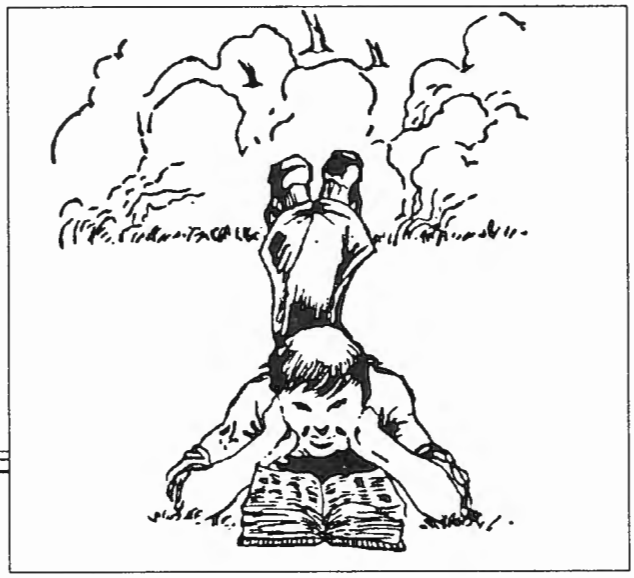

FORMAZIONE

NUOVI PERCORSI FORMATIVI NELLA SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE: L'INDIRIZZO BIOLOGICO

Isabella Viani*

1. La "storia" dell'indirizzo biologico

Lo sviluppo delle conoscenze in area biologica -dalla Biochimica alla Genetica, dalla Microbiologia all'Ecologia- particolarmente intenso negli ultimi decenni e non limitato al solo campo teorico, ha provocato effetti di ricaduta sul piano tecnologico ed applicativo in numerosi campi della produzione e dei servizi. Nel campo dell'industria, accanto ai già consolidati processi produttivi che sfruttano le capacità metaboliche dei microrganismi, si vanno affermando le applicazioni e le innovazioni derivanti da nuove branche della biologia quali l'ingegneria genetica e la biologia molecolare. Per quel che riguarda il settore della salute molti fattori -ad esempio la crescita dell'età media della popolazione, la crescente importanza della prevenzione e della qualità della vita- determinano la necessità di nuove o rinnovate figure professionali. Infine nel campo della tutela dell'ambiente i numerosi e sempre più pressanti problemi di conservazione e ripristino degli equilibri naturali necessitano interventi e risposte che solo figure professionali nuove possono contribuire a dare.

* CISEM - Centro per l'innovazione e la sperimentazione educativa Milano. Corso Concordia 7 - 20129 Milano.

Questo insieme di fattori ha determinato, già da tempo, una esigenza abbastanza diffusa di nuove professionalità centrate su competenze in area biologica, anche a livello di tecnico diplomato.

Alla luce di questo quadro generale è lecito chiedersi se e in quale misura il sistema scolastico del nostro paese abbia risposto con "prodotti di buona qualità" a queste nuove domande del mondo del lavoro.

Il sistema formativo italiano in generale è stato sempre caratterizzato da un grande immobilismo e tutti i tentativi che sono stati fatti per rinnovarlo e renderlo più rispondente ai mutamenti della società sono fino ad ora miseramente naufragati.

In particolare per quanto riguarda la scuola secondaria superiore sono infatti innumerevoli i progetti di riforma che di volta in volta sono stati proposti o dai Ministri che si sono succeduti alla Pubblica Istruzione, o dai partiti, o dalle organizzazioni dei docenti, o da altre istituzioni interessate ai problemi educativi; a prescindere dal valore del progetto proposto, la discussione non ha quasi mai superato la barriera delle Commissioni Parlamentari o al massimo, come nel caso della legge di riforma attualmente in discussione, si è arenato nelle secche delle aule parlamentari paralizzato da veti incrociati e da centinaia

di emendamenti.

Tutte queste difficoltà non hanno però impedito alla Scuola italiana, soprattutto per merito di chi nella scuola opera quotidianamente, di trovare la strada per introdurre cambiamenti più o meno sostanziali all'interno di un sistema all'apparenza così immutabile, sfruttando i non molti strumenti messi a disposizione dalla normativa vigente.

Si è assistito così alla nascita, negli anni '70, dei primi progetti di sperimentazione di nuovi curricoli formativi; si tratta di percorsi innovativi nati "dal basso" cioè per iniziativa dei docenti e delle scuole che verificano in concreto l'inadeguatezza e l'obsolescenza sia degli obiettivi di formazione, sia dei contenuti dei programmi ministeriali, sia infine delle metodologie didattiche utilizzate.

Le sperimentazioni hanno riguardato tutti i settori dell'istruzione secondaria, dalla Direzione classica a quella artistica, dalla tecnica alla professionale, ma è nel comparto degli Istituti Tecnici che i progetti sperimentali hanno acquisito nel tempo un peso sempre maggiore anche perché è proprio in questo campo che le innovazioni tecnologiche si susseguono a ritmi serrati e impongono alla scuola la formazione di nuove professionalità, o almeno largamente rinnovate, se si vogliono mantenere spazi di assorbimento nel mondo del lavoro.

