



Società Chimica Italiana

## La Chimica nella Scuola





## SOMMARIO

### EDITORIALE

**La produzione e il commercio degli strumenti** 5  
di Luigi Campanella

**Le competenze scientifiche: un diritto troppo spesso negato** 7  
di Alessandro Cordelli

### SCUOLA SECONDARIA DI I° GRADO

**Macro/Micro, un bivio cruciale che continua ad influenzare  
la didattica delle scienze sperimentali** 15  
di Fabio Olmi, Alessandro Pezzini, Daniela Sorgente,  
Grazia Cosenza

**Lavorando con GLUES: come si forma una nuvola?** 41  
Maria Maddalena Carnasciali, Emanuela De Negri, Daniela Di Dio,  
Marina Fossati, Eldia Meschinelli, Marzia Modonesi, Laura Ricco

**Uno studio sulla Percezione della Chimica  
e sulla Cultura chimico-scientifica nei giovani italiani** 55  
di Giulia Chiocca, Valentina Domenici

**Motivare gli studenti nelle discipline scientifiche** 65  
di Jack Holbrook, Miia Rannikmae, Liberato Cardellini



## La produzione e il commercio degli strumenti

Eccetto la fabbricazione delle bilance, la produzione e il commercio degli strumenti ebbero origine da un'ampia gamma di altre attività, come l'orologeria, la tornitura, l'incisione e la fusione.

Nel Rinascimento, infatti, un ristretto gruppo di coloro che esercitavano queste arti si dedicò alla fabbricazione degli strumenti, dando così origine a una manifattura specializzata.

Fu questo un processo lento e l'associazione tra la fabbricazione degli strumenti e l'orologeria e, più in generale, la meccanica di precisione proseguì ben oltre il XVIII sec., poiché la fabbricazione degli strumenti condivideva con queste ultime non soltanto le tecniche e le conoscenze, ma anche una parte del suo oggetto. Ciononostante la tendenza alla specializzazione appare evidente.

Alla fine del XVI sec. troviamo un numero minore di artigiani che fabbricano strumenti e che nello stesso tempo costruiscono orologi o macchine per l'edilizia di quanti ve ne siano all'inizio del secolo. Questa evoluzione è interna alla logica di un'espansione dell'attività e riflette probabilmente anche un generale ampliamento delle specializzazioni delle funzioni nella matematica applicata.

Un commercio fiorente richiede una domanda stabile. Durante il Rinascimento, in tutta l'Europa, uno dei maggiori successi della fabbricazione degli strumenti è aver saputo soddisfare la crescita della domanda con la produzione di strumenti semistandardizzati, conservando, allo stesso tempo, la competenza necessaria a innovare e a sviluppare strumenti particolari per ordinativi speciali. Sebbene ci siano pervenute alcune testimonianze sulle quantità o partite prodotte, come, per esempio, quelle relative alla fabbrica di astrolabi di Georg Hartmann a Norimberga, è probabile che nel XVI sec., in laboratori più piccoli di quelli di Hartmann, di Christoph Schissler il Vecchio, di Hans Christoph Schissler il Giovane o di Walter Arsenius, le scorte disponibili fossero molto inferiori, e che anche gli strumenti prodotti in serie fossero fabbricati solamente su ordinazione.

Certamente ciò accadeva per gli strumenti di alta qualità, che possono essere suddivisi in due categorie, quelli proponenti nuove solu-

zioni, ideati da uno studioso e costruiti con la collaborazione di un artigiano, e quelli di grande effetto, ideati per essere presentati a un principe o a un personaggio autorevole e che quindi dovevano essere estremamente perfezionati e possedere un valore ornamentale simile a quello dei prodotti dell'oreficeria. Probabilmente Tobias Volkmer o Erasmus Habermel, che lavoravano per le corti di Brunswick e di Praga, ricevevano un maggior numero di richieste di questo genere rispetto agli artigiani occupati nelle attività commerciali di tutti i giorni, ma tutti quelli che costruivano strumenti di alta qualità potevano entrare in rapporto con la alta società.

Si capisce da questa breve introduzione che in un primo tempo la dimensione di uno strumento era quasi una questione di estetica o di finalità espositiva o di appealing. E' stato solo con l'Illuminismo che la dimensione è divenuta il prodotto di un'esigenza scientifica. Lo spazio era cioè condizionato dalle componenti tecniche dello strumento. Gli "armadi" sono stati per lunghi anni il prodotto di componenti strumentali a grande occupazione. Con la rivoluzione del transistor e poi dei circuiti integrati, dei computer e dei robot le dimensioni si sono ridotte consentendo di giungere alla fase di portabilità dello strumento scientifico, tanto preziosa, in quanto consente di risparmiare evitando trasferimenti di campioni, a volte anche molto ingombranti, e -forse la cosa più importante- evita che durante il trasferimento il campione si alteri con il risultato di rendere inutili tutte le spese sostenute nella missione.

# **Le competenze scientifiche: un diritto troppo spesso negato**

**Alessandro Cordelli**

Liceo Classico – Linguistico “G. Carducci” Viareggio (LU)  
a.cordelli@inwind.it

## **Riassunto**

*È un dato di fatto che le materie scientifiche (matematica in testa, ma anche discipline meno astratte come la chimica o la fisica) non hanno i più alti indici di gradimento tra gli studenti italiani. Sicuramente una delle cause di ciò è il carattere ansiogeno delle verifiche (siano esse compiti, test o interrogazioni), ma la maggiore responsabilità è forse da ascrivere a una certa immagine (ben presente nella mentalità comune e di certo non contrastata dalla scuola) di queste materie come estremamente difficili e molto lontane dalla realtà.*

*Lo stereotipo – così diffuso anche tra gli insegnanti – che per riuscire a capire e apprezzare certi concetti occorra una non meglio precisata predisposizione naturale, rappresenta un comodo alibi per un sistema didattico in larga parte ancora basato su pratiche inefficaci di trasmissione di nozioni.*

*In realtà, non sono gli argomenti a essere incomprensibili o troppo complessi, ma piuttosto sono i contesti in cui vengono presentati a nascondere la fitta rete di relazioni che li legano agli altri aspetti dell'esperienza, inibendo così la possibilità di quella visione di insieme che rende immediato e naturale ciò che altrimenti risulta astruso e arbitrario.*

## **Abstract**

*It is well recognized that scientific disciplines (mathematics as first, but also the nearer to real world as chemistry and physics are not commonly enjoyed by Italian students*

*One reason is surely to be ascribed to the anxiety related to the evaluation tests in every way they are performed, bur probably the most significant one is to be connected with the difficulties traditionally ascribed to these disciplines and poorly contrasted by school itself.*

*It is generally accepted, even among teachers, that to be successful a natural mind is needed, so creating an explanation to trhe unseccessful trasmission of the conceipts in these disciplines..*

*The main reason is that the arguments and contents of scientific disciplines are exposed without any corelation to the contestual reality, so being inhibited a full vision able to avoid any conviction of arbitrary and abstruse matter for these disciplines.*

## **Introduzione**

“Perché ti fa schifo la matematica?” Questa domanda – rivolta a molti tra studenti e adulti – è il punto di partenza di un recente saggio<sup>1</sup> sui motivi del rifiuto che tante persone manifestano nei confronti della matematica e – più in generale – delle discipline scientifiche. Un rifiuto che, in una società complessa e tecnologicamente avanzata come la nostra, equivale a un handicap. Eppure, per moltissime persone sembra che non vi sia scelta: «*So che sono cose importanti, ma non c'ho mai capito nulla... non ci sono portato... non riesco ad appassionarmi...*»; tutte cose che capita di sentirsi dire quando si entra nel discorso del cattivo rapporto sui banchi di scuola con numeri e equazioni.

Una analisi dei motivi del rifiuto porta a evidenziare alcuni vizi culturali della nostra società, come certi stereotipi, che purtroppo sono spesso rinforzati dalla scuola, anziché smontati. Scendendo più in profondità, si riesce poi a intravedere anche il perché dell'inefficacia della didattica tradizionale, qualora questa venga confrontata con i meccanismi alla base dei processi di formazione della conoscenza.

## **Le discipline scientifiche sui banchi di scuola: un'esperienza fallimentare**

I motivi che portano molti studenti a subire più che apprezzare le materie scientifiche sono molteplici. Sicuramente buona parte è giocata dall'ansia indotta dalle verifiche. Che si tratti di compiti in classe, test o interrogazioni, il fatto di dover dare una risposta quantitativa frutto di calcolo e di ragionamento logico, spesso mette a disagio lo studente. È fin troppo facile il confronto con altre materie in cui c'è un più ampio spazio di manovra e vengono valutate anche interpretazioni e considerazioni personali, commenti e analogie. Con i numeri no, non è così. C'è un'unica possibile risposta esatta e un'unica possibile strada per arrivarci: ti perdi un dettaglio ed è la rovina. Eppure la scienza – quella vera – non potrebbe essere più lontana da una tale impostazione. Il cammino storico che ha portato alle grandi scoperte (e che quotidianamente si ripete nei laboratori di tutto il mondo) è un percorso tortuoso fatto di ipotesi, ripensamenti, errori, analogie...

Ma non è solo una questione di stress da compito in classe. Poiché l'insegnamento scientifico spesso procede dalla spiegazione di principi generali alla loro applicazione in esercizi costruiti ad hoc o alla loro verifica sperimentale in laboratorio, molti studenti non vedono la motivazione di

---

ALESSANDRO CORDELLI, *Nessuno è escluso (perché ancora troppe persone rifiutano la matematica)*, disponibile sia in formato e-book (ISBN: 978-88-909880-2-8) che in formato cartaceo (ISBN-13: 978-1514685099), entrambi reperibili all'URL: <http://www.amazon.it/gp/product/1514685094>



quello che viene loro insegnato, né la rilevanza nelle questioni che essi avvertono come importanti. Non riuscendo a comprenderne il senso, è estremamente difficile entrare nella struttura concettuale di una disciplina e acquisire quelle competenze fondamentali che permettono di muoversi all'interno delle situazioni problematiche. Così, il livello della sufficienza viene (eventualmente) raggiunto solo a prezzo di molta fatica, e ciò innesca e sostiene il meccanismo perverso degli stereotipi. Lo studente si sente inadeguato, come per una sorta di limitazione congenita, cosicché tutte le sue scelte e azioni saranno sempre più conformi a questa convinzione, rinforzata anche dalla famiglia e dalla scuola che in questo modo si autoassolve, scaricando su una non meglio definita "predisposizione naturale" la responsabilità di fallimenti che in realtà sono in massima parte da ascrivere al sistema educativo stesso. Di fatto, il cervello umano è un organo estremamente plastico il cui funzionamento non è basato su forma, potenza o dimensioni come i muscoli, ma piuttosto su complesse reti di connettività tra neuroni che si creano e si dissolvono in continuazione durante tutto l'arco della vita. È quindi davvero discutibile imputare le differenze di rendimento tra due individui sani a qualche ipotetico fattore biologico determinato dalla nascita.

Dunque, gli stereotipi sono in gran parte conseguenza della difficoltà ad appassionarsi a una materia scientifica, cosa che a sua volta non è dovuta alla disciplina stessa ma al modo in cui essa viene usualmente insegnata. Per rendersi conto di come un certo tipo di approccio didattico possa essere inadeguato ad agganciare l'interesse e l'attenzione degli studenti, basti pensare alla struttura di una tipica lezione organizzata in maniera tradizionale.

Solitamente, dopo avere ottemperato agli obblighi burocratici (firmare il registro e annotare gli assenti) la prima fase è quella dell'interrogazione. È un dato di fatto che una buona metà del tempo scuola è occupata da questa pratica di dubbia rilevanza ed efficacia. Le domande vertono su definizioni o procedimenti visti in classe o che sono sul libro. In tal caso – ammesso che lo studente abbia studiato a dovere – la probabilità di una risposta corretta è molto alta. Ma quali sono le sue competenze effettive? Difficile dirlo. Si richiede all'alunno che ripeta le nozioni impartite e replichi i procedimenti su cui è stato addestrato: non vi è traccia della libertà di movimento e dell'indeterminazione tipica dei problemi della vita reale.

Dopo che quasi metà dell'ora è trascorsa interrogando, è pratica comune che il docente corregga gli esercizi dati come compito per casa la lezione precedente. Nelle materie come fisica o chimica questo momento può prevedere l'analogo sperimentale dell'esercizio, vale a dire una esercitazione di laboratorio in cui si verifica o si applica una legge precedentemente studiata. La comunicazione è comunque asimmetrica (dal docente alla classe) e segue

il registro sintattico (cioè quello delle procedure anziché delle idee): «*si fa così... questo vuol dire che... facciamo questa sostituzione...*». Viene mostrato come svolgere un compito seguendo un procedimento e vengono impartite nozioni. È lecito domandarsi se la comprensione di un concetto possa davvero avvenire in tal modo.

Verso la fine dell'ora arriva il momento della spiegazione. L'insegnante è alla lavagna, parla e scrive. Gli alunni sono attenti e prendono appunti. Ancora una volta la comunicazione si svolge in una sola direzione. Talvolta una domanda, ma raramente. Di fatto non c'è feedback. Se l'insegnante si ferma un attimo e chiede: «*Avete capito?*» è facile che tutti annuiscono. Se però chiede a bruciapelo a uno studente qualsiasi di ripetere un concetto appena espresso, è molto probabile che questi rimanga interdetto in silenzio, o legga quello che ha scritto sul quaderno, o restituisca il concetto in maniera più o meno distorta.

Al termine della lezione, poco prima del suono della campanella o quando la campanella sta già suonando, il docente indica alla classe le pagine del manuale su cui ritrovare le cose appena spiegate, nonché alcuni esercizi di applicazione da svolgere a casa. In tutto ciò – le interrogazioni, gli esercizi, la spiegazione, lo studio pomeridiano sul libro di testo – non c'è un solo momento che veda lo studente in posizione attiva. È un percorso complicato, fatto di regole e convenzioni apparentemente arbitrarie, in cui non vi è alcuna possibilità di aggancio a ciò che è rilevante nella vita reale. A peggiorare le cose, poi, vi è talvolta un cattivo rapporto con l'insegnante basato sulla reciproca frustrazione: questi si sente svalutato dallo scarso interesse mostrato dagli alunni per la materia, quelli vengono confermati da tutta una serie di messaggi – verbali e non – nella loro posizione di rifiuto della materia. Di conseguenza, la dinamica che si instaura è quella classica dei giochi di potere: il docente ottiene considerazione solo attraverso il ricatto del voto, gli studenti si concentrano soprattutto su strategie di sopravvivenza di basso profilo: copiare, suggerire, memorizzare unicamente nozioni e procedure finalizzate alle verifiche, studiare solo in prossimità di compiti e interrogazioni.

Ma c'è di più. La mancanza di un contesto di senso è un formidabile fattore di ostacolo alla formazione della conoscenza non solo per questioni meramente psicologiche («*È una materia noiosa e non la voglio studiare...*») ma anche e soprattutto perché va a interferire con gli aspetti più fondamentali della conoscenza stessa. Vediamo come.

### **Sapere e conoscere**

Nessun insegnante sceglierebbe mai deliberatamente di essere poco efficace. Il motivo per cui alcuni lo sono è perché agiscono coerentemente con una determinata visione del ruolo della scuola nella società, conseguen-

za a sua volta di concezioni ancora più basilari sulla natura stessa della conoscenza. Insomma, per essere significativa, una riflessione sulle modalità di insegnamento della matematica e delle scienze della natura dovrebbe prendere le mosse dalla domanda fondamentale: “cos’è la conoscenza?”, in particolare quella scientifica.

L’uomo è immerso per l’intero corso della sua vita nella dimensione del problema, come del resto tutti gli esseri viventi. Ciò che fa la differenza tra *Homo Sapiens* e le altre specie animali e vegetali è la maniera di affrontare e risolvere i problemi. Mimetismo, velocità, artigli, veleno, forza fisica... tutte cose di cui l’Uomo non è dotato o lo è solo in piccola parte rispetto agli altri animali con cui si è trovato a competere fin dall’inizio della sua avventura su questo pianeta. Eppure, è la specie che ha avuto il maggior successo che la storia naturale ricordi (un successo di tali proporzioni in termini di crescita demografica e sfruttamento di risorse da mettere a rischio i delicati equilibri della biosfera). Il fatto è che di fronte a una minaccia o a una opportunità gli altri animali esibiscono una reattività immediata, istintiva e individuale, mentre l’Uomo si affida a una valutazione razionale degli esiti delle possibili scelte fatta in base a modelli di realtà che si è costruito a partire da osservazioni e deduzioni e che sono in massima parte frutto di uno sforzo collettivo. Il legame tra problema e modello del mondo è alla radice della conoscenza. Di fatto, la scienza nasce quando la relazione non osservata direttamente ma ottenuta come frutto di un ragionamento si rivela a posteriori corretta: la realtà si comporta davvero così. Ora, ciò che può essere previsto può anche essere in qualche misura controllato, la minaccia arginata, il vantaggio amplificato. I modelli della realtà diventano quindi lo strumento principe per neutralizzare l’angoscia che viene dall’ignoto. È per questo motivo che avere un modello – anche se poco soddisfacente – è sempre meglio che non averne affatto. In questo senso, tanto le grandi cosmologie mitologiche dell’antichità quanto la scienza moderna rappresentano il tentativo di una mente razionale di portare i confini della spiegazione a coincidere con ciò che l’intuizione riesce a concepire.

