli di riferimento sono quelli chimico-fisici può così avvertire come un senso di maggiore solidità, proprio a causa della lunga e collaudata storia di quei modelli, e poi perché viene a fare una vera e propria esperienza di *unificazione* di campi scientifici diversi. D'altra parte, quando abbandona la trattazione dei settori biologici *riducibili*, egli può rendersi conto di un farsi altro, all'improvviso, del linguaggio che viene adoperando: basti pensare ai temi dell'*ordine-organizzazione*, del *rapporto struttura-funzione*, della *forma*, dell'*adattamento*, etc. Può capitare d'interrogarsi sotteraneamente sulla reale portata di queste idee generali: sono veri modelli scientifici oppure *immagini* approssimate di una realtà non ancora riducibile? E se sono veri modelli, consentono operazioni di controllo e verifica come quelli fisico-chimici? Il sapere che non sono concetti matematizzabili, che non producono normalmente relazioni fra quantità (anche se sul problema della forma degli organismi viventi va ricordato il classico lavoro di D'Arcy Thomson *Crescita e forma*) può comunicare la strana sensazione di trovarsi in un territorio solo apparentemente autonomo da quello delle altre scienze fondamentali, e non (ancora) dotato dei requisiti della vera scientificità.

Il disagio connesso al carattere problematico dell'autonomia della biologia, non discende certo dal fatto che ci si è laureati in Scienze Biologiche e Naturali (anche se il suo rilievo esistenziale non è trascurabile!) quanto da considerazioni legate al proprio mestiere di insegnante ed ai problemi dell'apprendimento, oltre che da un sacrosanto interesse di ordine culturale generale.

Infatti ammettendo che *insegnare scienze significhi:*

a) *mediare nei modi opportuni tra le preconcoscienze e il senso comune degli allievi da un lato e la conoscenza scientifica accreditata dall'altro;*

b) *puntare in questa opera di mediazione, soprattutto sulle strutture concettuali che organizzano i contenuti disciplinari e che funzionano anche dada organizzatori dell'apprendimento dell'allievo*, emerge tutta l'importanza del fatto di aver chiare appunto le strutture concettuali della biologia.

Questa chiarezza coincide forse con quella che si può definire una *buona conoscenza della materia*? Certamente si tratta di una condizione necessaria, ma non sufficiente. La chiarezza di cui parlo la si acquista (specialmente se si insegna e non si fa il ricercatore, che ne ha -paradossalmente- meno bisogno) (1), se alla conoscenza dei fatti della biologia si associa uno sforzo di riflessione sui fondamenti teorici di *questa* scienza.

Dice Ernst Mayr(2): “..sono arrivato alla conclusione che una delle ragioni della resistenza ai nuovi concetti sviluppati dalla biologia evolutiva sta nel fatto che questi concetti sono incompatibili con molte delle idee tradizionali del mondo occidentale.. Una seconda ragione deriva dall’ *idea sbagliata che tutte le scienze abbiano lo stesso schema concettuale*. Certamente le scienze hanno dei tratti comuni.. *Il fatto che la biologia come tale non sia esistita all’epoca della rivoluzione scientifica .. ha causato lo sviluppo di una concezione della scienza che si adatta perfettamente alla fisica, ma molto meno alla biologia.*”

Approfondendo le ragioni del disagio di insegnare biologia, si scopre così che forse, al fondo, esso nasce dal fatto che ci si rende oscuramente conto di divulgare attraverso i correnti piani di lavoro scolastici un’idea molto rigida di metodo scientifico, un’immagine insieme molto schematica e univoca delle scienze che, dice Mayr “ignora quasi interamente vaste sfere della struttura concettuale della biologia”.

Uno sguardo ai più diffusi manuali di biologia e al tipo di programma medio svolto nelle scuole superiori dall’altro, potrebbe consentire delle osservazioni interpretabili poi all’interno di questa categoria volutamente vaga del disagio. La biologia più diffusamente trattata è quella funzionale, e quella dei livelli di organizzazione inferiori all’organismo (composizione chimica, organelli cellulari, cellula e suo comportamento fisico-chimico, tessuti, fisiologia di organi, apparati, sistemi, il materiale ereditario e i meccanismi fondamentali della sintesi proteica).