In questo nuovo scenario hanno preso corpo anche diverse sperimentazioni a matrice biologica; esse hanno rappresentato una grande novità per il sistema formativo italiano poiché nessun curricolo per diplomati di area biologica era previsto nell'ambito della secondaria superiore. Per questo suo carattere innovativo e per il fatto che effettivamente nel mondo del lavoro, come è già stato detto, si creano spazi per figure professionali le cui competenze sono riferibili a discipline biologiche, la sperimentazione di indirizzi a matrice biologica si è diffusa abbastanza agevolmente. Attualmente sono circa 60 gli Istituti superiori statali che sperimentano, in tutto il territorio nazionale, indirizzi biologici.

E' ovvio che questa spinta al rinnovamento ha portato con sé anche dei riflessi negativi. Nel caso della sperimentazione biologica, per esempio, la mancanza di un modello di riferimento unitario ha comportato una grande diversificazione ed eterogeneità dei vari progetti formativi realizzati dalle singole scuole; di qui il proliferare di indirizzi come chimico-biologico, biologico-sanitario, biologico-ambientale, chimico-clinico-sanitario, ecc., che spesso, anche a parità di denominazione, sono in realtà sostanzialmente diversi.

Un secondo problema è costituito dal titolo finale rilasciato dalle scuole sperimentali: nel caso dell'indirizzo biologico, non essendo presente nell'ordinamento tradizionale scolastico, se non nell'Istruzione professionale, un curricolo di studi simile e con uno specifico titolo finale, nessuna delle scuole sperimentali può rilasciare un diploma di "perito biologo" (come invece succede per il perito chimico); pertanto ogni scuola deve optare per un titolo, tra quelli già presenti, che sia in qualche modo vicino al proprio curricolo sperimentale. Ciò significa ad esempio che il titolo finale può essere di maturità scientifica (se per esempio l'indirizzo biologico sperimentato è più "culturale" che professionalizzante) oppure di maturità professionale per tecnici di laboratorio chimico biologico (se il curricolo è decisamente orientato verso questa figura professionale), oppure un titolo di econome-dietiste, ecc. E' ovvio che questa situazione ha creato, e tuttora crea, notevoli problemi per quanto concerne il riconoscimento da parte del mondo del lavoro, che poca dimestichezza ha con le problematiche e i bizantinismi del mondo della scuola, di una professionalità biologica che viene mascherata, suo malgrado, sotto i diplomi più vari. Valga come esempio il caso dei concorsi degli Enti locali per vigile ambientale per il quali sono previsti tutti o quasi i diplomi tecnici tranne ovviamente quello biologico che in realtà garantirebbe le competenze professionali più idonee alla copertura del ruolo.

Ciò nonostante, laddove la vocazione economica del territorio richiede figure professionali con le competenze che il curricolo sperimentale garantisce, i diplomati dei vari indirizzi biologici -e sono ormai più di dieci anni che le scuole sperimentali hanno "prodotto" i primi diplomati- sono sempre stati assorbiti dal mercato e anzi si può affermare che in numerosi casi essi diventano la scelta preferenziale rispetto ad altre professionalità limitrofe.

2. La situazione attuale

La situazione della Scuola secondaria superiore è rimasta quindi, almeno a livello istituzionale, inalterata e immobile per parecchi decenni; è molto probabile che una buona parte dei lettori siano cresciuti, si siano laureati, abbiano a loro volta avuto figli che frequentano le scuole superiori, sempre nell'attesa di una riforma complessiva che, come il Godot di Beckett, dovrebbe arrivare subito ed in realtà non arriva mai.

I primi segnali di una volontà diversa e quindi l'inizio di una fondata speranza di cambiamento, si hanno nel febbraio del 1988 con l'istituzione, da parte dell'allora Ministro della Pubblica Istruzione G. Galloni, di una Commissione Ministeriale cui viene affidato il compito di procedere alla revisione e ristrutturazione dei piani di studio e dei programmi del biennio della secondaria superiore prima e dei trienni di indirizzo poi. Questa Commissione ha continuato i suoi lavori sotto i diversi Ministri che si sono succeduti fino ad oggi ed è stata sempre presieduta dall'On. B. Brocca che era sottosegretario

all'istruzione ai tempi dell'istituzione. Il risultato dei lavori della Commissione è stato pubblicato nel luglio del 1991 per quanto riguarda il biennio delle superiori, mentre nel marzo del 1992 sono stati pubblicati gli esiti della revisione dei piani di studio e dei programmi dei trienni di indirizzo. Ed è proprio nell'ambito di quest'ultima parte dei lavori della Commissione che sono contenute le novità più importanti per le sperimentazioni biologiche.

Infatti tra i curricoli previsti viene finalmente compreso anche un indirizzo biologico da inserire tra quelli di ambito tecnologico, riconoscendo così ad una professionalità intermedia di tipo biologico la stessa rilevanza e specificità riservata fino ad ora a professionalità più tradizionali come quella del perito chimico o meccanico o del geometra o del ragioniere.

In seguito a tale decisione è stato istituito un apposito gruppo di lavoro che ha progettato, nelle sue linee fondamentali, lo specifico indirizzo di studi.

