

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II**  
**SCUOLA INTERUNIVERSITARIA CAMPANA**  
**DI SPECIALIZZAZIONE ALL'INSEGNAMENTO**  
**A.N.I.S.N. – ASSOCIAZIONE NAZIONALE INSEGNANTI**  
**SCIENZE NATURALI – SEZIONE CAMPANIA**



Vincenzo Boccardi  
supervisore del tirocinio per la classe  
A060 – scienze naturali, chimica e geografia, microbiologia

**L'importanza della dimensione storico -  
epistemologica nell'insegnamento delle  
scienze naturali**

**Parte Prima – La Biologia**



estratto da

**Vincenzo Boccardi, Moduli di Biologia,  
Guida per l'insegnante, Editrice La Scuola, 2002.**

## La dimensione storico - epistemologica

Tra i requisiti culturali e professionali che il docente deve possedere vi è la padronanza dei **“fondamenti epistemologici”** della disciplina che insegna<sup>1</sup>, disciplina che deve essere conosciuta in maniera critica. Tale consapevolezza può, infatti, facilitare di molto il suo lavoro, aiutandolo a concentrare i suoi sforzi su quei saperi centrali, i cosiddetti **nuclei fondanti**, che rivestano carattere di particolare rilevanza per la loro caratteristica di organizzare al loro intorno i saperi specifici di una disciplina, di mettere in relazione sistemi di conoscenze differenti e di essere in grado di crearne di nuovi.

I **nuclei fondanti** sono i “concetti fondamentali che ricorrono in vari luoghi di una disciplina o di più discipline che abbiano una connotazione epistemica omologa e/o analoga e hanno perciò valore strutturante e generativo di conoscenze anche in relazione al processo di apprendimento”<sup>2</sup>.

La competenza di tipo epistemologico è essenziale per poter effettuare l’ **“analisi disciplinare”** e quindi costruire la **“mappa disciplinare”**. Essa consente al docente di:

- **scomporre e ricomporre i contenuti della disciplina;**
- **individuare le “idee chiave”, che svolgono il ruolo fondamentale di “organizzatori delle conoscenze”;**
- **collegare insieme tali concetti costruendo una rete di connessioni associative tra essi.**

Spesso le **misconoscenze degli alunni** o le loro difficoltà nello studio si addensano proprio intorno a tali concetti strutturanti. E' importante pertanto che l'attività del docente non prescinda mai da essi; al contrario tali nuclei concettuali vanno considerati come i capisaldi, le pietre angolari, che dirigono la costruzione dell'intero edificio della conoscenza, senza una piena consapevolezza dei quali la struttura si rivela precaria ed effimera, rischiando di crollare miseramente.

---

<sup>1</sup> Avvertenze Generali dei Programmi e prove d'esame per le classi di concorso a cattedre (D.M. dell' 11 – 8 – 98).

<sup>2</sup> Tale definizione è tratta da C. Todaro, “La ridefinizione del curriculum di scienze della natura per competenze e nuclei fondanti: modelli per la costruzione di un curriculum delle scienze sperimentali”, Le scienze naturali nella scuola, n. 17, pag. 5 –18, gennaio 2001.

## I concetti strutturanti della biologia

Vengono di seguito elencati alcuni concetti fondamentali della biologia che vanno tenuti costantemente in considerazione durante lo svolgimento del programma perché di fondamentale importanza al fine di generare un sistema di conoscenze strutturato ed epistemologicamente fondato. Tali concetti non sono esclusivi della biologia, ma appartengono ad un dominio disciplinare molto più ampio essendo in comune anche con altre discipline, soprattutto scientifiche (scienze della terra, chimica e fisica).

Molti di essi sono chiaramente indicati in questa definizione che Pietro Omodeo dà di **essere vivente**, l'oggetto di studio della biologia.