Proprio per questa dimensione “esistenziale” dei modelli di realtà, quando l’individuo ne acquisisce uno nuovo o ne modifica uno che ha già, cambiano anche – tanto o poco – i suoi giudizi, i suoi parametri di valutazione, le sue decisioni. È ragionevole quindi associare ad ogni apprendimento un grado di significatività secondo il principio che gli apprendimenti meno significativi sono quelli che lasciano una persona sostanzialmente uguale a come era prima, mentre quelli più significativi ne cambiano maggiormente i modelli e, di conseguenza, i giudizi e i criteri di scelta. Pertanto, tra tutte le informazioni acquisite o le relazioni concettuali che vengono riconosciute, solo quelle più significative possono essere considerate vera conoscenza; le altre sono solo notizie e ricadono nella più ampia categoria del “sapere”.

Insomma, la conoscenza è tale quando suscita emozioni, quando la si sente anche nella carne, quando un concetto diventa realmente un nodo di quella inestricabile maglia di miriadi di idee che è il panorama mentale di ogni individuo.

Dal punto di vista dell'insegnante, spostare l'accento dalle cose sapute alla loro significatività implica un ripensamento rispetto all'idea di conoscenza convenzionale (potremmo dire accademica) che guida in gran parte la pratica didattica nelle scuole. Usualmente, infatti, si tende a vedere la conoscenza come un corpus di nozioni e procedimenti separato dallo studente, il quale può solo interagire con esso in maniera asimmetrica e passiva, cioè acquisendone delle parti. Naturalmente, questo corpus non è statico, poiché viene modificato quotidianamente; ma coloro che lo modificano – scienziati, artisti, scrittori, ecc. – hanno un ruolo chiaramente distinto e separato da quelli che lo acquisiscono. Si può acquisire conoscenza e creare conoscenza, ma chi acquisisce e chi crea sono due persone diverse (o, se sono la stessa persona, lo sono in ruoli e momenti diversi). Inoltre, la conoscenza acquisita si può misurare quantitativamente, in termini di quello che si sa e di quello che si sa fare. È così che viene realizzato il processo di valutazione a ogni quadrimestre, a ogni fine di anno scolastico, a ogni esame di maturità: maggiore è la quantità di informazione rigurgitata, più alta è la votazione. A questo proposito, un'immagine che bene descrive in forma di analogia la concezione accademica della conoscenza è quella della biblioteca. Una enorme biblioteca silenziosa, con corridoi lunghissimi, pavimenti puliti, fruscii di pagine sfogliate, bisbigli e l'inconfondibile odore della carta stampata. Una fortezza, in un certo senso, che conserva e protegge la conoscenza universale, in cui le persone vanno per accrescere la loro conoscenza particolare conformando quest'ultima a quella universale, nella maniera più rigorosa e precisa possibile. Ora, le biblioteche – o la loro evoluzione nell'era del web – sono indubbiamente luoghi di conoscenza, ma può la conoscenza essere solo prelevata e assorbita così com'è, senza che il processo soggettivo di acquisizione abbia un ruolo nel darle forma? Se accettiamo il carattere "esistenziale" della conoscenza, attribuendo alla significatività un ruolo determinante nel caratterizzare il panorama cognitivo dell'individuo, la risposta a questa domanda è no. Riguardo alla valutazione, poi, nell'interazione con gli studenti si manifestano tante e tali sfumature e gradazioni di conoscenza, che non è possibile ridurle alla misura lineare del numero di nozioni e procedure apprese. Piuttosto, è importante osservare come vengono affrontati i problemi e, più in generale, come l'individuo reagisce alle sollecitazioni dell'ambiente. Considerare la persona logicamente distinta dalle cose che sa è una semplificazione comoda, ma sbagliata. Non ci sarà mai un modo per interagire solo con le conoscenze di una persona (come con i suoi sentimen-

ti, o il suo carattere). L'essere umano si presenta sempre tutto insieme nella sua complessità non riducibile. Noi non possediamo le nostre conoscenze, noi siamo le nostre conoscenze. In altri termini, è il contesto esistenziale che definisce l'importanza degli elementi di conoscenza, e il contesto non può essere imposto dall'alto, ma è frutto della storia personale di ogni individuo.

Ciò comporta una formidabile sfida per l'insegnante. Una rivoluzione copernicana per cui il centro del processo di creazione della conoscenza non è più la disciplina – o peggio il docente – come nella didattica tradizionale, bensì lo studente, il suo mondo, il suo contesto. È da lui che bisogna partire, dai suoi valori, dalla sua mappa della significatività. È assurdo (e fallimentare) pretendere che cambi i suoi riferimenti per arrivare ad apprezzare sinceramente una qualsiasi materia insegnata secondo standard generali. Piuttosto, nel momento in cui certi aspetti della disciplina si innesteranno nel suo contesto personale, allora verrà favorito un processo di crescita e arricchimento che potrebbe anche comportare una ridefinizione dei valori costituenti il sistema di riferimento dello studente, in modo che alla fine vengano viste sotto una luce diversa le parti più astratte ed evolute della disciplina.

### **Conseguenze**

Il riconoscere che la ricerca del coinvolgimento emotivo dello studente non è per l'insegnante una mera questione di gusti, ma la condizione necessaria affinché il percorso scolastico porti alla costruzione di reali conoscenze (anziché all'effimera memorizzazione di nozioni e procedimenti autoreferenziali), ha delle implicazioni ben precise nella scelta degli stili didattici. Come infatti abbiamo già avuto modo di osservare, l'essere umano è quotidianamente immerso nella dimensione del problema, e la costruzione di modelli della realtà è lo strumento privilegiato per affrontare e risolvere i problemi. L'aggancio alla dimensione esistenziale – indispensabile per innescare il processo di costruzione della conoscenza – si realizza quindi esclusivamente prendendo le mosse da problemi che siano il più possibile realistici e significativi, e giungendo al riconoscimento di principi e relazioni attraverso un percorso di scoperta lento e consapevole che passa dalla valorizzazione dell'errore e dalla discussione critica su qualsiasi aspetto emerga nel corso della discussione.

Dal punto di vista dell'insegnante, l'adottare una prospettiva "esistenziale" comporta la rinuncia non solo alla didattica trasmissiva, ma anche a qualsiasi modello eccessivamente statico e strutturato. Infatti, per sua stessa natura, una tale prospettiva non può essere codificata se non a grandi linee. Così ogni lezione – anche quelle sugli argomenti più basilari e semplici – ha sempre un certo carattere di novità e imprevedibilità. Pertanto, l'insegnante-sperimentatore è costantemente sollecitato a inventare nuove

strade misurandone l'efficacia mediante l'attenta osservazione delle dinamiche nella sua classe-laboratorio, riconoscendo con onestà la presenza di eventuali ostacoli potenzialmente in grado di far naufragare l'intero processo e correggendo opportunamente la rotta quando è il caso. Non è facile, ma ne vale la pena. In effetti – a dispetto dell'eccessiva burocrazia, degli stipendi bassi, dell'inadeguatezza delle strutture – quella dell'insegnante è una splendida professione proprio per questo carattere di avventura e continua scoperta. Senza di esso, rimane solo l'ansia per gli adempimenti burocratici, la frustrazione della comunicazione difficile con un'altra generazione, la noia di riproporre anno dopo anno sempre i soliti argomenti.

# **Macro/Micro, un bivio cruciale che continua ad influenzare la didattica delle scienze sperimentali**

Fabio Olmi, Alessandro Pezzini, Daniela Sorgente, Grazia Cosenza<sup>1</sup>

## **IL PROGETTO**

### **Riassunto**

*Questo contributo, partendo da un'analisi critica della maggior parte dei testi di Scienze sperimentali della scuola secondaria di primo grado che seguono nel loro sviluppo un andamento dal micro al macro nel trattare il mondo dei viventi (dalla cellula all'uomo), propone di ribaltare questa logica di sviluppo del curriculum: affrontare prima il mondo dei viventi, dagli animali e le piante, che gli alunni incontrano per primi e imparano a conoscere nella loro grande diversità e passare solo successivamente alla "scoperta" che possiedono la loro unitarietà strutturale a livello microscopico, rappresentata dalla cellula.*

### **Abstract**

*This paper, starting from a critical analysis of most of the textbooks of Sciences Experimental Secondary School of First Instance following a trend in their development from the micro to the macro in dealing with the world of the living entities (from the single cell to the whole human organism), aims to reverse this logic of development of the curriculum: we face before the world of the whole living animals and plants, that pupils meet as first and learn about in their great diversity and only afterwards we pass to the "discovery" of the unity that characterizes them represented by the cell.*

### **Premessa**

Questione vecchia quella del rapporto macro/micro nella didattica scientifica, ma come viene affrontato oggi generalmente lo studio della chimica e della biologia nella scuola? Sfogliamo alcuni testi di Scienze per la scuola secondaria di primo grado [1,2,3,4,5,6,7,8] e cominciamo con la chimica. Dopo un immancabile inizio sull'origine della scienza, "il metodo galileiano" d'indagine (unico metodo scientifico!!), talvolta seguito da un noiosissimo capitolo sulla misura senza sapere a cosa questa serva effettivamente, si entra nel vivo: "Di cosa è fatta la materia". Citiamo da un testo [1 pag.41, 42]: "Perché il vetro è trasparente, l'aria è un gas e il ferro è

---

1. GRDSF – Gruppo di Ricerca Didattica di Scienze sperimentali di Firenze;  
coordinatore: Fabio Olmi e-mail: fabio.olmi@gmail.

più denso della paglia? Per rispondere a queste domande dobbiamo fare ricorso ad una ipotesi avanzata più di 2000 anni fa, nell'antica Grecia, dal filosofo Democrito. Egli suggerì che la materia fosse composta da piccolissime particelle, tanto piccole da risultare invisibili. Tale ipotesi è stata sviluppata nell'arco di vari secoli e oggi è nota come teoria cinetica della materia (sic!). Secondo tale teoria tutta la materia è costituita da minuscole particelle separate da spazi vuoti. Tali particelle sono in continuo movimento con velocità che dipende dalla loro energia... . Secondo la teoria cinetica ciascuna sostanza (?) ha determinate proprietà perché è fatta di un certo tipo di particelle". Dopo questa chiarissima introduzione si passa alle "Sostanze pure e miscugli"...

Passiamo ad un altro testo [4, p.6]: "...Un pezzo di legno, l'acqua della pozzanghera e l'aria intorno a noi sono materia di cui rappresentano alcune delle sue molteplici forme. Queste varie forme sotto cui si presenta la materia si chiamano sostanze" (!!! si comincia con clamorosi errori). Ma andiamo avanti "La diversità delle varie sostanze che abbiamo visto è dovuta alla costituzione corpuscolare della materia. Che cosa significa? La materia è formata da corpuscoli così piccoli da essere invisibili a occhio nudo: le molecole. Una molecola è la più piccola parte di una sostanza che conserva inalterate tutte le caratteristiche della sostanza stessa". Magari ci fosse un allievo che in classe, leggendo queste cose, chiedesse "Scusi prof, qual è la molecola del legno e quella dell'aria?"

Seguono i paragrafi "I mattoni della materia", La struttura di un atomo, Numero atomico e numero di massa, gusci elettronici e livelli energetici (!!!) ... sembra un testo universitario.

Si potrebbe continuare con gli esempi ... ma passiamo ad un altro versante disciplinare, quello della biologia e vediamo come viene affrontato in genere nei manuali per la scuola secondaria di primo grado lo studio di questa disciplina. Prendiamo ad esempio un testo assai diffuso [2, pag. 11-12]. Il testo si apre con "Gli organismi viventi" –"Una delle caratteristiche degli esseri viventi è quella di essere formati da **cellule**, strutture visibili al microscopio".

E più avanti, nel paragrafo "Cellule animali e vegetali [con struttura solo al microscopio elettronico]" si precisa "Le cellule della maggior parte degli organismi che conosciamo... hanno una struttura di base simile: nella cellula si distingue sempre una parte centrale, detta **nucleo**, e una parte gelatinosa che la circonda detta citoplasma. Questo tipo di cellula viene detto eucariota [la parola chiarisce tutto!]. In un altro testo [8, pag. 68] dopo aver iniziato la parte della biologia con un paragrafo dal titolo "Che cosa è la vita?" si passa a "L'unità fondamentale: la cellula" e si afferma "Il ciclo vitale caratterizza in modo visibile gli esseri viventi, ma ciò che differenzia sostanzialmente la materia vivente da quella non vivente è la sua **organizzazione cellulare**."



Esaminiamola attentamente. La materia di cui sono fatti i viventi è costituita da molecole analoghe a quelle dei corpi non viventi. Le sostanze che compongono gli esseri viventi, infatti, sono formate dagli stessi elementi chimici presenti nei corpi non viventi. In particolare quattro di queste sostanze, il carbonio, l'idrogeno, l'ossigeno e l'azoto, formano particolari molecole, le molecole organiche, presenti solo nei viventi (???).... Queste molecole combinandosi a loro volta (?), formano l'unità fondamentale degli esseri viventi: **la cellula.**"

Come si vede la chimica viene affrontata dando *prima* un modello della sua costituzione intima (livello micro) e *solo dopo* esplorando il suo comportamento macroscopico (livello macro e fenomenologico), facendo riferimento al modello micro per spiegarne caratteristiche e comportamenti. Con la stessa logica, lo studio degli organismi viventi viene affrontato *a partire dalla loro unità strutturale, la cellula* (livello micro), per *poi passare alle strutture macroscopiche che li caratterizzano* (livello macro). *Ebbene noi crediamo che in entrambi i casi si compia un errore grossolano ribaltando quello che sarebbe naturale e proprio del mondo del ragazzo di questa età e cioè partire da ciò che si osserva a livello macroscopico e fenomenologico su strutture, trasformazioni e viventi e SOLO DOPO ricercare i modelli e le teorie che possono spiegare quella loro costituzione e quei loro comportamenti.* Siamo cioè dell'avviso *che a questo livello scolare sarebbe logico sviluppare le discipline dal macro al micro e non viceversa.*

### ***1. Macro e micro nella ricerca e sperimentazione didattica***

Il bivio macro/micro costituisce dunque un punto cruciale per diverse discipline e rappresenta uno *spartiacque concettuale che differenzia nettamente percorsi didattici di tipo antitetico.*

In particolare, nel caso della chimica, abbiamo messo a punto e sperimentato due percorsi [9,10], uno sulla struttura e uno sulle trasformazioni della materia, a partire dal macroscopico e dal fenomenologico, approdando solo dopo a modellizzazioni e teorizzazioni macro e poi micro per la interpretazione sia della sua struttura che dei suoi comportamenti. Il panorama non è però univoco: un recente articolo apparso sempre su questa rivista [11], pur esaminando il rapporto macro/micro con riferimento alla chimica, *non si pone questioni di opportunità di partire dall'uno o dall'altro dei due versanti in dipendenza dell'età degli allievi:* per l'autore sembra che la questione non abbia alcuna rilevanza didattica.

Cosa emerge dalla ricerca didattica compiuta in questo ambito nel campo delle scienze della natura, con riferimento, in particolare, al livello scolastico che ci interessa? Tra le numerose pubblicazioni che affrontano la questione, particolarmente significative ci sembrano quella di Amati e Gainotti [12] e

quella di Savini e Basosi [13]. Citiamo dalla prima di queste bibliografie un passo particolarmente significativo "...Nello sviluppo del curricolo è importante scegliere contenuti e sequenze ..[realizzando] un percorso che parta dal macroscopico o meglio dall'organismo, punto centrale degli ambiti di ricerca della biologia, perché in questo modo si parte da conoscenze più o meno corrette ma consolidate in quanto *fondate sull'esperienza concreta dello studente*. Ausubel afferma: "Il fatto più importante che influenza l'apprendimento è quello che lo studente già sa. Definisci e programma di conseguenza il tuo insegnamento". E il passo prosegue : "Un curricolo che parta dal livello cellulare o molecolare difficilmente può contare su un bagaglio articolato e consolidato di conoscenze. Le poche pagine di chimica che quasi sempre compaiono all'inizio dei manuali di biologia, non sono sufficienti a fornire una base convincente delle complesse connessioni tra livelli di organizzazione: atomo/molecola/cellula/organismo. Esse piuttosto scoraggiano lo studente che ben presto rinuncia a capire e si limita a "ripetere". Un percorso invece che parta da ciò che si vede, l'organismo, per andare verso ciò che non si vede ma si può vedere, la cellula, e giunge infine a ciò che non si vedrà mai, ma si visualizza con modelli, le molecole, allarga e ristrutturava continuamente le conoscenze dello studente e permette che si organizzino contemporaneamente un sapere chimico con cui attivare processi di sintonizzazione".

E' chiaro che la posizione delle autrici non riguarda solo il livello della scuola secondaria di primo grado ma anche, soprattutto, quello della secondaria di secondo grado, il che rafforza quanto andiamo sostenendo sia opportuno affrontare al livello scolare che ci interessa.