3. Le finalità dell'indirizzo biologico e il profilo professionale del diplomato

L'indirizzo biologico studiato dalla Commissione Ministeriale riflette, nelle finalità e negli obiettivi che si prefigge, gli esiti del dibattito sul ruolo che compete alla Scuola secondaria superiore nella formazione di figure professionali.

Non è certo questa la sede per una analisi dettagliata della discussione che attorno a questo argomento si è avuta e si ha da parte di tutte le componenti interessate (dalla Confindustria agli esperti della formazione, agli analisti del mercato del lavoro, ecc.). Tuttavia ciò che da tutti è condiviso è che una qualsiasi professionalità è costituita dall'intreccio tra **polivalenza, flessibilità, specializzazione ed esperienza**. In questo scenario la Scuola secondaria non può e non deve assumersi l'onere di formare figure professionali finite e ad alto grado di specializzazione in primo luogo perché non riuscirebbe mai a tener dietro alle innovazioni che in campo tecnologico si susseguono a ritmo serrato e quindi fornirebbe prodotti a grave rischio di obsolescenza ed in secondo luogo perché vi sono segnali chiari ed univoci che neanche il mercato del lavoro vuole figure già in partenza molto definite in quanto non possiedono la flessibilità necessaria per adattarsi proficuamente al cambiamento. Ciò che pertanto si chiede alla Scuola secondaria è di assumere come obiettivo terminale la formazione di una professionalità di base -flessibile ed ampia- spendibile in diversi ambiti operativi che possa venire completata con una formazione post-diploma e/o ricorrente.

All'interno di questa logica quindi, l'indirizzo biologico si propone di fornire ai diplomati quell'insieme di competenze che risultano indispensabili per una **professionalità biologica di base** che consenta un inserimento diretto in alcuni ambiti operativi nei settori ambiente, produzione, sanità e nello stesso tempo fornisca basi adeguate per ulteriori itinerari formativi nell'istruzione post-secondaria.

Il profilo professionale del diplomato biologo prevede che egli sia in grado, nell'ambito del suo specifico livello di responsabilità, di analizzare fenomeni biologici con modalità d'approccio differenti; sappia leggere i dati, derivanti anche da contesti diversi, utilizzando modelli interpretativi specifici; sappia operare ai vari livelli di organizzazione della materia vivente con la consapevolezza della specificità di ciascun livello e delle reciproche interrelazioni; conosca e sappia utilizzare tecniche e strumentazione di base specifiche di ogni livello indagato.

Per fare questo egli deve possedere una mentalità scientifica che supporti la sua attività professionale; saperi attrezzati che gli permettano di inserirsi con consapevolezza nelle diverse, possibili situazioni operative; abilità specifiche in relazione ai campi di applicazione previsti.

In sintesi, le capacità più direttamente connesse allo specifico operativo che qualificano il profilo professionale possono essere così descritte:

- impostare ed eseguire analisi con tecniche di base in campo microbiologico, biochimico, istologico, immunologico, chimico;
- raccogliere, elaborare e partecipare alla interpretazione dei dati;
- valutare le analisi eseguite e le tecniche utilizzate;
- gestire il laboratorio;
- effettuare o partecipare a piani di campionamento;
- rilevare in un ecosistema gli indicatori biotici più comuni e svolgere analisi routinarie sulle principali componenti abiotiche;
- partecipare all'elaborazione dei dati e formulare semplici ipotesi di correlazione tra le componenti analizzate;
- collaborare agli interventi di risanamento ambientale;
- svolgere un'azione di prevenzione e controllo sullo stato igienico degli ambienti antropizzati, degli alimenti, ecc.;
- partecipare ad indagini epidemiologiche;
- identificare i valori normali e patologici dei dati rilevati dalle analisi.

In ogni situazione operativa il diplomato deve poter contare anche su capacità riferibili in termini più generali all'assolvimento del proprio ruolo:

- adattare la propria professionalità al cambiamento di ruolo e all'evoluzione tecnologica attraverso l'aggiornamento;
- adeguare la propria professionalità in funzione del contesto operativo in cui è inserito;
- partecipare con contributo personale al lavoro orga-

nizzato e di gruppo accettando ed esercitando il coordinamento;

- saper organizzare e gestire il proprio lavoro in funzione di obiettivi prestabiliti;
- elaborare dati e interpretarne la significatività statistica;
- documentare adeguatamente i risultati del proprio lavoro;
- utilizzare linguaggi formali e non formali;
- utilizzare semplici tecnologie informatiche;
- documentarsi, anche in campo normativo, con attenzione al rapido evolversi della materia;
- effettuare indagini bibliografiche;
- saper utilizzare la lingua inglese.

4. La struttura dell'indirizzo biologico

Cerchiamo ora di analizzare, seppure a livello generale e senza entrare in dettagli eccessivi, come il curricolo dell'indirizzo biologico consenta l'acquisizione di quell'insieme di competenze che definiscono una professionalità biologica di livello intermedio.