***“Un essere vivente è un sistema cellulare aperto, autoriproducibile, attraversato da flussi autoregolati di materia, di energia e di informazione che ne consentono la crescita, lo sviluppo e la conservazione dello stato stazionario. Per queste loro caratteristiche le popolazioni dei viventi sono in grado di evolversi nel tempo adeguandosi alle mutevoli condizioni ambientali”.***

Le caratteristiche fondamentali di tali “sistemi complessi” sono (Tavola I):

1. La presenza di una serie di ***“livelli di organizzazione”*** le cui proprietà non possono essere ricondotte unicamente a quelle del livello precedente
2. Una serie di **flussi di energia, di materia e di informazioni** che attraversano i viventi costituendoli come ***“sistemi aperti”***;
3. Il **carattere autoreferenziale** della loro struttura interna che comporta la presenza di una serie di ***meccanismi di regolazione e di controllo*** che è possibile rinvenire a tutti i livelli della scala gerarchica dei viventi;
4. L'impossibilità di spiegare la storia dei viventi facendo ricorso unicamente a spiegazioni di tipo deterministico: la loro evoluzione è stata, infatti, fortemente condizionata da eventi aleatori ed ha pertanto una chiara connotazione di tipo storico.

## Tavola I

### Tre caratteristiche fondamentali dei sistemi biologici come “*sistemi complessi*”

(secondo M. Cini<sup>3</sup>)

<i>Caratteristica</i>	<i>Conseguenza</i>
Presenza di diversi livelli di organizzazione	Impossibilità di una spiegazione riduzionista del rapporto tra due livelli.
Sistemi aperti	Flussi di materia, energia e di informazione.
Carattere di autoreferenzialità degli esseri viventi e di autorganizzazione della loro struttura interna	Generalizzazione del concetto di <i>feedback</i> (retroazione) come meccanismo che consente l'autorganizzazione.
Irriducibilità della loro storia a fattori strutturali	Intervento aleatorio di fattori esterni nell'evoluzione dei processi (ruolo del caso e dipendenza dal contesto).

Sulla scorta di queste indicazioni sono stati individuati i **nuclei concettuali** intorno ai quali è organizzata la biologia. Ad essi il docente dovrà dedicare costante attenzione, ponendoli di volta in volta in evidenza. Tali concetti, indicati nella Tavola II, afferiscono sia alla **biologia funzionale** (biologia molecolare e genetica, fisiologia, biologia dello sviluppo), sia a quella **evolutiva** (evoluzione, sistematica, ecologia).

---

<sup>3</sup> M. Cini, “Il linguaggio delle Scienze della Natura e la visione del mondo”, relazione tenuta nell'ambito della videoconferenza su “Valorizzazione della divulgazione scientifico-naturalistica con riferimento all'educazione ambientale”, Roma, 22 ottobre 1999, Ministero Pubblica Istruzione, Aula Centro Servizi Multimediali. Pubblicato su: “Memorie di Scienze Fisiche e Naturali”, Rendiconti della Accademia delle Scienze detta dei XL, serie V, vol. XXIII, parte II, tomo I, pag. 271-277, 1999.

## Tavola II – I concetti strutturanti della biologia

<i>Concetto</i>	<i>Esempio</i>
<b>Sistema</b>	Tutti i livelli di organizzazione dei viventi.
<b>Interazione / Relazione</b>	L'interazione tra biomolecole (enzima – substrato; ormone – recettore, ...). Le relazioni tra gli organuli di una cellula. Le interazioni tra cellule (linfociti e macrofagi; neuroni, ...). Le relazioni tra gli organi di un apparato. Le relazioni tra gli organismi di una comunità (competizione, predazione, parassitismo, commensalismo, mutualismo) e tra essi e l'ambiente.
<b>Flussi di energia</b>	La respirazione e la fotosintesi. Il flusso di energia in un ecosistema (piramidi).
<b>Flussi di materia</b>	Il metabolismo cellulare. I processi digestivi. I cicli biogeochimici.
<b>Flussi di informazione</b>	Il codice genetico e la sintesi delle proteine. Lo sviluppo. Il sistema nervoso e la risposta agli stimoli.
<b>Varietà / Diversità</b>	Il pensiero popolazionale: le popolazioni di organismi viventi come costituite da individui unici e variabili tra loro.
<b>Processo / Trasformazione/ Evoluzione</b>	Il metabolismo cellulare. Lo sviluppo. Le successioni ecologiche. L'evoluzione dei viventi.
<b>Contingenza</b>	La storia evolutiva dei viventi come narrazione storica non prevedibile..
<b>Equilibrio / Omeostasi</b>	I meccanismi a feedback: - La regolazione delle catene metaboliche, - La regolazione genica, - I feedback neuroendocrini, - La regolazione degli ecosistemi.
<b>Complessità</b>	Le reti di interazioni e di meccanismi di regolazione di ogni livello di organizzazione dei viventi.