Dal secondo riferimento citato ricordiamo il passo seguente "... Lo studio degli esseri viventi comporta una conoscenza descrittiva di come sono strutturati, di come sono le parti (o sistemi) che li costituiscono, una conoscenza delle relazioni all'interno delle parti per la funzione che svolgono e delle reazioni tra le parti per rendere vivente il tutto... Poiché a livelli scolari di base il riconoscimento attraverso la descrizione è da privilegiare rispetto all'interpretazione, *l'osservazione-descrizione costituisce il primo momento del metodo*, essenziale per un approccio corretto alla biologia... Pertanto la costruzione delle prime conoscenze sugli aspetti caratterizzanti gli individui considerati e sulle relazioni tra di loro e con l'ambiente dovrà essere il frutto di un **lavoro individuale fatto direttamente sugli organismi, quanto il più possibile, e indirettamente su immagini degli stessi...** Con un'impostazione metodologica di questo tipo l'insegnante dovrà scegliere con molta cura ciò che intende sottoporre all'attenzione degli alunni, in quanto l'osservazione dovrà permettere di avviare un processo di conoscenza che si svilupperà attraverso fasi successive... Dopo aver descritto sarà importante classificare per mettere ordine

nell'immensa varietà dei viventi..”. Le autrici non fanno cenno all'introduzione dell'elemento unificante degli organismi viventi, la cellula, ma si evince che **questa può essere oggetto di studio solo come momento conclusivo di un primo percorso a livello di scuola secondaria di primo grado** da riprendere successivamente a livello secondario di secondo grado per gli ulteriori approfondimenti, per i quali è necessario possedere anche conoscenze di ambito chimico. **Dobbiamo pertanto avere ben presente che, nell'ottica del curriculum verticale, non è richiesto di esaurire a un certo livello scolastico TUTTI gli aspetti che caratterizzano gli organismi viventi e che questa visione ampia e approfondita procede con apprendimento a spirale per livelli successivi.**

Vogliamo qui affrontare il rapporto macro/micro nel campo delle scienze della natura presentate ad allievi di scuola secondaria di primo grado appoggiandoci, per entrambi i versanti, alla misura<sup>1</sup>.

## **2- *Quale sviluppo dare ad un possibile percorso sui viventi dal macro al micro?***

Pensando di iniziare lo studio dei viventi in una classe prima, ci sembra opportuno iniziare un percorso coerente con quanto detto partendo dagli animali; le piante saranno affrontate più avanti nel corso dell'anno, distribuendo il percorso in modo da sfruttare per il loro studio la primavera che ci permette di fare osservazioni che in autunno/inverno o sarebbero meno agevoli o addirittura impossibili.

Gli autori citati in precedenza [12,13] hanno sottolineato la necessità di **descrivere la struttura dell'essere vivente, delle sue parti (o sistemi) costituenti, mettendo in evidenza l'enorme varietà del mondo vivente** e le relazioni che stanno alla base di un ecosistema. Questa varietà dei viventi al primo sguardo dell'allunno potrebbe sembrare disorganica, casuale, molto eterogenea... : cosa possono avere in comune un serpente, un elefante e una manta? Tuttavia, per raggiungere il traguardo di competenza espresso nelle Indicazioni Nazionali (“... possedere una visione della complessità del sistema dei viventi e della loro evoluzione nel tempo”) pensiamo sia necessario **guidare gli allievi nel riconoscere le analogie e, nello stesso tempo, cogliere le differenze esistenti tra alcuni viventi opportunamente scelti.**

In questo percorso non viene affrontata la parte riguardante l'etologia che pure riteniamo essenziale e interessante in uno studio completo sugli animali perché in esso ci proponiamo di mostrare essenzialmente l'aspetto strutturale ed evidenziare il ruolo unitario delle cellule presenti in tutti i viventi.

I libri di testo offrono una descrizione degli animali che parte quasi sem-

---

1. Sembra opportuno chiarire che quando si affrontano le misure della cellula e delle strutture dei suoi organuli (che si propone in genere in classe prima) non è il caso di toccare le potenze in base dieci.

pre dagli invertebrati (dopo i capitoli su virus, batteri, organismi unicellulari, funghi), descrivendone i phyla più numerosi, per passare poi allo studio dei cordati. Tuttavia, anche se siamo circondati da invertebrati di tutti i tipi nel nostro quotidiano (soprattutto insetti), gli allievi sono attratti molto di più dai vertebrati per la loro esperienza affettiva nei confronti di cani, gatti, cavalli, criceti e anche conigli da compagnia, con i quali magari hanno giocato fin da piccoli. Precisato che a questo livello scolare risulta prematuro ricercare la costruzione di una sistematica dei viventi, ***ci sembra naturale partire dallo studio di alcuni vertebrati, per proporre un percorso inverso a quello condotto dagli usuali libri di testo, e cioè dai vertebrati ai microrganismi.***

Se poi l'argomento viene proposto in una prima (o una seconda) media non si può pensare che gli alunni siano completamente digiuni del mondo animale: sicuramente nella scuola primaria avranno fatto osservazioni su animali domestici e non, dal cane al gatto, dalle lucertole ai ranocchi, da alcuni uccelli a qualche pesce, ecc. Come pure avranno fatto osservazioni su alcune piante più comuni presenti anche nei giardini delle scuole: l'osservazione di un albero nelle diverse stagioni è un classico nella primaria e anche nella scuola dell'infanzia.

Il nostro percorso, allora, tenendo conto delle conoscenze morfologiche acquisite in precedenza, si svilupperà essenzialmente partendo dall'**esame comparato tra organi e apparati di alcuni vertebrati più rappresentativi, facendo anche cenno al loro habitat.** Viste, inoltre, le difficoltà oggettive di operare su animali vivi o reperti di organi, faremo essenzialmente riferimento all'uso di immagini ricavate soprattutto dal web<sup>2</sup>. Infatti, uno degli ostacoli legati all'uso del libro di testo è quello che, di solito, non è organizzato per essere fruito a "macchia di leopardo", ma secondo l'ordine proposto. Tuttavia le informazioni presenti nel libro sono tutte facilmente reperibili in rete ed oggi quasi tutti gli allievi hanno confidenza con internet. Dobbiamo però tener ben presenti i rischi di un uso massiccio del web, quello legato alla validità delle fonti, non sottoposte in genere a opportuni controlli di qualità, ed infine al grado di approfondimento dei soggetti trattati, non sempre adeguato per i nostri allievi: il ruolo dell'insegnante è quindi fondamentale, perché dovrà **controllare passo, passo le direzioni di ricerca intraprese dagli allievi e indicare i siti più adatti allo scopo.**

Un possibile **itinerario didattico** potrebbe essere il seguente:

***Fase 1 - a) Brainstorming: a caccia di somiglianze e differenze tra alcuni vertebrati*** (1 ora e ½)

---

2. Sulla scelta di operare sull'astratto e non sul concreto influisce anche il senso di rigetto che mostrano parecchi allievi nel "maltrattare" animali vivi.

Circoscrivendo il campo ai soli vertebrati si guida una discussione su somiglianze e differenze tra vertebrati appartenenti a classi diverse. Esempio: scegliamo due classi di vertebrati differenti: pesci (trota) e anfibi (rana).

Sulla base delle conoscenze già in loro possesso, gli allievi dovranno individuare le somiglianze che accomunano e le differenze che si osservano almeno tra gran parte dei pesci e parte degli anfibi e registrarli su un'apposita scheda fornita dall'insegnante.

**Scheda 1** - Scheda per la ricerca di somiglianze e differenze fra viventi

<b>Caratteristiche</b>	<b>Animale 1</b>	<b>Somigl.</b>	<b>Diff.</b>	<b>Animale 2</b>
Come si muovono				
Come si alimentano				
Come respirano				
Habitat in cui vivono				
Come si riproducono				

L'attività può essere proposta a gruppi, in cui ogni gruppo si occupa dell'analisi di un accoppiamento diverso, ma gli accoppiamenti nel loro complesso seguono un criterio evolutivo. Gli accoppiamenti possibili sono 10 (essendo 5 le classi prese a coppie di 2), ma ai fini del raggiungimento dell'obiettivo (orientare gli allievi sulla riflessione su somiglianze e differenze) non è necessario esaminarle tutte. I gruppi non dovrebbero essere composti da più di 4 allievi, quindi il numero di gruppi dipenderà dal numero di allievi nella classe.

Si prevedono 15 minuti per l'assegnazione del compito, 15 minuti per la discussione tra allievi nel gruppo e relativa scrittura e infine circa 45 minuti per la lettura e la condivisione dei risultati.

Durante l'esposizione degli allievi, l'insegnante organizza gli interventi facendo uso della lavagna, raccogliendo le osservazioni degli allievi su alcune loro caratteristiche, ad esempio, come si muovono (sistema scheletri-

co e locomotore), come si alimentano (dieta, dentatura, sistema digerente), come respirano, loro “habitat”, come si riproducono (ovipari, vivipari)<sup>3</sup>.

**Fase 1- b) Esaminiamo un esempio di scheda: la scheda del cane (1 ora)**

Una volta convenuto che gran parte delle osservazioni ricadono nelle cinque categorie viste precedentemente, l'insegnante propone l'esame di un modello di scheda di indagine (per esempio quella sul cane, Scheda 2a) dove è possibile organizzare un approfondimento su ognuno dei 5 aspetti in relazione con gli apparati anatomici dell'animale.

**Scheda 2** – Esempio di scheda-tipo: il cane, alcune sue caratteristiche

## IL CANE



**Sistema scheletrico e locomotore**

L'apparato scheletrico è strutturato in cranio e mandibola, colonna vertebrale, bacino o pelvi, arti posteriori ed anteriori agganciati alla colonna vertebrale tramite muscoli e tendini e costole che con lo sterno formano la gabbia toracica.



**Dentatura**

I denti, situati nel cavo orale servono per la prensione e la masticazione. Nel cane sono presenti 42 denti così suddivisi: 12 incisivi, 4 canini, 16 premolari e 10 molari.



**Dieta del cane**

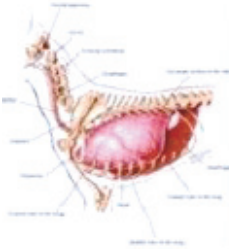
In una dieta ideale si valuta di somministrarne 25/30 g di carne bovina o equina, carne bianca o frattaglie, per ogni chilo dell'animale, non superando i 450 g al giorno. Il cane può mangiare anche pesce ed uova, se ben cotte. Latticini in piccole dosi e cereali solo se cotti a lungo.

**Sistema digerente**

Frutta, verdura e legumi apportano sali minerali e vitamine: ma tutti ben cotti e schiacciati.

Molto simile a quello umano: lo stomaco svolge gran parte del lavoro essendo l'organo deputato alla digestione delle **proteine**.

3. E' opportuno ricavare nella discussione in classe gli ambiti in cui raccogliere somiglianze e differenze e non darli in precedenza agli alunni.



**La respirazione**

L'apparato respiratorio del cane è costituito dalle vie aeree e dai polmoni. Le vie aeree si distinguono in superiori (naso, faringe, laringe, porzione cervicale della trachea; ed inferiori (parte toracica della trachea, bronchi, bronchioli. L'apparato respiratorio è deputato alla respirazione ossia a quella funzione che permette di rifornire

L'organismo di ossigeno e di eliminare l'anidride carbonica. Inoltre supplisce alla sudorazione nella sua funzione termoregolatrice: quando fa caldo gli atti respiratori aumentano ed il cane apre la bocca per favorirne il processo: si parla di **polipnea respiratoria** dove la frequenza respiratoria passa da 30/40 a 300/400 atti al minuto.

**Habitat**

Oggi moltissime razze canine sono adomesticate dall'uomo, ma in origine il cane è stato un predatore che popolava foreste, boschi e praterie. L'animale selvatico più vicino al cane è il lupo che può vivere e cacciare isolato o in branchi gerarchicamente organizzati



**La riproduzione**

Dopo circa 1 anno dalla nascita la cagna può essere fertile e può iniziare il ciclo riproduttivo che prevede la fertilità solo in un certo periodo dell'anno detto «Estro». La durata della gravidanza è di 60-70 giorni.

Il numero di cuccioli è variabile, ma può essere anche una decina.

Presentata e discussa la scheda con la classe, l'insegnante avanza una proposta di lavoro individuale a casa; *l'obiettivo è stimolare gli alunni ad una comparazione organizzata e strutturata tra alcune coppie di animali appartenenti a classi o sottoclassi diverse: un pesce rispetto ad un anfibio, un anfibio rispetto ad un rettile, un rettile rispetto ad un uccello, un uccello rispetto ad un mammifero e infine un m.erbivoro rispetto a uno carnivoro, secondo il seguente schema:*

Pesce (TROTA)	←←←←	→→→→	Anfibio (RANA)
Anfibio (SALAMANDRA)	←←←←	→→→→	Rettile (VIPERA)
Rettile (LUCERTOLA)	←←←←	→→→→	Uccello (GALLINA)
Uccello (RONDINE)	←←←←	→→→→	Mammifero (GATTO)
M. Erbivoro (MUCCA)	←←←←	→→→→	M. Carnivoro (lupo)

La scheda che gli allievi dovranno predisporre sarà costruita con testo ed immagini in analogia con quella sul cane presentata; gli alunni dovranno riportare inoltre la bibliografia consultata, cioè l'indicazione dei siti web dai quali hanno ottenuto le informazioni e dovranno essere in grado di ampliare oralmente gli aspetti presenti sulla scheda in forma sintetica ed essenziale.

***Fase 1 - c) Presentazione in classe delle schede elaborate dagli alunni***  
(2 ore)

Mediante l'uso di un videoproiettore (meglio se si dispone di una LIM per usufruire eventualmente dei link di navigazione sul web) vengono visionate e discusse le schede dei 10 animali sui quali hanno lavorato gli alunni: si lascia loro spazio di integrare i lavori dei compagni rispetto alle loro ricerche e di scambiarsi informazioni condividendole con la classe. Al termine della presentazione, l'insegnante potrebbe chiedere agli alunni perché è stata fatta una sequenza del tipo presentato e, se dalla discussione non dovesse emergere una risposta convincente, far presente che *la complessità crescente degli animali rispecchia il loro crescente livello evolutivo*. Si fanno copie delle schede risultanti dopo la presentazione e discussione in classe in modo che ciascun alunno le abbia sul proprio quaderno di lavoro.

***Fase 1 - d) Discussione guidata ed analisi comparata degli apparati anatomici in dettaglio*** (3 ore)

L'analisi può iniziare dall'osservazione degli apparati boccali in relazione alle differenti abitudini alimentari. Le abitudini alimentari sono evidentemente legate all'habitat (aereo, terrestre o acquatico, con conseguenze sul tipo di apparato respiratorio) e alla rete ecologica nella quale l'animale è inserito. Anche lo studio delle "fatte" è in relazione con l'alimentazione e la struttura dell'apparato digerente. L'equilibrio della rete ecologica è legato al rapporto preda/predatore e alle capacità riproduttive dell'animale. Queste riflessioni saranno alla base del procedere per uno studio più consapevole dei vari apparati e del ruolo che gli animali svolgono nell'ecosistema in cui vivono. Abbiamo scelto di non approfondire la descrizione dell'apparato circolatorio in quanto crediamo che risulti più significativo studiarlo in seguito durante il percorso sull'anatomia umana, per confronto con quello dell'uomo.

Al termine del lavoro gli allievi dovranno aver maturato:

- una maggiore consapevolezza della diversa complessità strutturale degli apparati esaminati;
- una maggiore presa di coscienza del rapporto esistente tra strutture e ambiente di vita.



***Fase 2 - a) Osservazione di invertebrati: cerchiamo somiglianze e differenze (2 ore)***

In modo analogo a quanto abbiamo fatto nella ricognizione di alcuni vertebrati, affrontiamo un breve approccio agli invertebrati e anche qui andiamo alla ricerca di somiglianze e differenze seguendo le stesse modalità di lavoro realizzate in precedenza. Facendo uso di una nuova Scheda 1 individuamo le caratteristiche (come si muovono, come si alimentano,...) di due comuni invertebrati, ad esempio una cozza (è un mollusco bivalve marino) e una mosca (un insetto alato terrestre) e, dopo aver individuato le loro caratteristiche indicate, segnaliamo somiglianze e differenze.

Riproponendo poi la struttura della scheda-tipo (il cane) presentata e discussa affrontando i vertebrati, l'insegnante assegna a casa un lavoro individuale di ricerca sulle caratteristiche di alcune coppie di invertebrati di tipo acquatico e di tipo terrestre e precisamente:

Mollusco bivalve (COZZA) e crostaceo (GRANCHIO)  
Mollusco gasteropodo (CHIOCCIOLA) e Insetto Ortottero (CAVALLETTA)  
insetto apide (APE) e Insetto lepidottero (FARFALLA)

costruendo per ciascuno una scheda tipo la Scheda 2<sup>4</sup>.

***Fase 2 - b) Realizzazione e presentazione in classe delle schede elaborate dagli alunni (2-3 ore)***

Vengono presentate e discusse le schede elaborate dagli alunni: si lascia spazio per integrare i lavori dei compagni rispetto alle loro ricerche e di scambiarsi informazioni condividendole con la classe. Come nel caso dei vertebrati, si fanno infine copie delle schede risultanti dopo la presentazione e discussione in classe in modo che ciascun alunno le abbia sul proprio quaderno di lavoro<sup>5</sup>.