La dichiarazione di riduzionismo non è mai esplicita, ma è intrinseca nella sequenza tipica dei grandi temi della biologia, sequenza che rinvia tradizionalmente agli ultimi capitoli i settori in fondo *più biologici* (3) di questa scienza: l’ecologia, l’etologia, la biogeografia, la genetica di popolazione, le teorie evolutive, i meccanismi di speciazione, etc. Gran parte di questa biologia -degli organismi e dei livelli superiori di organizzazione- non viene trattata e quella che si affronta subisce una insensibile operazione di semplificazione e banalizzazione (si pensi alle teorie evolutive, ridotte allo scheletro delle concezioni di Lamarck, Darwin e neodarwiniana, ma soprattutto trasformata in una cornice *formale* rispetto al grosso della biologia funzionale; oppure alla sistematica, che viene spesso anticipata alle prime pagine dei manuali, correndo il rischio di un impoverimento del suo significato biologico nella misura in cui viene esaltata, al di là delle migliori intenzioni, la funzione di puro ordinamento e classificazione di organismi-oggetti, in un’ottica più propria delle scienze fisiche).

Da dove nasce allora il *disagio*?

Appunto dall’uso di strumenti (i testi e i programmi) dei quali si percepisce che non aiutano realmente né il docente né l’allievo a cogliere la specificità profonda della biologia (specificità che non si esaurisce nel fatto che essa si occupa di oggetti assolutamente particolari e diversi da quelli delle altre scienze, ma si radica appunto nella natura profonda di questa diversità).

Questa unicità della biologia viene acutamente esplorata e discussa da alcuni illustri biologi (4) che, alla fine -in alcuni casi- di una brillante carriera di ricercatori, sono stati attratti dallo studio delle idee e dei metodi di questa scienza in rapporto alle altre Scienze

Naturali.

Un libretto a mio parere particolarmente prezioso in questo senso è quello di E. Mayr citato in nota. Non è opportuno in questa sede darne una sintesi affrettata ed incompleta, dirò solo che in esso (ma anche in Simpson) vengono affrontate (tra l’altro con un linguaggio eccezionalmente comunicativo) questioni fondamentali come:

1) il tipo di domande peculiari che la biologia si pone ai vari livelli della sua ricerca (*..cosa? .. come ? ..perché ? .. come è successo ? ..*) (5)

2) L’uso in biologia di un *pensiero popolazionista* (le entità che essa studia sono tutte diverse l’una dall’altra) in luogo di un *pensiero essenzialista o tipologico* (tutti gli atomi, l’isotopia non è certo paragonabile alla variabilità dei viventi, o molecole di una certa sostanza sono tra loro identici).

3) La diversa natura del principio di causalità adoperato in biologia rispetto a quello del mondo fisico-chimico: la causalità teleonomica e la causalità storica, come unici principi in grado di fornire una *spiegazione* biologica del mondo vivente, non sovrapponibile ad alcuna spiegazione di ordine fisico-chimico costruita mediante un approccio riduzionistico (infatti non ha in genere alcun senso porsi la duplice domanda: *per quale scopo o come è successo* nel mondo degli oggetti inanimati). E d’altra parte la capacità posseduta da questo nuovo modo d’intendere la causalità, di superare la vecchia concezione finalistica di tipo trascendente (peraltro lontana dall’essere sconfitta).

4) La peculiarità assoluta, rispetto a quelli inanimati, degli oggetti dell’indagine biologica, degli organismi; essa è conferita loro, fra l’altro, dal *possesso di un programma genetico*, capace di autocontrollo e di innovazione; dalla *vita* non come *cosa o forza o sostanza*, ma come *processo che costruisce e seleziona strutture atte a incanalare e dirigere se stesso secondo le vie evolutivamente più vantaggiose* (6); da un livello di *complessità* (7) in media molto più elevato di quello degli oggetti inanimati e comunque caratterizzato da meccanismi di controllo la cui precisione ed elaborazione è sconosciuta a questi ultimi; da un alto livello di *organizzazione* (8); da una *capacità di cambiamento*, dalla cellula agli organismi, tra la nascita e la morte, che non ha eguali nel mondo inanimato.

