

Maria Arcà

# Insegnare Biologia



Edizioni ETS



[www.edizioniets.com](http://www.edizioniets.com)

© Copyright 2015

EDIZIONI ETS

Piazza Carrara, 16-19, I-56126 Pisa

[info@edizioniets.com](mailto:info@edizioniets.com)

[www.edizioniets.com](http://www.edizioniets.com)

*Distribuzione*

Messaggerie Libri SPA

Sede legale: via G. Verdi 8 - 20090 Assago (MI)

*Promozione*

PDE PROMOZIONE SRL

via Zago 2/2 - 40128 Bologna

ISBN 978-884674333-6

## *Ringraziamenti*

Questo libro raccoglie un filo di pensiero sviluppato lavorando in classi di scuola elementare, in diverse città italiane. Voglio quindi ringraziare gli insegnanti con cui ho condiviso, per anni, la responsabilità e l'impegno di far pensare i bambini sui complessi funzionamenti del loro corpo e del loro cervello. Primi tra tutti, Alberto Manzi e Paolo Mazzoli, che mi hanno accolta in classe ogni settimana, per più di dieci anni, a discutere e a cercare nuove strade per capire. Ringrazio Daniela Furlan che ha messo a disposizione di tutti il suo ricchissimo lavoro di documentazione, Costanza Raso con cui, in tempi non recenti, abbiamo cercato una integrazione tra l'insegnamento della lingua e quello delle scienze. Ancora, ringrazio le insegnanti piemontesi che, direttamente o indirettamente, hanno partecipato all'esperienza dei "laboratori di scienze per la scuola elementare" proposta e sostenuta da Fiorenzo Alfieri; le insegnanti del Veneto (Spinea, Vedelago, Mestre...), le insegnanti del 126° Circolo didattico di Roma, e tutte quelle con cui ho scambiato idee e suggerimenti nei tanti corsi di formazione. Sono grata a queste compagne di lavoro che sono riuscite, nonostante perplessità e dubbi, ad ascoltare veramente i bambini e ad inserirsi nel loro filo di pensiero, guidandoli fuori dall'imparaticcio spesso banale dei loro libri di testo, dalle schede precostituite, dalle domande che richiedono come risposta soltanto crocette. Lavorando su se stessi, con creatività e sensibilità, i bambini hanno imparato a rispettare la fatica del capire e a conoscere la fragile delicatezza del loro corpo, riuscendo, con l'aiuto dei loro insegnanti, a dare significato agli invisibili processi che li mantengono vivi.

# Introduzione

## Insegnare Biologia

Molto di quanto la scienza ha compreso sui processi della vita e sugli organismi viventi viene comunemente divulgato dai media e fa ormai parte della cultura di tutti: stimolati da informazioni, osservazioni e curiosità anche i bambini si pongono (talvolta) nuove domande e chiedono aiuto per approfondire e capire individualmente quello che più hanno a cuore. A volte, il gioco delle domande e delle risposte si svolge su piani abbastanza superficiali e spesso neppure gli insegnanti sanno “ricucire” in un discorso organico gli episodi che hanno attirato l’attenzione dei bambini.

Per affrontare cognitivamente la dimensione biologica, infatti, bisogna saper pensare la vita come fenomeno complesso, padroneggiando strutture di concetti e modi di capire che della complessità tengano conto. Può sembrare strano ma, per imparare e insegnare biologia di base, è indispensabile saper guardare il mondo dei viventi secondo i criteri della cultura biologica più avanzata e ci vuole del tempo per abituarsi a pensare coerentemente le cose in modo non tradizionale. Nella loro formazione, quindi, gli insegnanti devono poter mettere in evidenza questi criteri ed acquisirli criticamente a livello non specialistico, per poi trasmetterli culturalmente ai ragazzi. Soprattutto, devono volersi impegnare in questo, ponendosi obiettivi definiti e realistici sia per la propria professionalità sia per le competenze che i ragazzi dovranno acquisire.

Nel tentativo di correlare in modo organico aspetti biologici ed aspetti cognitivi, si vorrebbero rendere espliciti tre messaggi didattici importanti.