***Fase 2 - c) Osservazione comparata di alcuni apparati anatomici in dettaglio e discussione guidata (3 ore)***

Se si dispone di lenti di ingrandimento o, meglio, di uno stereo microscopio si possono compiere osservazioni dirette di piccoli insetti per ampliare un po' il nostro campo di indagine, altrimenti si possono far vedere immagini alla LIM dei particolari di interesse.

---

4. Qui vengono indicati i gruppi a cui appartengono i diversi invertebrati (es. Gasteropodi): si tratta di un riferimento che può essere utile al docente ma non viene "trasmesso" all'allievo.

5. Date le difficoltà che potrebbero derivare dall'elevato numero di copie da fare, si consiglia, dove è possibile, di ricorrere all'uso di strumenti di condivisione di tipo digitale (Claud, sito della scuola, ecc.)

### I) Osservazione di alcuni **invertebrati terrestri**

A titolo esemplificativo si può concentrare l'attenzione sui seguenti **insetti terrestri**: cavalletta, ape, zanzara, mosca, farfalla di cui qui sviluppiamo degli approfondimenti solo per alcuni.

In particolare chiediamo agli alunni di *osservare l'apparato boccale, non trascurando comunque di evidenziare gli occhi composti e le antenne.*

Gli alunni noteranno subito le differenze tra gli apparati boccali e l'insegnante chiede: a cosa sono dovute?

Dopo una discussione guidata si arriva a stabilire che dipendono dalla diversa alimentazione.

Si inizia allora una osservazione più approfondita di alcuni invertebrati terrestri (insetti) e di alcuni acquatici scelti come esempi :

#### **1) cavalletta**

(apparato boccale masticatore)

L'insegnante può mostrare agli alunni una immagine di foglia morsicchiata da insetto masticatore. **Figura 1**



Foglia morsicata da insetti masticatori

Poi si osservano immagini di un apparato masticatore di cavalletta.

Si può notare che ci sono due specie di "zampette" che sembrano fuoriuscire dalla bocca (si chiamano palpi) e servono per tastare, saggiare, percepire odori, manipolare il cibo. **Figura 2**



Apparato masticatore di una cavalletta

L'insegnante fa notare che, oltre alla cavalletta, dispongono di apparato masticatore quasi tutte le larve, coleotteri, scarafaggi ed altri insetti sia erbivori che carnivori.

## 2) ape

(apparato boccale lambente)

L'insegnante mostra immagini di api in cui è visibile l'apparato boccale.

**Figura 3**



Api e loro apparato boccale

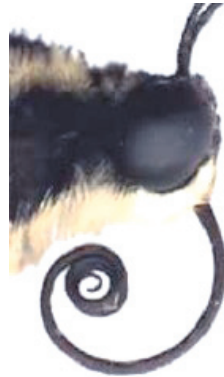
Questo apparato boccale è un po' complicato: vengono messe in rilievo le mandibole e la lingula. Le mandibole perdono la funzione masticatoria e l'apparato boccale è in grado esclusivamente di lambire e succhiare.

## 3) Farfalla

(apparato boccale succhiante)

Si mostrano successivamente immagini dell'apparato boccale di farfalla che è senz'altro il più visibile e più semplice.

**Figura 4**



Apparato boccale di una farfalla

L'insegnante fa notare che l'apparato boccale succhiante è proprio degli insetti il cui regime alimentare è prevalentemente basato sul nettare dei fiori.

Si può utilizzare una figura riassuntiva che mostra in dettaglio i diversi apparati boccali che, se non presente sul libro di testo, può essere distribuita agli alunni da incollare sul quaderno di lavoro.

Sugli insetti si può fare vedere un interessante film-documentario microcosmos [Sitog. 1]

## II) Osservazione di alcuni **invertebrati acquatici**

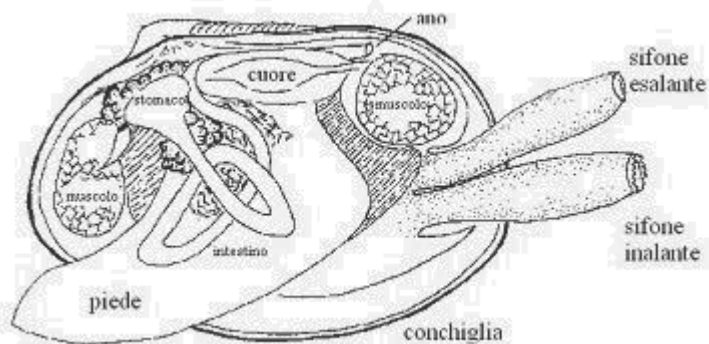
### 1) cozza

L'insegnante mostra immagini di bivalvi e osserva che si tratta di molluschi la cui conchiglia è formata da due parti, dette valve, unite da una cerniera mobile. Vivono sul fondo marino.

Si chiede agli alunni: come si nutre un bivalve secondo voi? Dove si trova la bocca?

Allo scopo di mettere in evidenza l'apertura boccale, l'insegnante mostra un video [Sitog.2] che illustra la funzione dei sifoni: nel video si osserva una vongola con sifone inalante ed esalante in attività. Viene avvicinato al sifone inalante un contagocce con del colorante alimentare e, immediatamente, lo stesso colore esce dal sifone esalante. Inoltre osserviamo che i bivalvi sono organismi poco mobili: per piccolissimi spostamenti fanno uscire un piede dalle valve. Questi bivalvi si ancorano a vari supporti attraverso estroflessioni filiformi dette "bisso".

Si passa infine ad esaminare un'immagine dell'interno di un bivalve dalla quale si può vedere il meccanismo di filtraggio: da un sifone entra l'acqua, viene filtrata, il cibo passa nello stomaco, nell'intestino e lo scarto esce dall'ano; invece l'acqua filtrata esce da un altro sifone; i bivalvi, quindi, trattengono le minuscole particelle di cibo portate dalla corrente. **Figura 5**



Disegno dell'interno di un bivalve

## 2) polpo

L'insegnante può mostrare un polpo intero perché gli alunni lo esaminino; potranno individuare così la testa con gli occhi, i tentacoli, ma non la bocca (che non è visibile dall'esterno). Con l'aiuto di un coltello è possibile estrarre il "becco" dal polpo osservato, mentre invece la radula non è visibile. Questo becco, che è l'unica parte rigida nel corpo molle del polpo, consente al polpo di fare a pezzi la sua vittima prima di ingerirla. Prima, però, la preda viene paralizzata dal veleno prodotto dalle ghiandole salivari.

A questo punto l'insegnante può mostrare un video [Sitog.3] in cui un polpo cattura e mangia un granchio: si vede la radula e come essa lavora (una serie di denti aguzzi che grattano la corazza del granchio).

### ***Fase 3 – Indaghiamo come son fatte e “funzionano” le piante (4-5 ore)***

Qui ci limitiamo a precisare che lo studio delle piante può essere fatto per indagine sul campo in primavera. Ci siamo occupati dello studio delle piante in un nostro precedente lavoro [14] e, per i dettagli dell’approccio, rimandiamo a questo lavoro.

Avendo come obiettivo di affrontare solo alcune specie particolarmente significative, si pensa che il tempo necessario per lo studio di questa parte possa contenersi nelle 4-5 ore di tempo-scuola. Va rilevata l’importanza dell’effettuazione di una gita su un territorio (o giardino botanico) per la raccolta delle necessarie informazioni e/o campioni (soprattutto foglie). Così come per gli animali, anche per le piante faremo riferimento alle conoscenze acquisite nella scuola primaria: partendo dal presupposto che la loro struttura sia già nota (prerequisito), si possono indagare alcune funzioni vitali delle piante. Si possono studiare, ad esempio, nelle piante con fiori la conduzione dei liquidi al loro interno, la respirazione (con modalità opposte), la riproduzione.

### ***Fase 4 – Costruzione di una mappa di sintesi: il concetto di vivente. I viventi hanno una loro “struttura fine”?***

#### ***Fase 4 - a) – Il concetto di vivente (2 ore).***

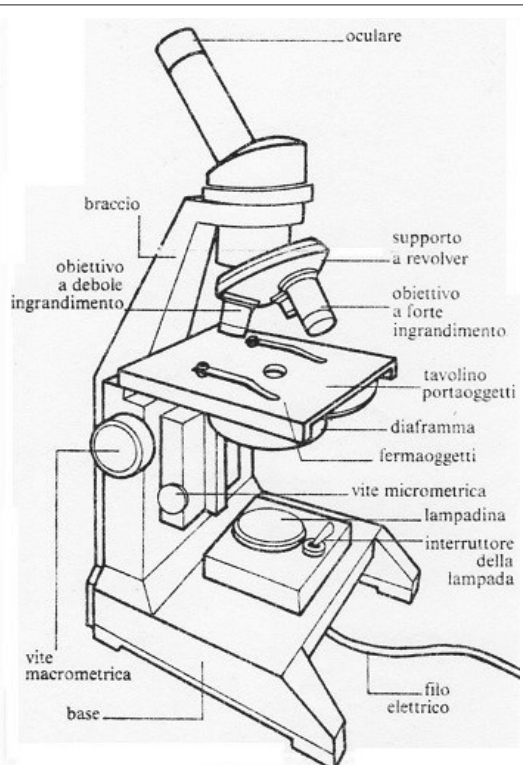
Quest’ultima fase di indagine sui viventi prevede che si faccia un riepilogo ed una risistemazione organica delle conoscenze acquisite completandole in una mappa concettuale condivisa con gli alunni, anche con l’uso del testo. Dovranno emergere le relazioni tra struttura e funzioni, le caratteristiche specifiche di ognuna delle classi di vertebrati e invertebrati presi in considerazione. Idem per le piante. A conclusione di queste fasi dell’indagine è necessario fare emergere come punto di arrivo il **concetto di vivente**, con un **elenco delle caratteristiche dei viventi**: alla scuola primaria gli alunni hanno imparato che i viventi “nascono, crescono e muoiono” ma, alla luce di quanto esplorato, il concetto va esteso: gli esseri viventi **si nutrono, si sviluppano, si riproducono, rispondono agli stimoli** ....Se le funzioni che abbiamo esaminato sono simili per TUTTI i diversi viventi è **possibile pensare all’esistenza di qualcosa che li unifica? Forse hanno tutti una struttura “fine” analoga che per ora ci è sfuggita?** di cosa si tratta? Affiniamo la nostra indagine.

#### ***Fase 4 - b) – Come affrontare lo studio della struttura “fine” dei viventi? (3 ore)***

Abbiamo esaminato un buon numero di animali e di piante e da questa esperienza emerge la **grande varietà degli esseri viventi**. Ci potremmo porre a questo punto una domanda: è possibile che non ci sia qualcosa che li unisce e li identifica come esseri viventi? Finora non siamo riusciti a trovare

niente del genere... ma non dipenderà forse dal fatto che **le nostre osservazioni sono state fatte a occhio nudo**, al massimo con l'impiego di una lente di ingrandimento (nervature e stomi delle piante, peli di animali, ...), sono state, cioè, di tipo **macroscopico**? Proviamo a fare un'indagine con l'impiego di uno strumento che forse tutti gli alunni conoscono di nome, il microscopio, ma che forse non hanno mai impiegato: vediamo se riusciamo a scoprire qualcosa di interessante.

Il microscopio è uno strumento antico (vedi al termine la storia della sua evoluzione tecnica) ma dovremo prenderci confidenza se vogliamo usarlo per la nostra indagine. L'insegnante pone un microscopio sul tavolo e descrive le sue parti e, senza entrare in dettagli sul sistema ottico, mostra l'oculare e gli obiettivi che insieme determinano l'ingrandimento dell'apparecchio. Ad esempio, con un oculare di 10x e un obiettivo di 20x si hanno  $10 \times 20 = 200$  ingrandimenti<sup>6</sup>. **Figura 6** La capacità di ingrandimento dello strumento arriva a diverse centinaia di volte (circa 1200 è il limite teorico di un microscopio) rispetto al nostro occhio.



**Figura 6** - Caratteristiche di un microscopio ottico

Viste le caratteristiche di ingrandimento, è necessario sperimentare *come si presentano le immagini rispetto al reale, come si possono calcolare le dimensioni del campo dello strumento e quelle di un suo diametro*: sarà possibile così risalire alla misura di oggetti molto piccoli.

6. Per un lavoro efficace in classe occorrono almeno 5 microscopi: nelle prime fasi dell'uso del microscopio gli allievi a gruppi devono lavorare su vetrini e le misure devono essere "reali", non amplificate dalla telecamera o dal proiettore. Più avanti invece sarà più agevole lavorare proiettando l'immagine sul televisore con una telecamerina ....I microscopi dovrebbero avere i tavolini traslatori.

L'insegnante invita gli allievi a ritagliare le lettere "F,G,R" da un quotidiano e a disegnare le immagini scrivendo poi come si presentano rispetto al reale. Come esempio, ne ritaglia una, la prima lettera (F), prepara un vetrino, mette a fuoco l'immagine usando le viti macro e micro e invita gli alunni a osservare: come si presenta l'immagine? Disegnamola e successivamente invita gli allievi a lavorare in modo analogo sulle altre due lettere (G,R).

Al termine delle osservazioni si discute con la classe: come si presentano le immagini? Dalla discussione dovrebbe emergere che nel caso delle lettere F,G ed R le immagini sono ribaltate alto/basso e ruotate destra/sinistra. Concludendo: il microscopio ci fornisce un'immagine dell'oggetto osservato modificata alto/basso e destra/sinistra (ribaltate e rovesciate). Si potrebbe chiedere poi agli alunni: come sarebbero apparse le immagini delle lettere O e H oppure quelle di U e T?

Affrontiamo ora un'esperienza un po' più complessa: *quanto misura il diametro del campo di osservazione del nostro microscopio e quant'è la misura della sua superficie ai diversi ingrandimenti?*

Consegna: ritagliate con precisione da una normale carta millimetrata usata per la costruzione di grafici un quadratino di 1 cm di lato, umidificatelo con acqua e coprite con coprivetrino. Disponete un ingrandimento di 40 (oculare 10x, obiettivo 4x), mettete a fuoco la parte centrale del vostro quadratino e rispondete alle seguenti domande: quanto misura (approssimativamente) il diametro del campo ottico del vostro microscopio?

Quanto misura la sua superficie? Ripetete l'osservazione con un ingrandimento di 100 (oculare 10x e obiettivo di 10x). Qual è ora la misura del diametro del vostro campo ottico? E la sua superficie?

Dall'esame delle osservazioni degli allievi dovrebbe emergere che con 40 ingrandimenti la misura del diametro è di circa 3 mm e la superficie di circa 10 mm<sup>2</sup>. Con ingrandimento di 100 la dimensione del diametro del campo è di circa 1,1 mm e la superficie è di circa 1,2 mm<sup>2</sup>.

#### ***Fase 4 - c) – Esploriamo la "struttura fine" di alcuni viventi (2 ore)***

Abbiamo imparato ad usare il microscopio e a fare con esso misure di lunghezza e di superficie. Iniziamo allora la ***nostra indagine esplorando attentamente la superficie e la struttura di alcune piante e animali.***

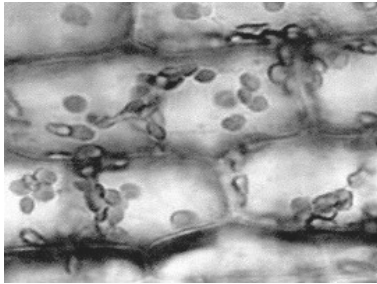
Iniziamo con alcune osservazioni sulle piante imparando ad allestire dei preparati.

1 L'insegnante suggerisce di osservare la superficie di una **foglia di Elodea**, pianta erbacea che vive sommersa in acque dolci (si alleva facilmente in ogni scuola).

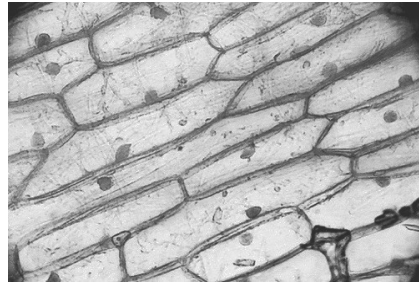
Si preleva una fogliolina, si lava e si appoggia sul portaoggetti coprendo

con un coprioggetti. Si consiglia di usare un ingrandimento di 200 (Figura 7). **Consegna per gli alunni:** “Disegna come appare la superficie della fogliolina”.

2 Si può osservare poi il **velo bianco (interno) di cipolla**. Si sfoglia una cipolla prelevando un pezzo di velo bianco interno e si immerge (tenendolo con una pinzetta) in un po' di acqua contenuta in un vetro da orologio dove si è aggiunta una goccia di blu di metilene (osservare a 100-200 ingrandimenti) e si prepara il vetrino (Figura 8). **Consegna per gli alunni:** “Disegna come appare la superficie del velo di cipolla”.