5) La rivalutazione forte, accanto ai metodi quantitativi, del ruolo della *qualità* in biologia. Dice Mayr: “.. ai bei tempi del fisicalismo, il fatto di riconoscere un’importanza alla qualità era considerato non scientifico, e ad essa era riconosciuta una validità soltanto entro un ambito descrittivo e per la classificazione. Oggi la biologia ha superato questo pregiudizio e riconosce l’importanza degli aspetti qualitativi, particolarmente per i fenomeni di relazione, che sono appunto quelli che reggono il mondo vivente. Le specie, le classificazioni, gli ecosistemi, il comportamento di comunicazione, la regolazione e altri numerosissimi processi biologici si riferiscono alle proprietà di relazione ed è sotto l’aspetto qualitativo che queste ultime si esprimono nel miglior modo. Anche se qualche volta è possibile quantificare queste qualità, agendo in questo modo di solito, si perde il significato reale dei fenomeni biologici, proprio come se si volesse interpretare un quadro di Rembrandt

indicando la lunghezza d'onda del colore dominante di ogni millimetro quadrato della tela.” (9)

6) L'esistenza in realtà di *due biologie*, due discipline il cui oggetto, il metodo, i principi e lo schema concettuale sono diversi (10): la *biologia funzionale*, che si occupa delle cause *prossime*, dei meccanismi chimico-fisici elementari dei fenomeni biologici, sulla base di un metodo analitico classicamente sperimentale, quantitativo; e una *biologia evolutiva* che tratta le cause storiche, evolutive dei fenomeni e dei sistemi studiati, servendosi eminentemente del *metodo di confronto* fondato sull'osservazione delle esperienze fatte dalla natura nel corso di lunghi periodi di tempo, e di un concetto di causalità diverso ed autonomo, il quale getta un ponte tra la biologia e le scienze sociali, storia e filosofia.

Non solo quindi esiste una netta distinzione fra scienze fisico-chimiche e quelle biologiche, ma la stessa biologia “non è una scienza unificata”. (11)

D'altra parte “numerosi esempi storici dimostrano che nessun problema biologico è interamente risolto fintanto che non si sono chiarite nel *medesimo tempo* le cause prossime e le cause evolutive.” (12)

Sempre Mayr nel suo libro analizza estesamente il concetto di scopo o finalità nel quadro della moderna biologia, nonché il concetto di programma, mentre gli ultimi due capitoli sono dedicati a un esame della struttura concettuale della teoria dell'evoluzione e della selezione naturale.

Perché mi sono dilungato su alcuni tratti principali di questo problema dell'autonomia della biologia dalle altre scienze naturali?

Proverò a ricavare da quanto ho già detto alcune conclusioni provvisorie (talmente provvisorie da poterle definire semplicemente impressioni) *al livello però che mi interessa di più, quello didattico* e proverò ad esprimerle in forma schematica.

1) Chi insegna dei contenuti costituitisi storicamente in disciplina autonoma avverte normalmente il bisogno culturale di padroneggiare le *strutture concettuali* della medesima disciplina (non essendo sufficiente affermare che la biologia è diversa dalla chimica perché studia organismi, occorre aver chiari i principi generali, i metodi d'indagine, il concetto di causalità adoperati; la natura delle spiegazioni ottenibili con questi specifici strumenti). Questo bisogno può apparire ancora più pressante nel caso, alquanto comune, che la stessa persona insegni discipline scientifiche diverse.

La chiarezza delle strutture concettuali della biologia in particolare è resa più necessaria dal fatto che storicamente esiguo è stato il contributo dei biologi di professione all'analisi dei fondamenti teorici di questa scienza (anche in ragione della maggiore giovinezza della biologia rispetto alle altre).

2) Chi insegna dovrebbe avere bisogno di questa chiarezza non solo per generale interesse culturale, ma anche per ragioni specificamente professionali, dal momento che ciò che negli allievi organizza nozioni, idee, osservazioni sono appunto le strutture concettuali della disciplina insegnata.

3) Una scarsa consapevolezza della specificità concettuale della biologia non costituisce un fatto neutro, privo di conseguenze: infatti il *contesto* in cui la biologia viene insegnata (determinato dal contemporaneo insegnamento di discipline scientifiche diverse

nei loro fondamenti, e dall'uso di manuali caratterizzati da uno schema interno dominante) favorisce la diffusione di un'idea di scienza e di metodo scientifico rigida ed univoca. Questa idea, a parte la schematicità da ricettario, corrisponde nella migliore delle ipotesi al modello delle scienze fisiche.