Come si può vedere dalla tabella, il piano di studi del triennio dell'indirizzo biologico è caratterizzato da **discipline di area comune** -presenti con il medesimo peso orario in tutti gli indirizzi tecnologici- e **discipline specifiche** che concorrono a fornire gli elementi di professionalizzazione che caratterizzano il diplomato biologo.

Tralasciando l'analisi dell'area comune, che non rientra negli obiettivi di questo scritto, puntiamo l'attenzione sull'area specifica che nel caso dell'indirizzo in questione comprende due aree fondamentali: l'area biologica e quella chimica. La prima, che ha un peso orario decisamente preponderante, si articola nelle seguenti discipline: Biologia generale, Biochimica e Biologia molecolare, Ecologia, Microbiologia, Morfologia e Fisiologia; nella seconda troviamo: Chimica generale, Chimica organica e analitica, Chimica strumentale.

All'interno del contesto dell'indirizzo biologico l'area chimica offre un contributo culturale e conoscitivo specifico fondamentale per affrontare lo studio dei livelli che l'area biologica prevede (da quello cellulare a quello degli organismi, a quello dei sistemi); tale contributo si riconduce allo studio teorico-sperimentale della struttura molecolare e a quello conseguente della trasformazione della

PIANO DI STUDI: distribuzione oraria delle varie discipline

Discipline del piano studi ⇩ / anno ⇨	1°	2°	3°	4°	5°	Totale ore	Labor.
Educazione fisica	2	2	2	2	2	300	
Religione	1	1	1	1	1	150	
Italiano	5	5	4	4	4	660	
Lingua straniera	3	3	3	2	2	390	
Storia	2	2	2	2	2	300	
Filosofia della scienza	-	-	-	2	2	120	
Diritto ed economia	2	2	-	-	-	120	
Geografia	3	-	-	-		90	
Matematica e informatica	5	5	4	4	4	660	
Scienza della terra	3	-	-	-	-	90	
Biologia	-	3	-	-	-	90	
Laboratorio fisica e chimica	5	5	-	-	-	300	
Tecnologie e disegno	3	6	-	-	-	270	
Fisica	-	-	4	3	-	210	
Biologia generale	-	-	3	-	-	90	
Ecologia	-	-	3	-	-	90	50
Microbiologia	-	-	-	3	5	240	150
Morfologia e Fisiologia	-	-	4	3	-	210	100
Biochimica e biologia molecolare	-	-	-	2	5	210	80
Chimica generale	-	-	4	-	-	120	
Chimica organica e analitica	-	-	-	7	-	210	
Chimica strumentale	-	-	-	-	4	120	
Economia e organizzazione aziendale	-	-	-	-	2	60	
Totale ore settimanali	34	34	34	35	33		

materia (organica e non), sempre comunque riferito al livello molecolare.

Quello dell'area chimica non è però un contributo meramente descrittivo: infatti, tra le competenze che il tecnico biologo deve avere, ve ne sono alcune, come le analisi volumetriche, spettrofotometriche o cromatografiche, che afferiscono senza dubbio esclusivamente all'area chimica e delineano un tratto di specifica professionalità chimica in ambito biologico. L'ambito generale o il substrato in analisi possono certo essere biologici e tuttavia il contesto resta quello delle analisi chimiche. I trattamenti e le manipolazioni chimiche della materia richiedono criteri chimici di interpretazione delle risposte strumentali e dunque dei risultati, anche se poi questi vanno correlati tra loro in risposta alle relazioni ed ai livelli dell'area biologica.

Si può affermare dunque che **l'area chimica fornisce all'area biologica un contributo propedeutico e**, più in generale, **contribuisce, con apporti autonomi, alla formazione della professionalità biologica**.

Possiamo quindi dire che, in contesto biologico, l'area chimica esiste per soddisfare un triplice ordine di necessità:

- fornire conoscenze e concetti di base organizzati in modo che risultino direttamente propedeutici o indirettamente funzionali allo sviluppo delle tematiche proprie dello specifico ambito professionale (livello strutturale della materia: elementi e composti, atomi e molecole, miscugli e soluzioni);
- fornire un apporto teorico-culturale suo proprio (livello della trasformazione molecolare della materia: linguaggio formale, modellizzazione, aspetti chimico-fisici, sterici, termochimici e cinetici);
- garantire una serie di operatività manuali e mentali a cui si connettono tecniche chimiche di indagine e di laboratorio, che concorrano a determinare la professionalità in questione.

Si tratta quindi di un'area chimica non tradizionale che, pur mutuando da quella classica le problematiche, i valori e le metodologie, da questa differisce per il contesto nel quale si trova inserita, che finisce per sancirne una funzione culturalmente diversa ed originale.

Da quanto detto fin qui consegue che l'area chimica, pur conservando il proprio scheletro di linguaggi e strutture, non può rifarsi alle proprie branche disciplinari, strutturate in corsi che seguono canoni epistemologici consolidati (chimica generale ed inorganica, chimica organica e bio-organica, chimica fisica, analisi chimica strumentale e tecnica): essa deve mutuare da queste una scelta di contenuti, linguaggi, metodi che siano funzionali alla figura professionale che opera in campo biologico, dove l'attenzione è rivolta soprattutto allo studio del mondo vivente.