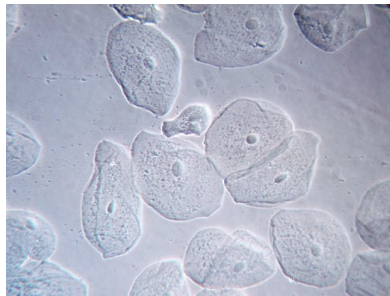
**Figura 7** - Foglia di elodea



**Figura 8** - Velo bianco di cipolla

Continuiamo la nostra indagine passando al mondo animale

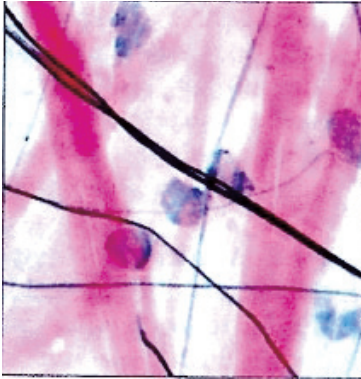
1 Usando una palettina per mescolare il caffè, strofinare la parete interna di una guancia e introdurre la punta strofinata in un po' di acqua contenente una goccia di blu di metilene e tenere in bagno per qualche minuto. Prelevare una goccia di liquido così preparato e osservare a 200-400 ingrandimenti (Figura 9). **Consegna per gli alunni:** “Disegna come appaiono i frammenti della mucosa”



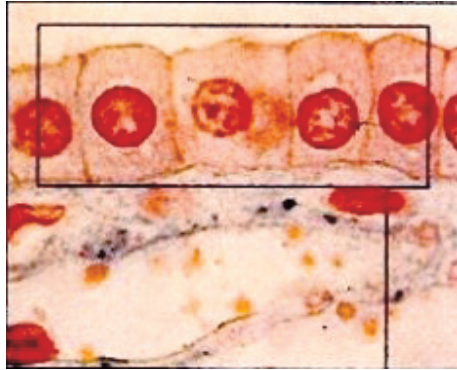
**Figura 9** - Desquamazione della mucosa boccale

2 Vogliamo ora compiere alcune osservazioni di strutture appartenenti al mondo animale ma, poiché la loro preparazione va al di là delle nostre capacità sperimentali, ci serviremo di foto di tessuti e/o organi la cui struttura è particolarmente chiara:

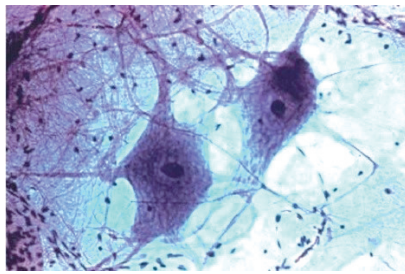




**Figura 10** - preparato 1:  
Tessuto connettivo lasso

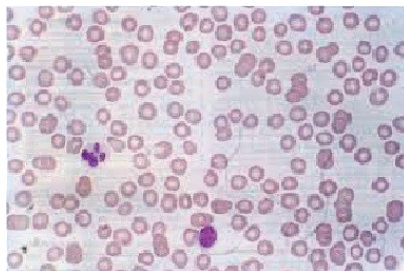


**Figura 11** - preparato 2:  
Tessuto epiteliale semplice  
(parete di rivestimento tubo digerente)



**Figura 12** - preparato 3:  
Tessuto nervoso (neuroni)

Si invitano gli alunni a disegnare come si presentano i diversi campioni.  
L'insegnante, infine, può preparare uno striscio di sangue e farlo osservare agli alunni. Figura 13



**Figura 13** - Striscio di sangue

Cosa si osserva? Quanti tipi di componenti strutturali si riesce a distinguere? Disegnate il tutto.

L'insegnante inizia a questo punto una discussione generale: dalle osservazioni fatte (disegni e figure) emerge che **in tutti i campioni esaminati si trovano delle strutture simili che al loro interno contengono delle piccole macchie scure**. Nei vegetali queste strutture sono circondate da una sorta di **parete** che le delimita che non si osserva invece in quelle animali. Anche le piccole macchie interne si presentano diverse nelle piante rispetto agli animali. Queste strutture ricorrenti nei vari tipi di viventi sono chiamate **cellule** e, se estendessimo la nostra indagine in modo molto più ampio, **potremmo affermare che caratterizzano la struttura di tutti i viventi: la struttura cellulare costituisce la cosiddetta "unitarietà dei viventi"**.

#### ***Fase 5 - Studiamo in dettaglio le cellule*** (2 ore)

L'insegnante invita gli alunni a ripensare al lavoro svolto e a quello che hanno visto e che è stato discusso, anche riguardando indietro il quaderno. Poi dà la seguente consegna: in base a quello che hai visto, disegna secondo te come è fatta una cellula animale: attribuisce un nome a ciascuna delle sue parti e per ognuna scrivi una spiegazione di quale potrebbe essere, secondo te, la sua funzione; poi fai lo stesso per la cellula vegetale. Gli alunni svolgeranno questo lavoro in classe lavorando a gruppi, in modo che così ci sia una discussione, una condivisione delle conoscenze e un chiarimento di eventuali dubbi. Il lavoro poi viene condiviso con i compagni e con l'insegnante e vengono corrette eventuali imprecisioni. Al termine del lavoro, l'insegnante discute con la classe i risultati, chiarisce eventuali dubbi invitando gli alunni a riportare sul loro quaderno i termini specifici corretti. Inoltre l'insegnante fa riflettere gli alunni che le cellule viste hanno forme diverse a seconda dei casi ma **sono riconducibili ad un unico modello avente tutte le caratteristiche OSSERVATE**<sup>7</sup>

I disegni degli alunni dovranno riportare:

- 1) per la cellula **animale** (modello tondeggiante)
  - a) *membrana cellulare*: una sorta di pellicola che delimita la cellula che fa entrare le sostanze necessarie alla vita e fa uscire le sostanze di rifiuto;
  - b) *citoplasma*: riempie l'interno della cellula ed è formato essenzialmente da acqua;
  - c) *nucleo*: è una struttura rotondeggiante all'interno del citoplasma e comanda le funzioni della cellula;
  - d) *membrana nucleare*: delimita il nucleo.

---

7. Va ricordato agli alunni che, come è stato fatto anche in classe, solitamente nei preparati per il microscopio le cellule vengono colorate e quindi, quelli che si vedono, non sono i colori reali.

2) per la cellula **vegetale** (modello di forma poliedrica)

a) *parete e membrana cellulare*: a differenza della membrana cellulare animale, si aggiunge ad essa all'esterno una membrana che conferisce rigidità alla cellula; essa mantiene la stessa funzione;

b) *nucleo*: spesso questa struttura si trova alla periferia della cellula ma ha stessa funzione di quella della cellula animale;

c) *membrana nucleare*: stessa funzione che ha nella cellula animale;

d) *cloroplasti*: sono piccoli organelli che appaiono colorati di verde perché contengono la clorofilla;

e) *vacuoli* (se sono stati osservati): sono cavità interne che contengono riserve di acqua o altre sostanze sempre come riserve.

### ***Costruzione del concetto di cellula e alcune particolarità sulle cellule***

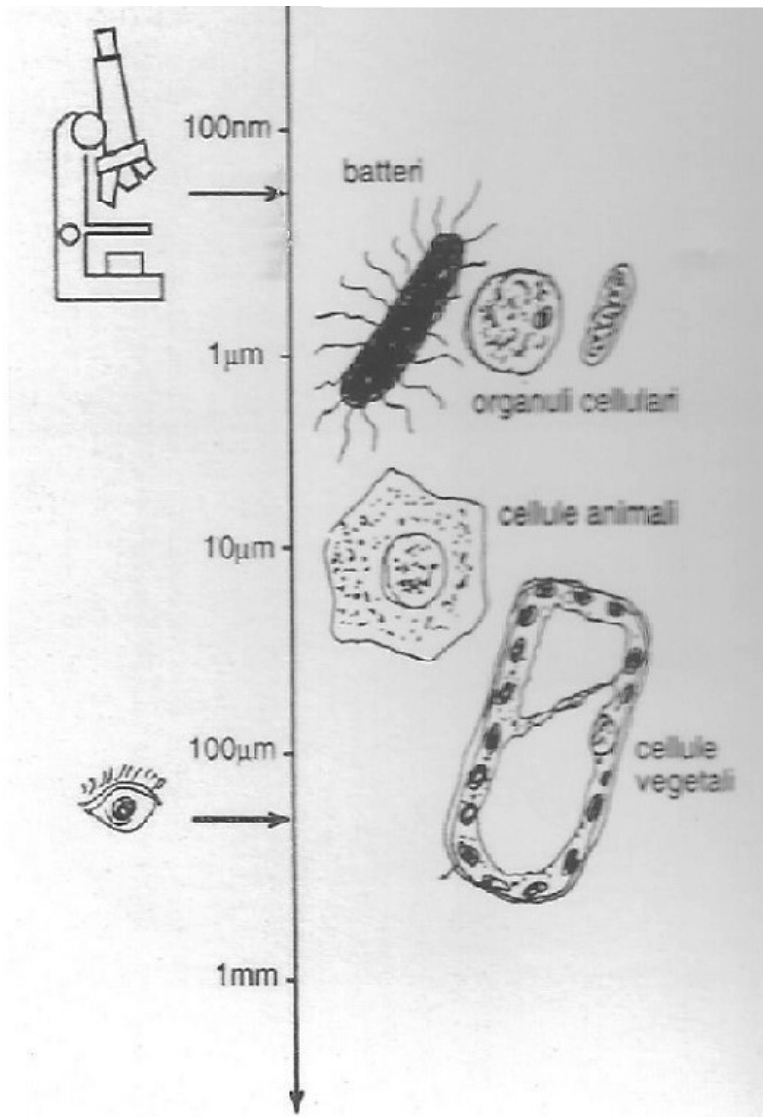
(2 ore)

Dopo aver compiuto alcune osservazioni col microscopio abbiamo disegnato un “**modello**” (non il ritratto!) **di una cellula animale e di una cellula vegetale** raccogliendo le caratteristiche che avevamo osservato in vari tipi di cellule. Questi modelli condivisi da tutti possono essere riportati su un cartellone.

L'insegnante invita allora i ragazzi ad enunciare una **definizione di cellula**. Le proposte vengono scritte alla lavagna, si leggono e si discutono fino a raggiungere una definizione condivisa del **tipo “una cellula è una struttura (complessa) che si trova in tutti gli esseri viventi e al cui interno, osservato al microscopio, troviamo altre strutture”**.

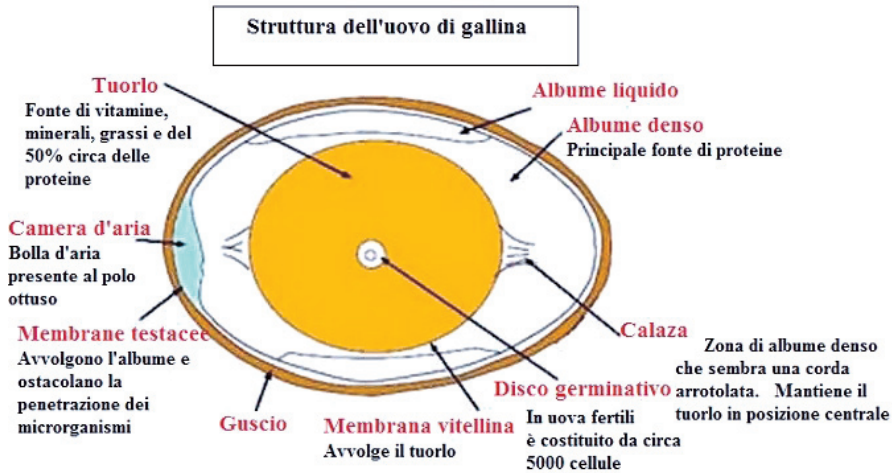
A questo punto gli stessi ragazzi potrebbero chiedere “e se potessimo usare strumenti con ancora maggiore capacità di ingrandimento, vedremmo altro?” A noi non sembra opportuno parlare del microscopio elettronico e delle microstrutture che potrebbero essere messe in evidenza con un tale strumento, si aggiungerebbero altri termini (mitocondri, reticolo endoplasmatico,...) il cui significato rimarrebbe del tutto incomprensibile a questo livello (nella maggior parte dei libri di testo, tuttavia, il modello di cellula presentato è questo ed ha tutte le sub-microstrutture!).

C'è invece un'altra questione che è bene affrontare e, se non dovesse scaturire dalla curiosità degli alunni, è bene che la ponga come domanda l'insegnante: “quanto piccola o quanto grande può essere una cellula?”. Dal limite dell'occhio umano (circa 0,1 mm) e quello del microscopio ottico (che può arrivare a circa un millesimo di millimetro) costruiamo una scala sulla quale sistemare la “grandezza delle cellule” (Figura14) e precisiamo che, pur assumendo forme molto diverse fra loro, **le dimensioni possono variare, ma assai poco**.



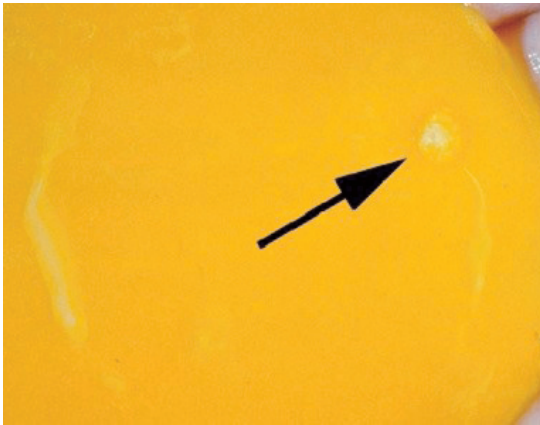
**Figura 14** – Scala degli ordini di grandezza per il mondo dei viventi  
(modificata da: Claudio Longo- “Didattica della Biologia”, fig.2, p.58)

Le cellule uovo sono tra le cellule “più grandi” che un determinato organismo possiede, ma nel caso specifico della gallina (o altri uccelli) **la sua cellula uovo non coincide con l’uovo**. La cellula uovo, contenente il citoplasma e il nucleo si trova nel tuorlo, che, con l’albume e tutto il resto, costituiscono annessi della cellula utili allo sviluppo del nuovo essere vivente (Figura 15a).



**Figura 15 a** – Disegno delle caratteristiche dell’uovo di gallina

Qualora ci sia stata fecondazione, nel tuorlo appare una sorta di macula scura da cui si sviluppa l’embrione del pulcino. (Figura 15b)



**Figura 15 b** – Macula scura presente nel tuorlo di un uovo di gallina fecondato da cui si svilupperà il Pulcino

L’insegnante chiede a questo punto: “Se le cellule sono tutte relativamente “piccole”, perché una mucca è più grande di una rana? I ragazzi dovrebbero aver concettualizzato che tutti gli organismi sono formati da cellule ma **queste non possono assumere grandi dimensioni** e dovrebbero concludere che **gli organismi più grandi saranno costituiti da un numero di cellule più grande**: ad esempio, una mosca non può avere un numero di cellule pari a quello di un cane lupo.

Proseguendo la discussione l'insegnante può aggiungere che **esistono esseri viventi costituiti da una sola cellula** (detti unicellulari) e che quelli costituiti da tante cellule sono detti pluricellulari. Un esempio di organismo unicellulare può essere il comune fungo "lievito di birra" (*Saccharomices cerevisiae*) che produce fermentazione (Figura 16).



**Figura 16** – Cellule di *Saccharomices cerevisiae*

Infine sarebbe opportuno sottolineare che la teoria cellulare è stata costruita molto più tardi rispetto alle prime osservazioni di cellule, peraltro numerose e diluite nel tempo (dal 1655 alla fine del 1800-primi del '900), e quindi, come si può leggere in un bell'articolo di Gillone e Roletto [15], **non possiamo attribuire la "scoperta" della cellula a qualche scienziato in particolare, ma sarebbe necessario precisare che si è trattato di una "costruzione" progressiva di tale concetto.**

### **Per concludere**

Come si osserva, il percorso progettato copre un arco molto ampio di un anno scolastico (circa 2/3), complessivamente 40-45 ore comprese le verifiche (almeno 3 scritte). Si possono aggiungere a queste le ore per almeno una visita sul territorio.

In appendice riportiamo **un'ipotesi di una verifica** sulla seconda parte del percorso.

### **Bibliografia**

- [1] S.Passannanti, C.Sbriziolo, M.Floriano - Le scienze per crescere - Percorsi sperimentali di educazione scientifica per la Scuola Secondaria di Primo Grado. G.B. Palumbo & C. Editore, Palermo, 2004.
- [2] A. Acquati, C. De Pascale, F. Scuderi, V. Semini - La mela di Newton. Loescher, Torino, 2008.