Per capire la vita (di un organismo, di una cellula, di un ambiente) bisogna imparare a vedere come i moltissimi fatti ed episodi che ne caratterizzano le dinamiche di trasformazione siano reciprocamente correlati: per questo occorre padroneggiare strategie di conoscenza che aiutino a riconoscere e gestire la complessità sistemica, costruendole gradualmente nel tempo e con l’esperienza. Per capire la vita bisogna imparare ad utilizzare capacità formali (modi di ragionare, schematizzare, organizzare, modellizzare) specifiche e complesse. Occorre quindi che chi ha l’incarico sociale di spiegare biologia domini abbastanza bene le strutture sia formali sia cognitive della disciplina, per aiutare i ragazzi a districarsi nel groviglio della cultura adulta. I ragazzi, infatti, devono costruire insieme la propria conoscenza e i propri criteri di conoscenza ed indirizzarsi verso una efficace modellizzazione di fenomeni complessi. Una conoscenza “troppo” specialistica non è probabilmente necessaria per insegnare nella scuola di base; una cultura ampia, invece, è un sostegno indispensabile per mettere in relazione le conoscenze. E solo una cultura sfaccettata e flessibile può guidare quoti-

dianamente il gusto di capire e di far capire cose nuove, in modi diversi, con persone e in situazioni diverse.

Per insegnare a capire la vita, non serve e non basta aspettare semplicemente che i bambini crescano. Bisogna insegnare a ragionare in certi modi, a guardare il mondo con una ottica particolare, non appena il pensiero in formazione lo consenta. Ovviamente il discorso non vale solo per la biologia: sappiamo che si deve imparare a parlare, a leggere, a scrivere e a far di conto... a certe età; altrimenti tutto diventa più difficile. Ma ad ogni età si possono proporre situazioni problematiche, che sviluppano nei ragazzi “il piacere di capire” e li invogliano ad andare avanti da soli, a farsi venire delle idee, ad interpretare i fatti in modo coerente. Dal punto di vista dell’insegnante, se si vuole guidare la comprensione della raffinata molteplicità dei processi vitali, bisogna ricorrere a strategie didattiche poco tradizionali, uscire da una visione statica del sistema biologico, organizzare in modo diverso i contenuti e scegliere criteri di verifica adatti al nuovo modo di imparare.

Purtroppo, i percorsi individuali non coincidono quasi mai con le strutture organizzate delle discipline. Non si può capire la biologia nell’ordine con cui è esposta in un libro anche se, una volta entrati nel merito, certi contenuti, le strutture concettuali che li organizzano, i criteri con cui sono stati scelti si rivelano “a posteriori” essenziali. Soprattutto per i ragazzi della scuola di base i libri sono utili per mettere e tenere in ordine quello che via via si impara in altri modi. Infatti, non è tanto utile accumulare informazioni o classificazioni o nozioni quanto impegnarsi ad ogni momento nella costruzione di un pensiero biologico aperto e produttivo, capace di interpretare la dinamica della vita.

Per ogni argomento particolare, bisogna affrontare criticamente una molteplicità di concetti usando modi di guardare e ragionare parziali e coordinati.

Bisogna saper gestire i salti di scala che connettono il livello macroscopico con quello microscopico e che danno conto della organizzazione gerarchica delle strutture complesse. Bisogna gestire la dimensione evolutiva che parla della costruzione della biodiversità nel tempo, gestire la dimensione ambientale che correla la biodiversità ai luoghi in cui i viventi possano soddisfare i loro bisogni. Al tempo stesso, dal punto di vista della organizzazione della conoscenza, bisogna che ogni interpretazione parziale trovi il suo significato in una molteplicità di contesti (conoscere è anche ri-conoscere).

Non si possono capire le cose secondo una sequenza logica univoca, temporalmente e gerarchicamente programmabile: le molecole, le cellule, gli organismi, le specie, gli ambienti hanno senso in quanto sono livelli di una realtà complessa, ciascuno con le sue regole ma sempre funzionalmente integrato a tutti gli altri livelli.

Non si possono trovare esempi o esperimenti emblematici che definiscano o chiariscano idee semplici una alla volta e una volta per tutte: servono invece esempi multiformi, che richiedono idee complesse e reti di idee (anche se appena abbozzate) che si rinviano a vicenda. Non si può andare alla ricerca di spiegazioni definite e chiuse, ma bisogna abituarsi a percorrere circoli più o meno larghi di spiegazioni parziali, che hanno senso proprio in quanto circolari.