Il quadro orario dell'indirizzo biologico illustrato in tabella non mostra uno specifico monte ore di laboratorio per le discipline di area chimica ma ciò non vuol dire affatto che l'insegnamento delle discipline sia solo teorico. Il suggerimento della Commissione che ha studiato quest'area è di riservare al laboratorio circa il 50% del monte ore complessivo.

Analizziamo ora, più approfonditamente, le discipline che compongono l'area biologica.

L'area biologica è stata progettata e definita come conseguenza di riflessioni condotte su due livelli: uno, globale, per evidenziare l'apporto formativo richiesto complessivamente a questa area; l'altro, analitico, per individuare quali, tra le tante discipline dell'area biologica, debbano essere approfondite in modo sistematico per padroneggiare i concetti fondamentali della biologia e per garantire approcci corretti e adeguati nei vari campi di intervento.

Dall'esame della professionalità biologica emergono alcuni punti salienti, alcuni obiettivi formativi che l'area biologica non può non far propri.

La realtà biologica è articolata in livelli di organizzazione tra loro strettamente correlati. E' necessario far acquisire la consapevolezza che ciascun livello di organizzazione ha caratteristiche proprie e richiede metodologie e strumenti di indagine specifici e che cause ed effetti di fenomeni che avvengono in un livello vanno ricercate a livelli diversi da quello indagato.

E' quindi indispensabile che venga affrontato in modo sistematico lo studio dei fondamentali livelli di organizzazione biologica: **molecolare, cellulare, di organismo, di ecosistema** attivando capacità utili per descrivere ed analizzare le caratteristiche di ciascun livello e per stabilire relazioni tra i diversi livelli.

Inoltre è opportuno sviluppare capacità di utilizzare le tecniche di base specifiche di ogni livello e di scegliere, di volta in volta, quelle più idonee al raggiungimento degli obiettivi dell'indagine.

In qualsiasi fenomeno biologico, a qualsiasi livello di organizzazione si manifesti, vi è stretta interdipendenza tra struttura e funzione.

E' necessario quindi che strutture e funzioni siano sempre intimamente collegate, sottolineando l'uniformità delle funzioni e la varietà delle strutture. In particolare, da un punto di vista metodologico, si propende per focalizzare l'attenzione sull'analisi delle funzioni facendo nello stesso tempo rilevare la funzionalità delle strutture.

Ogni funzione ha le sue basi materiali al livello molecolare.

Lo studio della logica molecolare sottesa a tutti gli organismi viventi, sia in termini di macromolecole coin-

volte che a livello di meccanismi d'azione specifici, permette infatti una piena comprensione dei processi che caratterizzano qualsiasi livello d'organizzazione indagato.

Dopo quanto detto, la definizione delle discipline appare solo una necessità legata agli adempimenti burocratici necessari per la formulazione di un piano studi, che fra l'altro indica poco se non è accompagnata da precise scelte di metodo, di taglio delle discipline e di contenuti che costituiscono i presupposti che l'area biologica nel suo complesso deve soddisfare.

Nell'effettuare l'individuazione delle discipline dell'area biologica, una prima considerazione riguarda il fatto che in un indirizzo di scuola secondaria superiore è necessario privilegiare l'inserimento di **discipline di base**, che consegnino cioè gli strumenti concettuali e conoscitivi fondanti su cui poggia la possibilità per i diplomati di accedere a saperi e ad applicazioni più specializzati. L'aspetto più settoriale può d'altro canto essere approfondito negli appositi spazi di flessibilità curricolari ed extracurricolari.

Una seconda considerazione è quella di privilegiare nello studio sistematico, qualsiasi sia l'oggetto d'indagine, **la normalità** piuttosto che soffermarsi su stati patologici o su processi di disequilibrio. Tale scelta è supportata da un duplice ordine di motivazioni: innanzitutto i fenomeni di disequilibrio e in particolare le malattie sono da considerarsi come "alterazioni dello stato di normalità" e la loro trattazione risulta quindi subordinata ad esso. Inoltre, mentre i processi normali sono unici, numerosi appaiono le manifestazioni di "non normalità" e quindi un loro studio approfondito non può rientrare nelle finalità di un indirizzo di scuola media superiore, ma va demandato ad ambiti specializzati successivi al diploma.

Vediamo ora nello specifico il ruolo attribuito a ciascuna disciplina.

Biologia generale

Il corso di biologia generale nel curricolo trova una giustificazione specialmente a livello teorico/formativo: esso costituisce la base di conoscenze strutturate sulla quale innestare le altre discipline dell'area biologica.

La biologia generale, assumendo come sistema di riferimento la teoria dell'evoluzione e l'approccio che essa suggerisce, è in grado di fornire al processo di apprendimento un valido sistema di riferimento, all'interno del quale la grande varietà dei fenomeni biologici possono trovare la loro collocazione e una corretta interpretazione.

Con questo insegnamento, pertanto, si rinforzano o si gettano le basi di una rete concettuale in grado di accogliere stabilmente e sistematizzare ulteriori conoscenze dell'area biologica e si rendono alcuni di questi concetti (uniformità, diversità, continuità, variabilità, evoluzione) strumenti attivi per l'interpretazione dei diversi fenomeni.