- [3] A. Cabona, G. Bo - Progetto Leonardo. Alla scoperta delle scienze. Paravia, Torino, 2006.
- [4] G. Flaccavento, N. Romano - Scienze: la materia e i suoi fenomeni. Fabbri, Milano, 2007.
- [5] R. Zanoli, L. Pini, P. Veronesi - Scopriamo la natura. Zanichelli, Bologna, 2012.
- [6] R. Bonnes, G. Fermi - Passaporto per le scienze. Ed. Bulgarini, Firenze, 2009.
- [7] A. Acquati, C. De Pascale, V. Semini - Con gli occhi dello scienziato. Loescher, Torino, 2014.
- [8] G. Flaccavento, N. Romano - Galileo 1- Fabbri, Milano, 2010.
- [9] F. Olmi, G. Cosenza, A. Pezzini- Di cosa son fatte le cose?- Diario di un percorso didattico....- *CnS- La Chimica nella Scuola*-n.4/2008, pp.62-82
- [10] A. Pezzini, F. Olmi - Un mondo di trasformazioni...trasformano il mondo"- *CnS-La Chimica nella Scuola*-n.2/2011, pp 70-80
- [11] F. Giuliano – La didattica della Chimica: dal modello macroscopico al modello microscopico- *CnS-La Chimica nella Scuola*- n.1/2011, pp.33-40
- [12]- A. Amati, A. Gainotti- Riflessioni per la costruzione di un percorso di Biologia – *Naturalmente* – Numero speciale, 1991, pp. 4-5
- [13] P. Savini , D. Basosi- Riflessioni per un curriculum di Biologia significativo. Come e perché “fare” Biologia- *La Scuola*-n. 1/2008
- [14] G. Cosenza, F. Olmi, A. Pezzini, D. Sorgente – Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti –I parte- Un percorso pluridisciplinare per la scuola sec. di primo grado- *CnS-La Chimica nella Scuola*- n.1/2012, pp.5-18;  
II parte- Sperimentazione del percorso ed esame dei risultati, idem-n.2/2012, pp.99-112
- [15] M.G. Gillone, E. Roletto – La costruzione del concetto di cellula. Un approccio storico-epistemologico- *Naturalmente*, n.4/2008 pp.43-53

### Sitografia

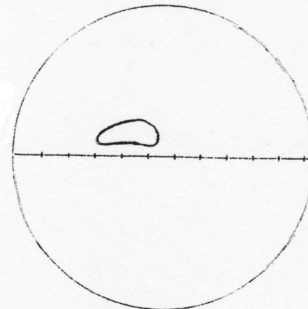
- [1] <https://www.youtube.com/watch?v=KXtKEOh1a2g>
- [2] <https://www.youtube.com/watch?v=AzTVh1U7Et4>
- [3] <https://www.youtube.com/watch?v=-nyzi63VLUo>

## Appendice

Esempio di prova di verifica composita (1 ora)

### Il Prova di verifica (M e m)

- 1) Il microscopio consente di passare dal mondo "macro" dello studio di animali e piante a quello "micro" delle loro strutture: disegna lo schema del microscopio ottico e indica le sue caratteristiche e descrivi il suo impiego.
- 2) Il microscopio produce un'immagine di un oggetto:
  - A) diritta e ingrandita
  - B) ingrandita e rovesciata
  - C) rovesciata
  - D) ingrandita
- 3) Un microscopio ha un oculare di 10x e diversi obiettivi sul "revolver": se si impiega l'obiettivo da 20X qual è l'ingrandimento che si ottiene? Se si volesse raddoppiare l'ingrandimento che obiettivo dovrei scegliere?
- 4) Quattro alunni osservano al microscopio alcuni microrganismi e uno di questi appare come in figura. Sul vetrino è stato precedentemente montato un rigo di carta millimetrata e ogni suddivisione corrisponde a  $10\ \mu$ . Quale misura della lunghezza del microrganismo ritenete più corretta tra quelle fornite dagli alunni?
  - A)  $20\ \mu$
  - B)  $25\ \mu$
  - C)  $22\ \mu$
  - D)  $24\ \mu$



5) Quale sarà la lunghezza dell'immagine fornita da un microscopio di un oggetto che sarebbe lungo realmente  $1,5\ \mu$  impiegando un oculare da 4x e un obiettivo da 15x?

- A)  $90\ \mu$
- B)  $45\ \mu$
- C)  $60\ \mu$
- D)  $75\ \mu$

Disegno

- 6) Di quale forma ci appaiono le cellule dell'epidermide di cipolla? Si distingue una parete cellulare? Di quale forma è il nucleo?
- 7) Hai osservato le cellule che si trovano nel velo bianco di cipolla e quelle ottenute per desquamazione della mucosa boccale: disegna entrambe e indica quali differenze ci sono tra loro



# Lavorando con GLUES: come si forma una nuvola?

Maria Maddalena **Carnasciali\***, Emanuela **De Negri**, Daniela **Di Dio**,  
Marina **Fossati**, Eldia **Meschinelli**, Marzia **Modonesi**, Laura **Ricco**

Gruppo GLUES, Università di Genova

\*marilena@chimica.unige.it

## **Riassunto**

*La Sezione Scienze di GLUES (Gruppo di Lavoro Università e Scuola) raccoglie sia docenti universitari, sia insegnanti di Istituti di Istruzione Secondaria di II grado, ogni anno coinvolti anche nelle attività del Piano Lauree Scientifiche (ex Progetto Lauree Scientifiche) della Regione Liguria.*

*Viene qui proposto un percorso, elaborato da GLUES Scienze nel corso del citato progetto, valido per verificare e, successivamente, chiarire, le conoscenze degli studenti in ambito di TEMPERATURA e di PRESSIONE.*

## **Abstract**

*GLUES Science Section is composed by professors and high school teachers, annually involved also in the activities of the Scientific Degrees Plan (the former Scientific Degrees Project) of Liguria Region.*

*This paper proposes a path developed by GLUES Science during the above project: it is valuable to assess students' skills and, accordingly, to modify their misleading conceptions about TEMPERATURE and PRESSURE. The path can be performed even in classroom, modulating the difficulty level and using cheap and easy to find materials.*

## **1. Introduzione**

Le esperienze didattiche dei docenti di matematica e di materie scientifiche del primo anno di Ingegneria e di Scienze MFN parlano, ormai da anni e sempre più frequentemente, di serie difficoltà da parte degli studenti ad affrontare problemi di tipo scientifico, quando non esposti nella forma scolastica, ma anche carenze nella comprensione verbale nell'interpretazione di un testo scritto e nell'utilizzo di un linguaggio corretto e coerente.

GLUES (Gruppo di Lavoro Università e Scuola) è un gruppo di lavoro formato da docenti della Scuola della Regione Liguria e dell'Università di Genova, all'interno del quale si discute di problemi legati alla didattica delle varie discipline.

Alla sua nascita, nell'A.S. 2004/2005, ha fatto seguito la costituzione della Sezione di Scienze, che raccoglie numerosi insegnanti di Istituti di

Istruzione Secondaria di II grado e tre docenti universitari, provenienti dai corsi di laurea in Lettere, Matematica e Chimica. La sezione si occupa dei problemi inerenti alla didattica laboratoriale nelle diverse classi degli Istituti di Istruzione Secondaria di II grado, non solo in vista delle difficoltà di inserimento al primo anno dei corsi di laurea delle Scuole tecnico-scientifiche, ma per contribuire alla formazione di qualunque cittadino della nostra società, dove la tecnologia è sempre più presente e dove restare al passo con i tempi è diventato indispensabile.

Le attività del GLUES Scienze si sono sempre svolte sia in totale autonomia, sulla base delle esigenze e dei problemi riscontrati nell'insegnamento della chimica da parte degli insegnanti partecipanti, sia in adesione al Progetto Lauree Scientifiche - area Chimica (per gli anni 2004-2010) e al Piano Lauree Scientifiche - area Chimica (per gli anni 2010-2014).

## **2. Percorso ‘Come si forma una nuvola’**

Seppure in molte scuole non esista la possibilità di utilizzare un laboratorio, l'approccio sperimentale può essere attuato anche in classe, dove è possibile, con del materiale ‘povero’, ottenere un certo numero di risultati o effettuare osservazioni. Inoltre, imparare a stendere una relazione, dopo aver effettuato attività pratiche, dove la capacità di sintesi e il ragionamento consequenziale sono di fondamentale importanza, costituisce uno strumento interdisciplinare utile anche come spunto di discussione all'interno della classe.

A questo proposito, nel corso del Progetto Lauree Scientifiche, è stato elaborato un percorso in grado di verificare e, successivamente, chiarire, le conoscenze degli studenti in ambito di TEMPERATURA e di PRESSIONE. Il percorso qui presentato si può affrontare anche in classe, con difficoltà e approfondimenti modulabili e utilizzando del materiale povero e facilmente reperibile: è infatti sufficiente avere una bottiglia di plastica, un dito d'acqua e un fiammifero (vedi nota al procedimento in paragrafo 2.2 “parte sperimentale”).

Ci sembra significativo proporre attività pratiche relative ai concetti di temperatura e pressione perché nel I biennio di Istruzione Secondaria di II grado viene affrontato l'argomento atmosfera; il percorso è facilmente realizzabile, modificando gli obiettivi che ci si propone in relazioni alle classi.

Sulla base degli obiettivi da raggiungere, è stato ideato un test preliminare, da somministrare agli studenti prima dell'esecuzione dell'attività laboratoriale, in modo da valutare le loro conoscenze pregresse sull'argomento in questione. L'attività pratica consiste nell'indurre la formazione di una nuvola per semplice compressione e decompressione di

aria, all'interno del recipiente utilizzato contenente particolato e un po' di vapor d'acqua. Un secondo test, da somministrare a seguito dell'esperienza, è stato infine ideato allo scopo di verificare il conseguente miglioramento nell'apprendimento dei concetti di temperatura e pressione.

Si segnala, come importante nella discussione per la formulazione dei test, il contributo della collega della Scuola di Lettere e Filosofia, a conferma di quanto sarebbe utile e auspicabile una maggiore collaborazione interdisciplinare anche all'interno dei singoli consigli di classe. Proprio per sollecitare questa interazione, un incontro della sezione di GLUES di Scienze ha avuto come argomento l'utilizzo del programma Excel per il trattamento dei dati sperimentali, coinvolgendo colleghi del Corso di Matematica.

## 2.1 Test preliminare

Il test preliminare (Scheda 1) è il risultato di una proficua discussione tra i partecipanti del GLUES Scienze che, sulla base soprattutto delle esperienze portate dagli insegnanti, ha permesso di identificare gli ostacoli all'apprendimento maggiormente presenti tra gli studenti quando interpellati relativamente ai concetti di temperatura e pressione, sugli stati della materia e sui passaggi di stato.

### Scheda 1 – Test preliminare di tipo composito

---

1) *Un gas può essere definito come:*

- a) un insieme ordinato di particelle in continuo movimento
- b) un insieme disordinato di particelle in continuo movimento
- c) un insieme disordinato di particelle immobili che occupano tutto lo spazio disponibile
- d) una sostanza allo stato di vapore (un insieme di particelle ordinato solo parzialmente che occupano tutto lo spazio di cui dispongono)

2) *Tenuto conto che:  $760 \text{ mm Hg} = 1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa} = 1,013 \text{ bar}$ , esegui le seguenti equivalenze:*

- a)  $1,013 \text{ bar} = \dots\dots\dots \text{millibar}$     b)  $1 \text{ bar} = \dots\dots\dots \text{kPa}$     c)  $1 \text{ mmHg} = \dots\dots\dots \text{atm}$

3) *Perché le squadre di calcio, quando partecipano a campionati in stadi ad alta quota, vi si recano per gli allenamenti anche un mese prima? (motiva la risposta utilizzando al massimo 5 righe)*

4) *Sai spiegare il motivo per cui sulle bombolette spray c'è la scritta: 'non esporre a fonti di calore'? (motiva la risposta utilizzando al massimo 5 righe)*

5) *Perché bisogna fare il controllo della pressione dei pneumatici prima di partire e non al termine del viaggio? (motiva la risposta utilizzando al massimo 5 righe)*

6) *Come mai esiste in commercio l'azoto liquido dal momento che in natura l'azoto è allo stato gassoso? (motiva la risposta utilizzando al massimo 5 righe)*

7) *La temperatura di ebollizione di un liquido:*

- a) dipende dalla quantità di liquido considerato
- b) dipende dalla qualità del liquido considerato
- c) è indipendente dalla pressione esterna
- d) aumenta se la pressione esercitata sul liquido diminuisce

---

**Risposte in sintesi**

1) b

2) 1013, 100, 1/760

3) Se la pressione esterna è molto bassa l'ossigeno ha difficoltà a legarsi. L'organismo aumenta allora il numero di atti respiratori nel tentativo di inspirare maggiori quantità di aria. Se la difficoltà persiste l'organismo a poco a poco si adatta. [Dopo circa due giorni produce il 2,3-difosfoglicerato che legandosi all'emoglobina ne diminuisce l'affinità per l'ossigeno, favorendone il rilascio (metabolismo anaerobico dei carboidrati): questa NON può essere una risposta – criterio di un test preliminare, potrebbe essere utile come informazione ad docente mettendola come nota].

4) Se aumenta la temperatura, aumenta la pressione del gas e la bomboletta può esplodere.

5) Perché altrimenti la pressione verrebbe alterata per effetto del riscaldamento dei pneumatici dovuto all'attrito.

6) Perché il gas è stato sottoposto industrialmente a forte compressione fino a liquefare permettendone l'impiego in vari settori.

7) b

---

Solo 3 domande siano a risposta chiusa. La preferenza per le risposte aperte è motivata dal fatto che spesso gli studenti, pur avendo conoscenze corrette, non sono in grado di esprimerle in modo altrettanto corretto e, particolare oltremodo importante, sintetico; questa è la ragione per cui la valutazione del singolo non può prescindere dalla sua capacità di espressione verbale ed inoltre a tutte le risposte aperte sono stati posti dei limiti (5 righe).

Si noti, inoltre, come solo 2 domande siano nozionistiche (in particolare a risposta chiusa); le domande nozionistiche permettono di valutare la memoria e l'impegno nello studio dello studente, ma, come ben sappiamo, la conoscenza scientifica va oltre. E' infatti molto importante che la mente di

chi apprende sia allenata a contestualizzare i concetti, anche se talvolta vengono presentati in modo arido e astratto: su questa base sono state formulate le 4 domande aperte.

## 2.2 Parte sperimentale

### Requisiti necessari

Concetti di: Lavoro, Energia, Temperatura, Calore, Pressione, Evaporazione, Condensazione.

Questi concetti, in forma semplice, dovrebbero essere già stati acquisiti durante l'Istruzione Secondaria di I grado e quindi essere noti agli studenti del biennio degli Istituti di Istruzione Secondaria di II grado.

### Nota

Se tali concetti non sono stati acquisiti in precedenza sarà necessario farli acquisire come premessa al lavoro che si intende affrontare.

Riportiamo nella scheda le indicazioni per la realizzazione dell'esperienza *Come si forma una nuvola*.

### **Scheda 2** – Come si forma una nuvola

---

#### Materiale occorrente (nel caso l'esperienza si conduca in laboratorio):

- 1 beuta codata (da vuoto) da 100 ml munita di tappo forato con tubicino di vetro inserito
- 1 pompa ad acqua
- tubi vari di gomma, meglio se per il vuoto
- 1 rubinetto di vetro
- 1 siringa da 100 ml
- 1 pinza stringitubo
- 1 filtro büchner con carta da filtro di acetato di cellulosa (può essere sufficiente un imbuto con dell'ovatta)
- 1 candela

#### Eventualmente anche:

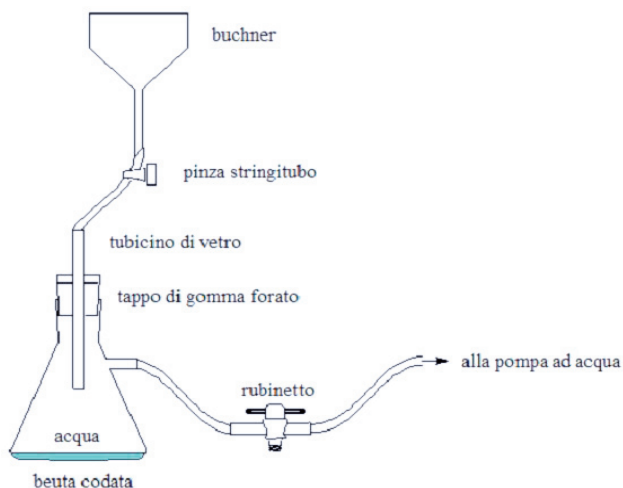
- un raccordo a T
- 1 manometro

#### Procedimento

a. Mettere poca acqua (10-20mL) nella beuta e attendere un poco affinché si abbia parziale passaggio allo stato di vapore (in alternativa, scaldare leggermente).

b. Inserire il büchner con carta da filtro nel tubo chiuso con pinza stringitubo e controllare che il materiale sia assemblato come in Figura 1.

- c. Aprire sia il rubinetto dell'acqua, sia il rubinetto collegato alla pompa per fare il vuoto.
- d. Dopo aver fatto il vuoto aprire la pinza stringitubo in modo da riempire la beuta con aria filtrata.
- e. Ripetere due o tre volte questa operazione di purificazione dell'aria.
- f. Chiudere prima il rubinetto collegato alla pompa e dopo il rubinetto dell'acqua
- g. Stringere il tubo con la pinza stringitubo, quindi sostituire il büchner con la siringa da 100 ml, disposta con lo stantuffo abbassato. N.B. se ci fosse condensa sulle pareti della beuta scaldare per eliminarla .
- h. Alzare lo stantuffo della siringa: in questo modo si ottiene depressione e conseguente espansione dell'aria, ma visivamente non si nota alcun cambiamento.
- i. Togliere la siringa, mantenendo il tubo di gomma chiuso con la pinza, aprire quindi la pinza e avvicinare all'imbeccatura una candela accesa (2 volte).
- l. Inserire nuovamente la siringa nel tubo e ripetere il punto h: se espandiamo si forma una nuvoletta che se comprimiamo scompare.