## Conoscenza e metafore alimentari

Da sempre la costruzione individuale di conoscenza è descritta e interpretata da metafore che si fondano sulla complessità dell'individuo vivente, sulla profonda dipendenza tra i suoi modi di funzionare e di crescere e le strutture dell'ambiente fisico e biologico che lo circonda. Ogni vivente, infatti, è sempre in relazione sistemica con il suo esterno da cui estrae materia, energia ed informazione, è internamente strutturato per vivere elaborando quello che il sistema esterno gli ha fornito, riversa nuovamente materia energia e informazione (ormai trasformate e sfruttate) nel sistema esterno in cui si comporta ed agisce. Ben prima di entrare in una teoria cognitiva (quella di Piaget) le nozioni di assimilazione e accomodamento facevano parte dei modi naturali di intendere il capire. Elementi di realtà e di cultura esterna si assimilano (si rendono simili al complesso del sé), e si usano per costruire il proprio pensiero (se stessi) attraverso una loro continua rielaborazione; al tempo stesso il sé si accomoda mettendosi in forma adatta alla forma della realtà esterna, appoggiandosi continuamente ad essa per sostenere le proprie attività.

Sia l'esperienza naturale sia il linguaggio comune dicono che occorre tempo, esperienze e motivazioni per digerire quello che si impara, che alcune nozioni restano spesso mal digerite; che ci vuole tempo per assimilare e rendere produttive le nuove conoscenze, che si cresce cognitivamente assimilando nuove idee. Il merito di Piaget non è solo quello di aver riaffermato la validità dell'analogia alimentare ma di averne rivendicato un significato profondo, non più metaforico quanto direttamente esistenziale. Chi capisce, chi impara, è sempre un organismo umano: da un lato la complessità della crescita e del funzionamento fisiologico può aiutarci a modellizzare, in maniera non troppo riduttiva, i vari aspetti dell'attività di conoscenza; dall'altro può aiutarci a ricordare che capire e imparare fanno parte dell'essere vivi. Anche le attività di conoscenza, infatti, partecipano alla complessità delle relazioni che ogni organismo stabilisce tra il suo modo di essere "interno" e il suo mondo "esterno".

Il messaggio didattico che può emergere da questa consapevolezza spinge a riflettere sul capire come attività naturale di ogni sistema vivente che, se non sa imparare dal suo mondo (se non sa nutrirsi culturalmente), rischia la vita. A scuola non ci sono macchine per imparare né macchine per insegnare: ci sono organismi complessi che capiscono o non capiscono, che imparano o non imparano, che spiegano o non spiegano, coinvolti in una complicata dinamica di relazioni. Il sistema che vive offre una buona analogia per interpretare il sistema che impara, immerso in un ambiente eterogeneo, attraversato da informazioni come da materia e da energia, capace di rielaborare in attività e comportamenti personali i messaggi e le informazioni continuamente raccolti dall'esterno. Così il sistema che impara, attraversato dal flusso della cultura che egli stesso, a suo modo, contribuisce a trasformare, è sollecitato da stimoli adatti (a sé, alla condizione di quel momento) ed è insensibile ad altri; e quelli che sono elaborati al suo interno vengono riorganizzati in nuove configurazioni. Le nuove strutture di idee possono svilupparsi in modi adatti o non adatti alla situazione che si sta affrontando: a volte ci si sbaglia, si pensava di aver capito... La cultura complessiva si realizza attraverso l'integrazione di variegati frammenti parziali e tra le tante metafore dell'organizzazione delle conoscenze assume sempre

maggior concretezza quella che ci parla del formarsi e dell'intrecciarsi delle connessioni tra i sottosistemi del sistema nervoso. D'altra parte imparare è una attività finalizzata che si sviluppa imparando, con lo scopo di potersi destreggiare consapevolmente nel mondo, di immaginare il futuro sulla base di esperienze passate, di scegliere di volta in volta azioni adatte alle situazioni. A volte si impara per saper agire prontamente, per saper fare, per disporre di comportamenti immediati, altre volte lo scopo è proiettato nel futuro e si attuerà quando sarà il momento, attraverso meccanismi di rielaborazione interna e di memoria. Il processo stesso dell'apprendere sviluppa e rende efficaci nuove interfacce di relazione con l'esterno, sviluppa sistemi di interfaccia e collegamenti interni.

Analogie e consapevolezze di questo tipo potrebbero suggerire chiavi di lettura e modi per costruire efficacia didattica migliori delle tassonomie, dei livelli, delle gerarchie cognitive; e la consapevolezza del capire come funzione del vivere può costituire un importante punto di riferimento per chi continuamente cerca di imparare e di insegnare come va il mondo.