4) Ciò per cui la biologia è unica non viene posto nel giusto rilievo, sia nei curricoli sia nei manuali.

I primi sembrano aver esaurito la spinta propulsiva che ha caratterizzato i vari *project* negli anni '60 (cfr le varie versioni del BSCS), quando si è riconosciuto che non è possibile affrontare la nuova biologia (cellulare, fisiologica, molecolare) senza prerequisiti chimici e senza laboratorio.

L'effetto di questo riconoscimento è riscontrabile nella struttura della sequenza dei temi curricolari, così come appare in molti dei migliori e più diffusi manuali. (13) Ciò ha di fatto, al di là di una scelta consapevole, significato privilegiare l'impostazione riduzionistica e la biologia funzionale.

Temi come la tassonomia, l'ecologia descrittiva, le teorie evolutive in versione semplificata, a volte cenni di etologia, vengono di norma trattati nel biennio (insieme con gli aspetti più descrittivi della citologia e della riproduzione) sulla base della considerazione che essi si riferiscono a livelli di organizzazione macroscopici, i quali sono giudicati dalla psicologia dell'apprendimento più adatti all'adolescente del biennio.

Se da un lato quest'ultimo punto è fuori discussione, dall'altro -secondo me- occorre mettere a fuoco anche un limite di questa scelta: quello di depotenziare, per forza di cose -nel biennio bisogna semplificare, il significato per la disciplina di questi temi, i quali il più delle volte non verranno più ripresi in seguito a un maggior livello di approfondimento.

In altre parole sostengo che la necessità didattica di svolgerli al biennio obbliga ad una semplificazione tale che essi perdono per strada il loro significato più profondo di settori in cui più estesamente operano le strutture concettuali, i metodi, l'idea di causalità più tipici della biologia.

Ne deriva che l'allievo del biennio, probabilmente, recepisce questi temi nella loro dimensione più *narrativa* e divulgativa (si pensi al caso tipico delle teorie evolutive) o in una banale versione *tecnico-pratica*: mi riferisco in particolare alla classificazione degli organismi, la quale corre il rischio di non risultare distinguibile, agli occhi dello studente, da quella di oggetti inanimati eseguita alle scuole medie.

Ho l'impressione pertanto che sugli stessi temi bisognerebbe tornare una volta giunti ai livelli superiori del curriculum, quando le conoscenze di fisica e di chimica, di genetica, fisiologia, e biochimica già acquisite permetterebbero di conferire la quei temi spessore concettuale, ma ne riceverebbero contemporaneamente respiro *storico* e significato biologico.

In breve, mi pare che una maggiore consapevolezza delle strutture concettuali della biologia, della sua natura di scienza non unificata, dovrebbe sollecitare una costruzione dei curricoli di biologia più critica e meno scontata. Alcuni dei punti sui quali, secondo me, sarebbe utile fermare l'attenzione sono:

a) Il peso relativo dei contenuti svolti tradizionalmente, nella prospettiva di conferire uno maggiore ai livelli di organizzazione biologica superiori, quali

organismi e popolazioni, e quindi dinamica e genetica delle popolazioni, ecologia, comportamento, teorie evolutive.

b) La sequenza dei contenuti, nella direzione di un superamento dei limiti della successione *irreversibile* (scolasticamente):

macroscopico (biennio) → microscopico (triennio) verso una successione *reversibile* macroscopico (biennio) → microscopico (triennio) → macroscopico (triennio).

c) L'inserimento, ove possibile (e specialmente nel triennio) di note e riferimenti espliciti ai fondamenti teorici della biologia.

Essi dovrebbero avere lo scopo di rendere più intelligibile la diversità della biologia tra le altre scienze della natura e quindi di arricchire articolandola, l'immagine (costruita in buona parte nella esperienza scolastica) delle scienze sperimentali e del metodo scientifico, per non appiattirla più su quella delle scienze fisico-chimiche. (14)

Enrico Pappalettere

Note

(1) Chi fa ricerca, al di là delle sue professioni di fede in materia di epistemologia, finisce in realtà per praticare metodi (la cui filosofia è implicita) diffusi nella comunità di cui fa parte. La visione globale può appannarsi, o meglio si appanna l'interesse ad averne una (come sembrano rivelare i contatti tra docenti delle scuole secondarie e docenti universitari). Questo interesse è invece più pressante e reale in chi insegna, perché deve comunicare le finalità generali, i metodi, i concetti organizzatori della disciplina insegnata, nella sua globalità.