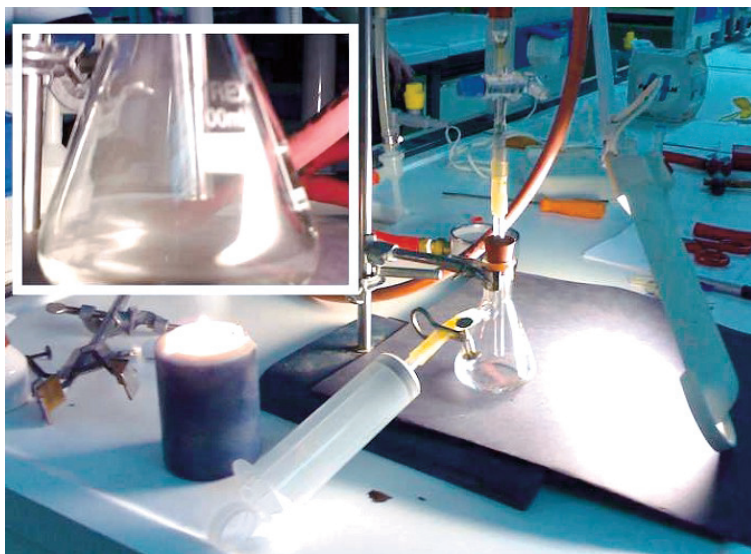


**Figura 1** - Assemblaggio iniziale dell'apparecchiatura

Per rendere ancora più completa l'esperienza, si può inserire un manometro e verificare l'andamento della pressione durante le operazioni. L'inserimento del manometro può essere effettuato mediante un raccordo a T, aggiunto nel tratto tra la beuta e il rubinetto collegato alla pompa.

### Nota

Se non si dispone di un laboratorio o dell'attrezzatura descritta, l'esperienza può essere eseguita in forma semplificata utilizzando una bottiglia di plastica usata per l'acqua minerale contenente pochissima acqua e munita di tappo. Dopo aver mostrato che comprimendo o allentando la bottiglia non accade nulla, si procede lasciando cadere all'interno un fiammifero acceso e chiudendo velocemente la bottiglia: quindi, premendo o allentando la presa, si formerà o scomparirà la 'nuvoletta'.



**Figura 2** - Formazione della nuvoletta all'interno della beuta

### Interpretazione dell'esperienza e spunti di riflessione

Al termine dell'esperienza è necessaria una discussione di gruppo sotto la guida del docente, al fine di interpretare correttamente i fenomeni osservati e di collegarli ad altri noti e appartenenti all'esperienza comune.

Di seguito sono forniti alcuni spunti per la discussione, relativamente ai concetti di evaporazione e condensazione.

- Evaporazione
  - Che cosa induce l'acqua a evaporare?
  - Considerazioni sul fatto che per far avvenire l'evaporazione è necessario fornire energia, sulla variazione di energia cinetica e potenziale durante i passaggi di stato, sul calore latente di evaporazione.
  - Digressioni su umidità assoluta e relativa dell'aria; punto di saturazione; pressione di vapore acqueo; pressione del vapore saturo (varia con la temperatura? perchè?).

- Perché si avverte più caldo quando è maggiore il tasso di umidità atmosferica?
  - Evaporazione come fenomeno dinamico.
  - Se anziché acqua si utilizzasse terra umida? (i ragazzi pensano all'evaporazione nel ciclo dell'acqua come se questa provenisse solo dal mare o dai laghi)
- Condensazione
    - Quali sono le cause della condensazione?
    - Come si raffredda l'aria? Discussione sulla modalità di trasferimento del calore per compressione e decompressione.
    - Considerazioni sui processi adiabatici.
    - Digressioni sul punto di rugiada e gradiente adiabatico.
    - Affinché avvenga la condensazione è necessaria una superficie. Come può avvenire allora nell'aria? Discussione sui nuclei di condensazione.
    - Se durante l'esperienza non si alzasse il pistone, la condensazione avverrebbe sulle pareti della beuta?

### 2.3 Test finale

La necessità di verificare l'efficacia dell'attività laboratoriale ha condotto all'elaborazione di un secondo test, con un grado di difficoltà più elevato rispetto al precedente, da somministrare alla fine del percorso.

Il test, che segue (Scheda 3), è composto da 11 domande, chiuse e aperte, (si tratta di un test composito) con un limite di spazio per le risposte a queste ultime, come già spiegato in precedenza.

#### Scheda 3 – Test composito per la verifica finale

---

1. *Quali grandezze fisiche prendono in esame i meteorologi quando fanno le previsioni del tempo?*
2. *Vapore e gas sono sinonimi o rappresentano due condizioni differenti? (motiva la risposta utilizzando al massimo 5 righe)*
3. *Perché quando si fa la doccia in inverno la finestra si appanna? (segna la risposta più completa)*
  - a) Perché il vapore acqueo è prodotto in quantità eccessiva
  - b) Perché il vapore acqueo condensa a contatto con la finestra
  - c) Perché l'acqua della doccia produce vapore acqueo
  - d) Perché la differenza di temperatura con l'esterno favorisce la condensazione dell'umidità interna
4. *Per eliminare più velocemente l'appannamento interno del vetro anteriore (lunotto) di un'auto, l'impianto di climatizzazione deve essere regolato in modo da inviare sul lunotto:*



- a) aria calda e umida
  - b) aria calda e secca
  - c) aria fredda e umida
  - d) aria fredda e secca
5. *Prova a descrivere e, successivamente, a spiegare che cosa succede quando si gonfia la camera d'aria di una bicicletta (motiva la risposta utilizzando al massimo 5 righe)*
6. *Che cosa intendi per umidità dell'aria? (utilizza al massimo 2 righe)*
7. *A pressione costante, durante l'ebollizione di un liquido la temperatura:*
- a) diminuisce
  - b) aumenta gradualmente fino a che si mantiene costante
  - c) aumenta linearmente nel tempo
  - d) rimane costante
8. *Il passaggio di un vapore dallo stato aeriforme a quello liquido si chiama:*
- a) sublimazione
  - b) condensazione
  - c) liquefazione
  - d) evaporazione
9. *Due termometri che usano sostanze termometriche diverse, quando misurano la temperatura dello stesso oggetto, indicano sempre lo stesso valore? (motiva la risposta utilizzando al massimo 5 righe)*
10. *La rapida cottura dei cibi nella pentola a pressione dipende dall'alta temperatura di ebollizione dell'acqua contenuta in essa. A grande altitudine ci vuole meno tempo a cuocere i cibi in acqua che non a livello del mare. Le precedenti affermazioni sono rispettivamente:*
- a) entrambe false
  - b) entrambe vere
  - c) la prima vera e la seconda falsa
  - d) la prima falsa e la seconda vera
11. *Perché un palloncino, quando sfugge di mano e vola in alto, giunto ad una certa altezza scoppia?*
- a) perché la pressione atmosferica aumenta salendo in quota
  - b) perché salendo la pressione interna del palloncino aumenta
  - c) perché ad una certa quota la pressione esterna diventa inferiore a quella interna
  - d) perché ad una certa quota la pressione interna è inferiore a quella esterna

---

**Risposte in sintesi**

- 1) Temperatura, pressione, umidità
- 2) Sono due cose differenti. Gas, non può essere liquefatto per semplice compres-

sione, poiché si trova al di sopra della sua temperatura critica, [senza dirlo si dà per scontato che devono essere affrontati vari concetti prima o durante l'esperienza... non si tratta di una semplice esperienza ma questa va inserita in un percorso...]. Vapore, può essere liquefatto per compressione, poiché si trova al di sotto della sua temperatura critica. Temperatura critica, temperatura al di sopra della quale un gas assume un comportamento simile a quello dei gas ideali.

3) d

4) d

5) La pompa della bicicletta aspira aria e la introduce all'interno della camera d'aria che si gonfia (descrizione macroscopica). Dal punto di vista microscopico ciò significa che la quantità di particelle aumenta, incrementando il numero di urti contro le pareti: ne risulta un aumento della pressione.

6) Umidità assoluta: è la quantità di vapore acqueo espressa in grammi contenuta in un metro cubo d'aria.

7) d

8) b

9) Si.

10) c

11) c

---

Come si può notare, anche in questo caso la presenza di domande nozionistiche è molto ridotta e la verifica è fatta sull'elaborazione e contestualizzazione di concetti la cui conoscenza, ci si aspetta, sia stata corretta e/o implementata dall'osservazione e interpretazione delle esperienze realizzate in laboratorio.

#### **2.4 Analisi dei risultati dei test**

La valutazione delle risposte ai test ha presentato non poche difficoltà, dovute sia alle differenze di preparazione iniziale degli studenti, sia alla presenza di numerose domande aperte.

Per questo motivo, i risultati del test preliminare sono stati suddivisi nel modo seguente:

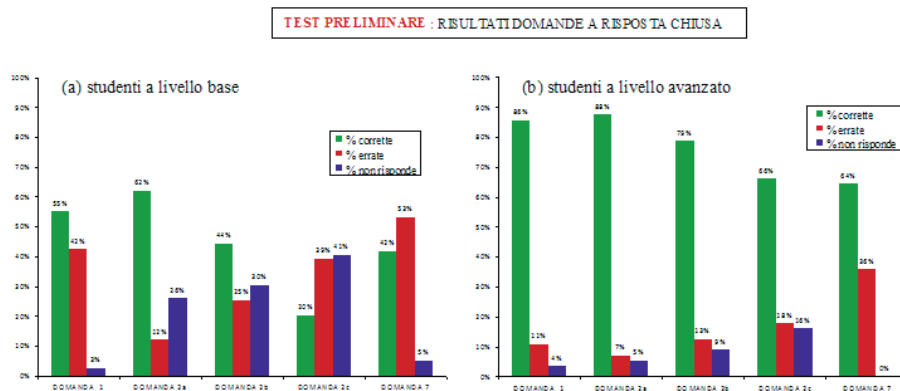
- risultati associati agli studenti con un livello base di conoscenza scientifica (frequentanti liceo classico o scientifico)

- risultati associati agli studenti con un livello più avanzato di conoscenza scientifica (frequentanti il liceo scientifico tecnologico o istituti tecnici)

La valutazione del test finale è invece stata fatta assumendo che, in seguito all'esperienza laboratoriale e alle discussioni annesse, tutti gli studenti fossero giunti a un livello confrontabile.

Inoltre, per entrambi i test, le domande aperte sono state valutate separatamente dalle domande chiuse e suddivise tra corrette, non corrette e parzialmente corrette.

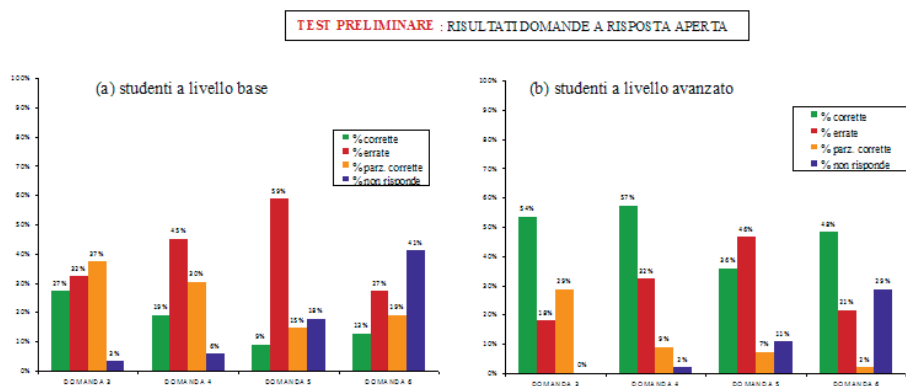
In Figura 3 sono posti a confronto i risultati relativi alle domande chiuse del test preliminare, suddivisi tra ‘studenti a livello base’ e ‘studenti a livello avanzato’.



**Figura 3** - Confronto tra le risposte fornite dalle due categorie di studenti, (a) livello base e (b) livello avanzato, alle domande a risposta chiusa del test preliminare

Come si può notare, la percentuale di risposte esatte conferma la differenza nella preparazione apportata dalle due categorie di scuole: gli ‘studenti a livello avanzato’ hanno infatti dimostrato una maggior sicurezza nella conversione tra unità di misura e nella conoscenza di definizioni fondamentali, sebbene si rilevi una certa incertezza sui passaggi di stato (domanda 7).

Il divario tra i due gruppi di studenti è ancora più netto con l’aumento del grado di difficoltà legato alla contestualizzazione dei concetti di temperatura e pressione e alla richiesta di fornire risposte aperte: in Figura 4 sono riportati i risultati per le 4 domande aperte.

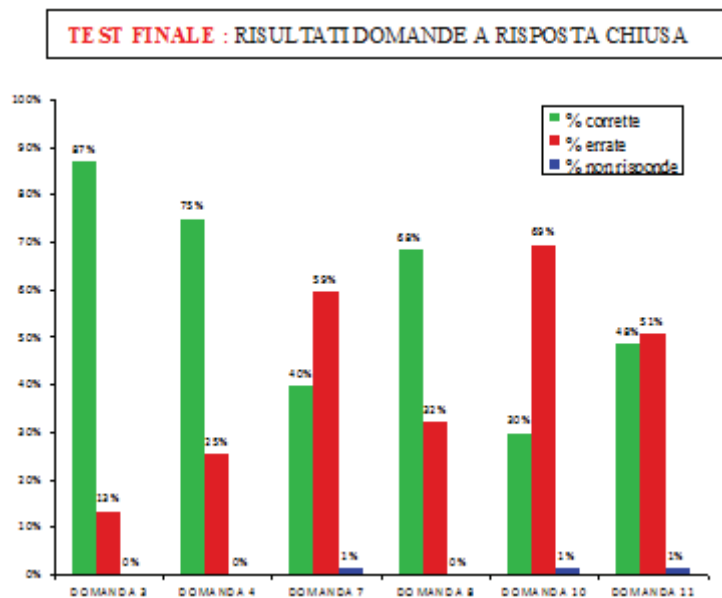


**Figura 4** - Confronto tra le risposte fornite dalle due categorie di studenti, (a) livello base e (b) livello avanzato, alle domande a risposta aperta del test preliminare

Come atteso, tutti gli studenti hanno avuto maggior difficoltà nel rispondere a questo secondo tipo di domande, in particolare alla 5 e alla 6, ma la percentuale di domande sbagliate o solo parzialmente corrette fornite dagli ‘studenti a livello base’ denota senza dubbio la necessità di impegnarsi per apportare maggiore chiarezza ai concetti in questione.

Infine, la domanda 6 sembra aver provocato particolari perplessità, tanto che molti hanno addirittura deciso di non dare alcuna risposta: l’idea di comprimere un gas fino a renderlo liquido con il fine di raggiungere temperature estremamente basse è infatti lontana dai comuni ragionamenti che riguardano gli stati della materia.

In Figura 5 sono riportati i risultati del test finale, per quanto riguarda le domande a risposta chiusa. La percentuale di risposte corrette alle diverse domande è soddisfacente, tanto più perchè, al contrario di quanto registrato nel test preliminare, gli studenti che hanno scelto di non rispondere sono in numero trascurabile. La percentuale di risposte sbagliate alla domanda 7, apparentemente semplice, è giustificata da una scorretta interpretazione della domanda stessa. Le domande 10 e 11, per le quali è necessario un certo ragionamento e non la semplice applicazione di definizioni, hanno dato qualche difficoltà, tanto che meno della metà degli esaminati ha fornito la risposta corretta.



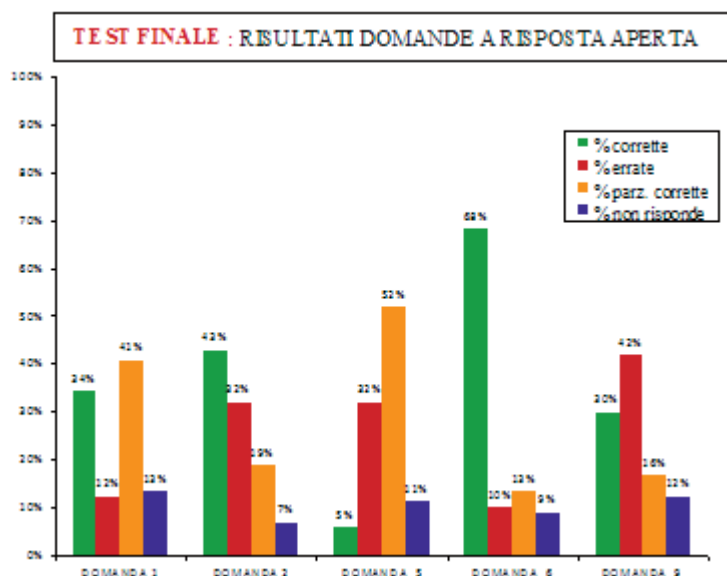
**Figura 5** - Risposte fornite dagli studenti alle domande a risposta chiusa del test finale

Infine, a conferma di quanto già dimostrato dal test preliminare, le domande a risposta aperta si sono rivelate più ostiche anche nel caso della valutazione finale.

In Figura 6 si può notare come la percentuale di risposte parzialmente corrette sia sostanziosa, quasi sempre superiore alla percentuale di risposte scorrette, a sottolineare il fatto che ‘spesso gli studenti sanno, ma non lo sanno dire’.