Data la grande valenza formativa che si vuole attribuire al corso di biologia generale, è evidente l'importanza di collocarlo al primo anno dell'indirizzo; in tale collocazione può svolgere un ruolo di raccordo tra biennio e triennio, rendendo omogeneo il sapere biologico degli studenti e rafforzando le conoscenze acquisite nel biennio.

Ecologia

Tra le discipline dell'area biologica è forse quella che, in questi anni, si è evoluta più rapidamente ed attualmente l'ecologia può essere definita come lo studio, a differenti scale spazio-temporali, delle interazioni tra le popolazioni di organismi e tra queste e i fattori fisico-chimici circostanti.

Nel nostro paese l'insegnamento dell'ecologia non ha mai avuto grande sviluppo e tradizione. A livello universitario, soltanto in tempi recenti sono stati attivati insegnamenti di ecologia nei corsi di laurea in scienze naturali e scienze biologiche; in alcune sedi universitarie ultimamente è stata istituita la laurea in scienze dell'ambiente.

Nella scuola media inferiore e superiore qualche nozione di ecologia è stata inserita nei programmi di scienze naturali; mai fino ad oggi l'ecologia è comparsa come disciplina a sé stante e non esiste quindi una tradizione consolidata a cui fare riferimento.

La presenza dell'ecologia nel curricolo dell'indirizzo biologico si giustifica sia dal punto di vista culturale che professionalizzante.

Per quanto riguarda l'aspetto culturale, la comprensione della rete di relazioni tra gli esseri viventi e tra questi e i fattori abiotici, il riconoscimento che la nostra specie è parte integrante di questa rete complessa possono aiutare lo studente a sviluppare una visione più articolata e globale dei fenomeni biologici, stimolare atteggiamenti nuovi e senso di responsabilità nei confronti dell'ambiente.

Per quanto riguarda l'aspetto più professionalizzante della disciplina, date le crescenti emergenze ambientali, si prevede nei prossimi anni una richiesta sempre maggiore di competenze ecologico-ambientali.

I settori della tutela e della difesa dell'ambiente molto probabilmente aumenteranno, nel breve periodo, la domanda di tecnici capaci di rilevare le modificazioni che si manifestano in un ecosistema (organismi sofferenti, fenomeni di eutrofizzazione, modificazioni nella composizione di una comunità), di eseguire misurazioni relative alle componenti abiotiche, di raccogliere campioni seguendo, in modo consapevole, un protocollo sperimentale.

All'interno del curricolo dell'indirizzo biologico è opportuno che l'ecologia sia presente tra le discipline del primo anno, nel punto di snodo tra biennio e triennio, per permettere un recupero delle conoscenze acquisite nel segmento di scuola precedente e una loro risistemazione in una visione più complessiva dei fenomeni della vita.

Anche in relazione alla dinamica interdisciplinare, è consigliabile anticipare quanto più possibile la disciplina, poiché la visione ecologica consente di inquadrare meglio le nuove conoscenze in campo biologico.

Le competenze complesse e in rapida trasformazione che caratterizzano la professionalità in campo ambientale rimandano molto spesso a corsi di qualificazione ad alto livello. Alla scuola secondaria compete quindi il compito di fornire una preparazione di base, un'alfabetizzazione rispetto a quelle mansioni che possono essere richieste in ambito di tutela ambientale.

La collocazione del corso di ecologia all'inizio del curricolo deve quindi essere l'occasione per far acquisire principi e concetti generali e per gettare le basi di una mentalità ecologica utile in vari campi.

Negli anni successivi i corsi dell'area biologica sono focalizzati sui livelli cellulare e molecolare: anche in quella sede, però, sarà necessario tenere ben presente il punto di vista ecologico.

Morfologia e fisiologia

La morfologia e la fisiologia hanno come oggetto di studio il livello di organizzazione "organismo" di cui indagano rispettivamente le strutture e le funzioni.

Anche se, dal punto di vista epistemologico, si tratta in realtà di due discipline autonome per metodi e strumenti, il loro sviluppo ha percorso strade parallele sempre caratterizzate però da correlazioni e da reciproci scambi.

Infatti la morfologia, indagando ed illustrando la struttura e l'architettura degli organismi viventi anche in chiave evolutiva, fornisce una base indispensabile per l'interpretazione delle loro funzioni, così come la comprensione delle funzioni trova la sua base indispensabile nello studio delle strutture che le determinano.

Queste considerazioni giustificano pertanto la scelta di unificare le due discipline, privilegiando un approccio unitario allo studio degli organismi viventi piuttosto che un'indagine analitica e indipendente delle loro strutture e delle relative funzioni.

Nell'indirizzo biologico la morfologia-fisiologia riveste un ruolo notevole e decisamente significativo dal punto di vista formativo più complessivo. Uno degli obiettivi sostanziali della disciplina è infatti strettamente legato all'educazione indispensabile per ogni cittadino come sviluppo di motivazioni e di interessi per la conoscenza del funzionamento dell'organismo e riguarda pertanto una cultura e prevenzione della salute, individuale e sociale.