## Una biologia o due biologie? Le due biologie

E' importante che il docente abbia chiara la distinzione tra biologia funzionale e biologia evolutiva. Come afferma C. Todaro<sup>4</sup>, queste “*due biologie sono caratterizzate da linguaggi, metodi e tipi di domande differenti. La biologia funzionale studia i processi funzionali ai diversi livelli ed ha mutuato il linguaggio e i concetti dalla fisica e dalla chimica. La biologia evolutiva si è invece sviluppata intorno al pensiero darwiniano e si è definita scienza storica; ogni cosa è vincolata al tempo e allo spazio, il metodo di studio è quello osservativo – comparativo. Le due biologie sono autonome... qualsiasi fenomeno biologico non può essere compreso appieno se non lo si indaga da entrambe le prospettive*”.

Tale diversità di approccio allo studio dei viventi è messa in evidenza nella Tavola III, dove sono indicate alcune categorie concettuali contrapposte che identificano le due biologie.

**Tavola III**

<b>Biologia funzionale</b>	<b>Biologia evolutiva</b>
Quantità	Qualità
Necessità	Contingenza
Prevedibilità	Imprevedibilità
Reversibilità	Irreversibilità
Ripetibilità	Irripetibilità
Riduzionismo	Olismo
Semplicità	Complessità
Metodo sperimentale	Metodo osservativo – comparativo

<sup>4</sup> C. Todaro, “La riflessione storico – epistemologica è strumento metodologico per la ridefinizione del curricolo di scienze della natura?”, Le scienze naturali nella scuola, n.16, pag. 7 – 16, luglio 2000.

## **La biologia del “come” e quella del perché”**

Come sottolinea sempre C. Todaro<sup>5</sup> riprendendo il pensiero di Mayr<sup>6</sup>, la **biologia funzionale** affronta le **questioni del come**:

- Come è strutturato un certo organo?
- Come funziona?

mentre la **biologia evolutiva** è inerente alle **questioni del perché**:

- Perché quell'organo è strutturato in un determinato modo?

Nel primo caso lo scopo è infatti quello di capire come è fatto e come funziona, nel secondo quello di indagare sulle cause remote (evoluzionistiche) che spiegano perché quell'organo è così come è.

Volendo fare una distinzione nell'ambito del programma di biologia afferiscono alla **biologia funzionale** contenuti come:

- **La Cellula**
- **La Bioenergetica**
- **La Genetica**
- **Il Corpo Umano: anatomia e fisiologia**

afferiscono alla **biologia evolutiva** contenuti come

- **Classificazione degli esseri viventi**
- **L'evoluzione**
- **L'ecologia**
- **La sistematica**

---

<sup>5</sup> C. Todaro, “L'analisi epistemologica e disciplinare delle scienze Naturali nella ricerca didattica in biologia”, in CD rom “Le scienze naturali: spunti per una riflessione storico – epistemologica”, Corso di aggiornamento per docenti di scienze naturali, Ministero Pubblica Istruzione – Associazione Nazionale Insegnanti Scienze Naturali, Collana Classica Ipermedia 1

<sup>6</sup> E. Mayr, “Biologia ed evoluzione”, Bollati Boringhieri, Torino, 1982