(2) Ernst Mayr *Biologia ed evoluzione* Boringhieri 1981 pag. 15

(3) Vale a dire "più carichi" di quelle strutture concettuali e quel tipo di interrogativi e problemi che caratterizzano la biologia differenziandola dalle scienze chimiche e fisiche.

(4) Ernst Mayr, op. cit.

G. G. Simpson *Evoluzione. Una visione del mondo* Sansoni 1972

M. Agno *Le radici della biologia* Feltrinelli 1986

M. Agno *Punti cardinali. Dal mondo della fisica al mondo della vita* Sperling & Kupfer 1992

S. J. Gould *La vita meravigliosa* Feltrinelli 1990

(5) Simpson, op. cit. pag. 105-115

(6) M. Agno *La biofisica* Laterza 1987 pag. 81

(7) "La complessità di per se stessa non costituisce evidentemente una differenza fondamentale tra i sistemi organici ed inorganici. Le masse d'aria del sistema atmosferico della Terra o una galassia dell'universo sono esempi di sistemi inanimati molto complessi... io definisco i sistemi complessi come sistemi in cui *l'insieme è più della somma delle parti, non in un senso ultimo e metafisico, ma nel senso pragmatico secondo cui, date le proprietà delle parti e le leggi delle loro interazioni, non è facile desumere le proprietà dell'insieme*". Mayr op. cit. pag. 26-27

(8) "La maggioranza delle strutture di un organismo sono senza significato se sono considerate separate dal resto dell'organismo stesso. Le ali, le zampe, le teste, i reni, non possono vivere da soli, ma soltanto come parti di un insieme. Di conseguenza, tutte le parti hanno un signifi-

cato adattativo e sono capaci di svolgere attività teleonomiche. Nel mondo inanimato, un adattamento reciproco delle parti, di questo tipo, è sconosciuto. Questi sistemi organizzati e ben integrati operano sotto forma di insiemi e di nuove proprietà, prima spesso insospettite, che emergono ad ogni livello gerarchico." Mayr op. cit. pag. 27-28

(9) Mayr, op. cit. pag. 29

(10-11-12) Mayr, op. cit. pag. 30-36

(13) Il manuale americano di Hardin, Bajema (tradotto da Zanichelli) è stato per molto tempo l'unico capace di rendere esplicita la natura di questi aspetti delle scienze biologiche, a cominciare dal titolo *Biologia, principi e implicazioni* di per sé tutt'altro che convenzionale. Negli ultimi anni sono apparsi nuovi testi, spesso italiani, in cui questa preoccupazione sembra assumere un certo rilievo, almeno nelle intenzioni degli autori. Anche le sequenze degli argomenti mostrano una inedita variabilità degli schemi, segno di un processo in atto di sperimentazione ed evoluzione. Quanto ai curricoli l'unica seria novità è costituita dai programmi Brocca. Finché non verranno adottati diffusamente sarà abbastanza ozioso continuare a ricamarci sopra. Comunque, un mutamento di prospettiva nell'insegnamento della biologia è affidabile solo in parte a curricoli scritti sulla carta.

(14) Mi pare molto interessante la posizione espressa da M. Agno nel testo già citato: "noi fisici, purtroppo, siamo molto spesso intellettualmente presuntuosi ed arroganti.. non è infatti la fisica la regina delle scienze e non è il fisico il depositario delle leggi fondamentali della natura? Tutto ciò non è assolutamente vero: non ci si può improvvisare maestri di nulla, in particolare biologi. Per poter fare una biologia *diversa*, occorre prima di tutto capire fino in fondo il discorso tradizionale dei biologi, impadronirsi delle idee fondamentali della loro disciplina. Che non è affatto, come molti fisici credono, una scienza in arretrato rispetto alla fisica, *non ancora* matematizzata perché in una fase ancora primitiva del suo sviluppo. E' semplicemente una scienza molto diversa dalla fisica, una scienza *storica*, una scienza del particolare, in cui i metodi tipicamente generalizzanti della matematica hanno di regola assai poco da dire." M. Agno *La biofisica* pag. 79-80