Inoltre la disciplina concorre allo sviluppo di competenze e capacità specifiche della cultura professionale - organizzative, metodologiche, di mentalità scientifica- quali l'approccio sistemico ai fenomeni studiati, la capacità di individuare le caratteristiche tipiche dei diversi livelli di organizzazione biologica operando collegamenti tra di essi e la capacità di correlare processi analizzati in ambiti diversi.

La morfologia-fisiologia contribuisce infine alla costruzione di una parte rilevante della professionalità del tecnico intermedio biologo. Essa infatti attiva capacità per la preparazione di operatori specificatamente nel settore della sanità e in particolare in quello della diagnostica di laboratorio.

La disciplina prevede una parte notevole di laboratorio di istologia il cui obiettivo consiste nel far riprodurre agli studenti, il più possibile autonomamente, le tecniche funzionali all'analisi specialistica.

E' inoltre da prevedersi un laboratorio di tipo alimentare in cui lo studente dovrà stabilire il valore dietetico e calorico dei diversi nutrienti per poi determinare la composizione di tabelle dietetiche equilibrate e relative a situazioni diverse.

La morfologia-fisiologia è disciplina che, per il ruolo che assume all'interno dell'indirizzo, trova una sua ottimale collocazione nella fasi iniziali del curricolo. E' indubbiamente preferibile avviare un processo di educazione alla salute in giovane età; è inoltre opportuno uno stretto collegamento con alcune discipline del biennio. Inoltre una sua collocazione all'inizio del triennio risponde alle finalità che il primo anno di indirizzo si propone e cioè fornire una visione complessiva dei livelli di organizzazione biologica, sviluppando negli studenti capacità di analisi dei singoli livelli e capacità di correlazione tra di essi. La morfologia-fisiologia comunque non potrà esaurirsi nel primo anno del triennio, dato il suo ruolo nella costruzione di competenze specifiche della figura professionale, e quindi essa si articolerà su due anni scolastici.

Biochimica

Obiettivo specifico della biochimica è la spiegazione in termini molecolari di tutti i processi e delle funzioni cellulari, mettendo in luce e cercando di riprodurre l'insieme di reazioni chimiche complesse e controllate che avvengono negli organismi viventi.

L'approccio tipico della disciplina parte dall'analisi delle funzioni dell'organismo e arriva a chiarirne, con un percorso verso il "sempre più piccolo", il meccanismo molecolare. Questo percorso comporta l'uso di metodi di indagine derivanti da altre discipline, quali l'uso di trac-

cianti radioattivi tipico della fisica, di processi di separazione molecolare a base chimica, di tecniche genetiche ed immunologiche proprie della biologia.

La presenza della biochimica all'interno di un curricolo per diplomati biologi è giustificata da molteplici ragioni.

In primo luogo la disciplina permette di comprendere la logica molecolare sottesa a tutti gli organismi viventi, al di là della loro variabilità e delle specifiche vie evolutive percorse. Ciò si evidenzia innanzitutto nell'uniformità delle caratteristiche chimico-fisiche delle biomolecole che costituiscono tutta la materia vivente e nei principi organizzatori del metabolismo appaiono comuni ad organismi vegetali ed animali, a cellule procariotiche ed eucariotiche. Anche i processi di conservazione e di trasmissione dell'informazione genetica seguono schemi simili nei diversi organismi e l'ATP costituisce la fonte energetica privilegiata per tutte le forme di vita.

D'altro canto la biochimica fornisce gli strumenti concettuali per comprendere più compiutamente anche i livelli di organizzazione superiori, di organi, di organismi e di sistemi biologici complessi.

Inoltre, l'analisi del dettaglio molecolare richiede capacità di notevole complessità come quelle di astrazione e di operare per modelli che risultano fondamentali per la professionalità biologica; infatti i sistemi biochimici non possono essere analizzati con i sensi o con strumenti di amplificazione quali il microscopio, ma vengono studiati utilizzando metodi di tipo indiretto.

Infine, molte delle competenze che il tecnico biologo deve avere si riferiscono direttamente a questa area del sapere. Ad esempio in campo clinico sanitario risultano fondamentali per la figura professionale del diplomato biologo dosaggi di metaboliti di particolare rilievo, determinazione di attività enzimatiche e tecniche di separazione elettroforetiche e cromatografiche. Nei diversi tipi di industrie sia alimentari, sia farmaceutiche, sia cosmetiche, assume un'importanza sempre maggiore l'uso di biotecnologie, avanzate e tradizionali, per la produzione di sostanze il cui impiego trova applicazione in campi sempre più ampi. Nel settore ambiente risultano indispensabili conoscenze fornite dalla biochimica che permettano la comprensione sia delle analisi svolte in questo campo analitico, sia degli effetti di inquinanti diversi sul metabolismo cellulare.

Data la caratteristica di sintesi rispetto ad altri saperi e ad altre competenze, la biochimica trova ideale collocazione nelle fasi terminali del curricolo. E' ad esempio inevitabile un peso forte della disciplina nell'ultimo anno, per qualificare e coordinare le consegne formative terminali. Ma non è da escludere l'apporto curricolare della biochimica anche in anni precedenti, in base a considerazioni sia di ordine didattico sia correlate alle capacità di apprendimento degli studenti.