# Indice

Introduzione	7
Insegnare Biologia	7
Conoscenza e metafore alimentari	9
1. Andare a scuola	11
1.1. Complessità biologica e complessità cognitiva	11
1.2. Cosa fanno i bambini	12
1.3. Le domande ai fatti	14
1.4. L'interazione con gli adulti	16
1.5. Conoscenza come processo	17
2. Le evidenze da cui partire	19
2.1. Il corpo sconosciuto	19
2.2. I modi e i pretesti per parlare di sé	20
2.3. Rappresentazioni di nomi o rappresentazioni di strutture	24
2.4. Il corpo come meccanismo: l'accesso al linguaggio scientifico	25
2.5. Aspetti sperimentali: verificare le immaginazioni	29
3. La vita dell'organismo	31
3.1. Crescita e trasformazione	31
3.2. Tutto funziona insieme	32
3.3. Dissezione e sagome	33
3.4. Filtraggi	39
3.5. Altri passaggi attraverso pareti	42
3.6. Rappresentare la complessità	44
4. Dal centro alla periferia	47
4.1. Centro e periferia	47
4.2. Trasformazioni e cotture	48
4.3. Conservazione e trasformazione	51
4.4. Un brevissimo cenno sull'energia	53
4.5. Le parti piccolissime: le cellule	55
4.6. Sangue, cuore e circolazione	59
4.7. Un'impostazione complessiva	61

5. Modelli e modellizzazioni	63
5.1. Spiegare con esempi e modelli	63
5.2. Qualche esempio: l'uso delle analogie	64
5.3. Dall'esperimento concreto al pensiero astratto	66
5.4. Modelli e modi di guardare elementari	67
5.5. Dai modelli statici ai modelli dinamici: la topologia del corpo	70
5.6. L'organismo come "sacchetto" in relazione con l'esterno	74
5.7. L'interazione didattica	77
5.8. Guardare da punti di vista diversi: i modelli scientifici	78
6. Un modello di interazione tra sistemi: l'organismo e l'ambiente	79
6.1. Le "differenze" che sostengono i processi vitali	79
6.2. Flussi di materia, energia e informazione	81
6.3. A scuola: i flussi di materia e di energia	82
6.4. I flussi di informazione: il "sacchetto" percettivo	86
6.5. Accorgersi dei cambiamenti	88
7. Prima di parlare di DNA	93
7.1. Somiglianze e differenze	93
7.2. Cosa si eredita	93
7.3. Le rappresentazioni mentali in genetica	95
7.4. Uova e spermatozoi	97
7.5. Dai modelli dei bambini	100
7.6. Dai modelli della genetica	102
8. Dentro le cellule	103
8.1. Legami chimici ed energia	105
8.2. Le piccole molecole	106
8.3. Le macromolecole	107
8.4. Gli acidi nucleici	111
9. La duplicazione del DNA	117
9.1. La trascrizione: gli RNA	120
9.2. La sintesi proteica	123
9.3. Le attività della cellula: informazioni e i controlli	126
9.4. L'ereditarietà	128
9.5. Cosa pensano i bambini: somiglianze e differenze	130
10. DNA e evoluzione	133
10.1. All'indietro nel tempo	134
10.2. La memoria ereditaria	136
10.3. Mutazioni nei cromosomi	138
10.4. Mutazioni nei sistemi di controllo	138

11. La percezione come struttura di interfaccia	143
11.1. Alla ricerca di un modello per capire	143
11.2. L'interfaccia percettivo	146
11.3. Si vive perché ci si accorge	148
11.4. Mantenere le proprie caratteristiche: l'omeostasi	149
11.5. Modalità di controllo: soglie e saturazioni	151
11.6. I meccanismi di retroazione	153
11.7. Modi della trasduzione e del controllo	154
11.8. Le cause e le correlazioni	156
12. In relazione col mondo: gli occhi e la luce	159
12.1. L'Io e gli altri	159
12.2. Le illusioni ottiche: vedere e pensare di aver visto	160
12.3. Modelli di luce	163
12.4. Lo spettro di Newton e i colori	165
12.5. Lavorando in classe	169
12.6. Ricette per vedere	170
12.7. La visione	171
12.8. Le percezioni interne	174
13. Un cervello per accorgersi e pensare	177
13.1. Lo sviluppo embrionale del sistema nervoso	177
13.2. Percepire, ricordare	180
13.3. Il cervello nel corpo	183
13.4. L'intreccio delle percezioni	184
13.5. Le corrispondenza tra corpo e cervello	186
13.6. Schemi mentali e strategie cognitive	189
13.7. Imparare	191
Bibliografia	195

Edizioni ETS  
Piazza Carrara, 16-19, I-56126 Pisa  
info@edizioniets.com - www.edizioniets.com  
Finito di stampare nel mese di ottobre 2015