Microbiologia

Poiché lo studio del mondo microbico obbliga, anche per la più semplice osservazione delle sue strutture, all'utilizzo di procedure di laboratorio, la microbiologia è soprattutto una scienza sperimentale che acquisisce dati e informazioni attraverso tale metodo di indagine. Ciò ha determinato uno sviluppo parallelo delle conoscenze scientifiche e delle applicazioni tecnologiche con effetti di ricaduta positivi a largo raggio come è evidenziato ad esempio dal caso delle biotecnologie avanzate.

Con il progredire delle conoscenze sul mondo microbico e delle applicazioni pratiche, la microbiologica si è andata articolando in numerosi settori. Alcuni di essi studiano i microrganismi dal punto di vista delle proprietà biologiche o del gruppo di appartenenza, come nel caso della genetica microbica, della batteriologia o della virologia, altri, viceversa, da quello delle interazioni con altri organismi viventi o con prodotti dell'attività umana, come nel caso della microbiologia medica e di quella alimentare.

Le modalità di approccio allo studio della microbiologia sono quindi, per certi aspetti, condizionate agli specifici campi di interesse.

Date le finalità dell'indirizzo e la logica sottesa alla costruzione del curricolo, non si è ritenuto opportuno pensare ad una disciplina che sviluppi tutti i settori applicativi della microbiologia o, viceversa, che si limiti ad un unico campo di intervento.

Nel definire quale microbiologia sviluppare si sono operate delle attente mediazioni tra l'insieme delle conoscenze disciplinari fondanti e quelle relative ai diversi aspetti applicativi.

Il contributo formativo della microbiologia fa perno sull'originalità dei microrganismi rispetto al fenomeno vita e sui concetti fondamentali che li caratterizzano: piccole dimensioni, elevata velocità riproduttiva, ampio potenziale metabolico, ubiquitarietà, notevole variabilità adattativa, presenza di cicli vitali atipici.

Sul piano professionalizzante l'individuazione degli aspetti comuni ai diversi campi della professionalità microbiologica è facilitata dal fatto che in tutti i laboratori che operano in ambito microbiologico l'indagine specifica, pur differenziandosi per campioni, parametri, protocolli di ricerca e criteri di validazione, si basa sull'applicazione delle stesse tecniche operative e precisamente sulle tecniche di isolamento, coltivazione e sterilizzazione dei microrganismi e su quelle di determinazione qualitativa e quantitativa.

In sintesi, dunque, la funzione della microbiologia nel

processo di formazione del tecnico si può riassumere nei seguenti elementi fondanti:

- la possibilità di confrontarsi, contemporaneamente e concretamente, con più livelli dell'organizzazione biologica (cellula/organismo/popolazione/ecosistema) che favorisce lo sviluppo e il consolidamento delle competenze complesse della professionalità del tecnico, integrando conoscenze e metodi relativi ai diversi livelli e rinforzando la capacità di collegare un livello con l'altro;
- la necessità di applicare nell'indagine microbiologica il metodo sperimentale per acquisire informazioni e l'utilizzo degli approcci analitico e sistemico come strumenti di lettura che rafforzano capacità indispensabili nell'attività professionale;
- la forte integrazione nella microbiologia tra cultura scientifica e tecnologica che permette di ricomporre in un quadro unitario *sapere* e *saper fare* e che, soprattutto nella fase di acculturazione e formazione, è opportuno non vengano disgiunti e separati.

Per quanto riguarda la collocazione temporale della microbiologia all'interno del curricolo, anche considerando i prerequisiti, in termini di conoscenze e capacità, necessari per lo sviluppo delle tematiche microbiologiche, risulta decisamente più funzionale una collocazione terminale. Questa collocazione risulta anche ottimale per un più diretto raccordo con corsi di formazione post-diploma orientati verso più specifici settori professionali.

Le considerazioni fin qui esposte non devono comunque far dimenticare che la microbiologia è una disciplina vasta e complessa e come tale non può esaurire il suo percorso in un unico anno. Solo un percorso strutturato su due anni successivi consentirà infatti di attivare negli studenti le capacità e le conoscenze necessarie, favorendo il processo di apprendimento attraverso un'assimilazione graduale e proficua.

Il Cisem (Centro per l'innovazione e la sperimentazione educativa, Milano) è un istituto di ricerca fondato dalla Provincia di Milano e dall'Unione delle Province d'Italia (Upi).

Il suo ambito di ricerca è la problematica scolastica e formativa post-obbligatoria nel suo complesso, con particolare attenzione alla statistica dell'educazione, all'edilizia e programmazione scolastiche, all'innovazione e sperimentazione educativa, alla cultura giovanile, al rapporto donne/istruzione, alle relazioni scuola/territorio, alla formazione professionale.

Il presente scritto è il frutto del lavoro dell'area "formazione e innovazione: figure professionali/percorsi formativi" che, in particolare, si è occupata della progettazione di un indirizzo biologico per la Scuola secondaria superiore.