Dall’osservazione del grafico salta agli occhi come la domanda 5 sia stata per quasi la totalità degli studenti, lo scoglio maggiore del test.

Al contrario, la domanda 6, che richiede semplicemente di citare una definizione, ha totalizzato il numero più alto di risposte esatte.



**Figura 6** - Risposte fornite dagli studenti alle domande a risposta aperta del test finale

### 3. Conclusioni

Il lavoro svolto ha richiesto al gruppo di lavoro la partecipazione a riunioni, con cadenza pressoché mensile, durante l’attività scolastica. Tenuto conto del carattere volontaristico, dell’assenza di fondi disponibili di finanziamento e del moltiplicarsi di attività che per vari scopi coinvolgono i docenti impegnati in questo progetto, è importante osservare che sono stati realizzati gli obiettivi di un lavoro comune e di un dialogo diretto tra docenti di scuola secondaria e dell’università. Sicuramente tutto il gruppo ha realizzato un’attività didattica professionale più consapevole.

Solo in pochi casi, e in modo episodico, si è riusciti a ottenere il coinvolgimento degli insegnanti di Lettere dei Consigli di classe ai lavori di GLUES, nonostante la partecipazione della prof. Lia Cresci, all'epoca delegata all'orientamento per la Facoltà di Lettere e Filosofia: il suo contributo era finalizzato a evidenziare come l'origine di molte carenze risieda spesso nelle difficoltà di comprensione e di esposizione verbale.

Risulta sempre più evidente la necessità di un riconoscimento 'istituzionale' di attività che vedano coinvolte l'università e la scuola nelle diverse realtà locali. Ciò permetterebbe di ampliare e rafforzare iniziative di raccordo tra questi due mondi, così simili eppure così distanti, che, per il momento, rimangono episodiche, ma che se ben strutturate, potrebbero garantire il prosieguo dell'esperienza nata con i progetti nazionali.

Un impegno in tal senso è in discussione tra i soggetti partecipanti a GLUES, peraltro impegnati anche in importanti progetti nazionali e internazionali dedicati alla didattica della chimica: Piano Lauree Scientifiche in chimica (<http://www.chimica.unige.it/pls/it/>) e 'Chemistry Is All Around Network' (<http://www.chemistryisnetwork.eu>).

#### **Articoli correlati**

- Chang J. Y., *Teachers college students' conceptions about evaporation, condensation and boiling*, Sc. Ed. **83**, 1999, pp.511-526.
- Canpolat N., Pinarbasi T., Sozbilir M., *Prospective teachers' misconceptions of vaporization and vapor pressure*, J. Chem. Ed. **83**, 2006, pp.1237-1242.
- Borton K., Sartre H., Wilcox J., *Cloudy judgment. Helping students deeply understand cloud formation*, ISTJ **38**, Winter 2011, pp.4-7 (<http://iacad.org/istj>).
- Carlini R., Carnasciali M.M., *La fiamma: una fucina di idee*, CNS - La Chimica nella Scuola. XXXIII, **5**, 2011, pp.337-343.

# Uno studio sulla Percezione della Chimica e sulla Cultura chimico-scientifica nei giovani italiani

Giulia Chiocca<sup>1</sup>, Valentina Domenici<sup>2</sup>

1. chioccagiulia@hotmail.it

2. Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Pisa,  
via Moruzzi 13, 56124 Pisa.  
valentina.domenici@unipi.it

## **Sommario**

*Questo breve articolo riguarda uno studio condotto nell'ambito della tesi triennale in Chimica di uno degli autori, Giulia Chiocca, intitolato: "A study of the perception of Chemistry in young generations and of their chemical/scientific knowledge" (Tesi di Laurea triennale in Chimica, Università di Pisa: 17 settembre 2015). Un test a risposte multiple e a risposte aperte è stato costruito appositamente per indagare quale sia la percezione della Chimica e la conoscenza dei concetti fondamentali della Chimica da parte di giovani con età dai 18 ai 30 anni. Il test è stato distribuito sui canali di comunicazione maggiormente utilizzati dai giovani, ovvero i social network. Da una analisi preliminare dei dati raccolti su un campione di 431 ragazzi è possibile evidenziare alcune importanti considerazioni, che sono oggetto di questo lavoro.*

**Parole Chiave:** *immagine della chimica, percezione, cultura chimica, giovani*

## **Abstract**

*This brief work reports preliminary results obtained from a recent research on the perception of Chemistry performed during Giulia Chiocca's thesis ("A study of the perception of Chemistry in young generations and of their chemical/scientific knowledge", University of Pisa: 17th September 2015). This study focuses on the perception of chemistry and the scientific/chemical knowledge of the young generations (their age ranges between 18 and 30 years old) in Italy. This research is structured in the form of a test, which was developed and then shared online through social networks. Later, the data obtained from the test, performed over 341 young people, were analyzed. Some interesting conclusions could be drawn.*

**Key-words:** *image of Chemistry, perception, chemical culture, Youth.*

### **Introduzione sull'immagine della Chimica**

L'immagine della scienza chimica nel pubblico generico può essere resa efficacemente dalle parole di Roald Hoffmann, nel suo "La Chimica allo specchio" del 2005:

*"Aggettivi come «esplosivo», «velenoso», «tossico» sono così strettamente associati a nomi e vocaboli chimici da essere diventati espressioni ricorrenti. ... a tutto ciò che è «naturale», «coltivato biologicamente», «non adulterato» e via dicendo si riconoscono connotazioni positive. Eppure si producono e si vendono molte sostanze sintetiche. Grazie a esse possiamo abitare in case più confortevoli, curare meglio la nostra salute..." [1]*

Queste considerazioni, infatti, contengono alcuni elementi chiave per comprendere l'immagine tendenzialmente negativa della Chimica nel grande pubblico. Il primo aspetto è la errata associazione tra ciò che è "chimico" e ciò che è "non naturale" o "sintetico", in contrapposizione con ciò che è "naturale". A questo errore concettuale di fondo, si sommano altre dicotomie, che sono particolarmente forti nella società dei nostri giorni, come, ad esempio, l'idea che ciò che è "naturale", legato alla vita, e quindi "biologico" sia necessariamente buono e positivo. Di contro, quindi, ciò che è contrario a "naturale" e "biologico" diventa automaticamente cattivo e negativo.

Tuttavia, indagare sull'immagine della Chimica non è banale, soprattutto se vogliamo chiederci il perché di un così radicato "pregiudizio" nei confronti della Chimica.

Nel 2006, è stato fatto pubblicato uno studio per comprendere meglio le ragioni dell'immagine della Chimica nel pubblico generico in Italia [2-5], focalizzando soprattutto l'attenzione su un pubblico particolare: quello dei visitatori dei musei. Da questo studio i fattori che sono stati individuati come concausa dell'immagine negativa della Chimica sono: 1. la scuola (e quindi la formazione e la didattica); 2. la storia recente della Chimica (in particolare i suoi risvolti negativi sull'ambiente e sulla salute); 3. il legame con l'Industria Chimica; 4. il poco interesse dei Chimici verso i temi della comunicazione e della didattica; 5. i media e, in generale, la cattiva informazione data attraverso i mezzi di comunicazione.

Il primo fattore è certamente quello più interessante, ma anche il più sconcertante, almeno dal nostro punto di vista Chimici e impegnati nella Didattica della Chimica: l'insegnamento della Chimica non è efficace, anzi, come affermava il professor Enrico Zeuli, è pessimo:

*"... Ritengo che la nuova riforma dell'università abbia avvilto, sminuito e reso quasi impossibile insegnare bene la chimica. Come si possono ridurre a metà dei corsi che sono sempre stati fatti in quel modo? [...] L'attività didattica, ad esempio, viene considerata di serie B e non viene incentivata. Nessuno si iscrive ai corsi di didattica della chimica." [2]*



Se queste sono le ragioni principali dell'immagine della Chimica, analizzata su un campione piuttosto ristretto, quello dei visitatori dei musei e dei loro curatori/direttori, è interessante capire se questa immagine stia cambiando negli ultimi anni e se tutte le generazioni hanno la medesima percezione negativa.

Il presente lavoro [6] ha quindi lo scopo di indagare da vicino una fascia di popolazione italiana giovane, e, in relazione a quanto messo in evidenza nello studio precedente [2-5], quale sia la conoscenza di base dei concetti fondamentali di chimica e quindi la bontà dell'insegnamento medio ricevuto da questi giovani. Per raggiungere un campione significativo di persone lo studio si è basato su un test da compilare on line, distribuito attraverso i social network.

### **Descrizione del metodo usato in questo studio**

L'obiettivo di questo studio, nell'ambito della tesi triennale in Chimica intitolata "A study of the perception of Chemistry in young generations and of their chemical/scientific knowledge" [6], è stato quello di dare un contributo allo studio sulla percezione della chimica e sulla cultura chimico-scientifica in Italia prendendo come riferimento soprattutto i giovani della fascia di età 18/30 anni. Per questo motivo la diffusione del test è avvenuta su internet tramite social networks, il cui maggiore bacino di utenti è proprio quello della fascia di età desiderata. Un interessante spunto per l'ideazione di questo test è stato lo studio pubblicato a giugno 2015 dalla "*Royal Society of Chemistry*" [7-9] volto a indagare l'attitudine del pubblico inglese nei confronti della chimica.

Lo studio oggetto di questo breve articolo ha visto la pubblicazione on line di un test elaborato in fase di tesi, pubblicizzato tramite *facebook*, *twitter*, *google*, etc..., e con una veste grafica tale da attirare l'attenzione e rendere la compilazione del test qualcosa di piacevole. Nella redazione del test abbiamo suddiviso vari ambiti di interesse, e formulato delle domande, sia chiuse che aperte, lasciando la possibilità a chi aveva tempo e voglia di lasciare anche dei commenti liberi. Il test finale era suddiviso in varie parti: la prima sezione era dedicata a raccogliere informazioni su chi stava compilando il test, per definire il bacino di utenti. Ad esempio, abbiamo chiesto l'età, la scuola superiore di provenienza, l'eventuale corso di laurea frequentato, il sesso, etc... La seconda parte riguardava l'immagine che i partecipanti hanno sulla scienza chimica, come percepiscono questa scienza e come pensano che sia percepita dal pubblico in generale. Una terza sezione aveva lo scopo di indagare le conoscenze di base in chimica da parte dei partecipanti al test e quale era il loro rapporto con la materia di studio, la chimica, appunto. Il materiale raccolto (derivato dalle risposte multiple, dalle risposte aperte, e dai commenti) è stato analizzato escludendo dal cam-

pione totale, coloro i cui studi universitari sono o sono stati fortemente improntati sulla chimica (es. laurea in Chimica, Chimica industriale, Chimica farmaceutica e Farmacia). Questa scelta è stata fatta proprio perché eravamo interessati soprattutto alla fascia di giovani non necessariamente interessati e/o formati in ambito Chimico. Il numero totale di test analizzati è stato 431.

Nell'analisi dei dati, per il momento ci siamo limitati a valutare la statistica delle risposte e la frequenza di alcune parole o terminologie, mettendo in evidenza eventuali correlazioni.

### **Risultati e discussione**

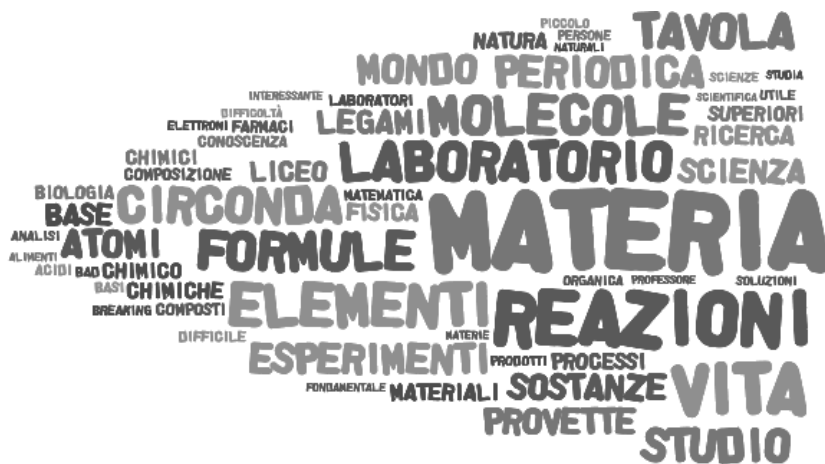
L'analisi della prima parte del test ha permesso di dare una descrizione abbastanza accurata del campione mostrando una popolazione giovane, principalmente costituita da persone con età inferiore ai 30 anni. Infatti, il 50% delle persone partecipanti allo studio ha un'età tra i 18 e i 24 anni, e il 28% tra i 25 e i 30. Una larga maggioranza della popolazione che ha partecipato al test (58%) ha scelto un percorso di studi, a livello di scuola superiore, in cui la maggior parte delle ore di attività didattica sono dedicate alla matematica e alle scienze in generale (ovvero licei scientifici e istituti tecnici). I percorsi scolastici all'interno di liceo o istituti tecnici non scientifici, così come quelli professionali, sono quindi sottorappresentati rispetto alla situazione media nazionale [10]. Nel nostro campione, una percentuale relativamente bassa, l'11%, non ha mai frequentato l'Università. Questo dato, insieme alla distribuzione degli studi effettuati a livello di scuola superiore, suggerisce che siamo di fronte a un campione con un livello di educazione superiore rispetto alla media nazionale. Il fatto che il 48% della popolazione analizzata ha scelto un percorso universitario di stampo prevalentemente scientifico (ingegneria, matematica, fisica, medicina, etc.) mostra che quasi la metà del campione ha seguito per lo meno corsi di chimica generale a livello universitario.

Per queste caratteristiche il campione non è rappresentativo della popolazione media italiana, ma offre una buona immagine delle giovani generazioni che hanno frequentato o che stanno frequentando l'università e perciò può essere rappresentativo dello stato del sistema educativo italiano.

La seconda parte del test ha fornito dei risultati importanti e alle volte contrastanti. È emerso nell'opinione pubblica che, l'idea della chimica è prevalentemente associata con i ricordi scolastici. Nell'illustrazione 1 sono riportate le parole più frequentemente associate con la chimica, la dimensione del carattere utilizzato è proporzionale alla frequenza dell'utilizzo della parola.

Gli insegnanti giocano un ruolo importante nell'apprendimento della chimica negli studenti, come conferma il 58% delle persone che si sono sot-

toposte a questo test. A questo proposito, una minore, ma significativa percentuale (28%) del pubblico ritiene che gli insegnanti di chimica che hanno avuto non fossero sufficientemente preparati, solo il 48% ritiene che i propri insegnanti fossero preparati e il restante 24% ha dato una risposta neutrale. Questo fatto influenza negativamente la consapevolezza e l'interesse degli studenti verso la chimica. Perciò, per migliorare la percezione e la conoscenza della chimica tra il pubblico, è essenziale l'aggiornamento degli insegnanti sia nell'ambito dei progressi della chimica che in quello delle scienze didattiche.



**Illustrazione 1.** Parole associate alla chimica

Anche se importante, questo non è l'unico motivo dietro al rapporto non idilliaco con la chimica. Una combinazione di diversi fattori contribuisce a influenzare negativamente il processo di apprendimento, come documentato nella domanda circa i problemi riscontrati nello studio della chimica.

Come mostrato nella Tabella 1, i problemi più spesso citati vanno dalle conoscenze matematiche insufficienti allo studio della chimica (19%), alle difficoltà con concetti astratti (18%), alla mancanza di interesse e motivazione per la materia (16%), fino a una scarsa enfasi alle applicazioni della chimica alla vita quotidiana.

Dal momento che una non trascurabile minoranza del pubblico ha riportato problemi con la materia dovuti a una mancanza di competenze matematiche, questo suggerisce che alcuni argomenti di chimica dovrebbero essere insegnati solo previo raggiungimento di determinate competenze nelle altre materie scientifiche complementari, come la matematica e la fisica. Una maggiore collaborazione tra i docenti di queste materie sarebbe perciò auspicabile.

**Tabella 1** – Problemi riscontrati con lo studio della chimica

Conoscenze matematiche non sufficienti allo studio della chimica	19,03%
Difficoltà con i concetti astratti	18,33%
La chimica è intrinsecamente difficile	15,78%
Libri di testo non adeguati alle esigenze di studio	16,94%
Mancanza di motivazione e interesse per la materia	15,78%
Mancanza di un metodo di studio adeguato	19,95%
Nessuno	11,83%
Poco spazio dedicato alle applicazioni della chimica nella vita quotidiana	32,25%
Poco tempo dedicato allo studio ed esercizi	23,20%
Mai studiata chimica come materia scolastica	0,93%
Insufficienti ore scolastiche	0,93%
Scarsa preparazione fornita attraverso le ore di lezione	0,93%
Insegnante non adeguato o poco competente	6,96%
Problemi con le strutture molecolari	0,46%
Problemi con lo studio mnemonico	1,16%
Mancanza di insegnamento pratico	0,46%

Inoltre, il fatto che una larga maggioranza della popolazione (72%) non ha mai visitato dal vivo un'industria chimica non aiuta a combattere i pregiudizi verso l'industria chimica, che invece, come conferma il resoconto annuale rilasciato dalla Federchimica, basato sui dati relativi a diverse agenzie di indagine statistica [11], è la più avanzata dal punto di vista della sicurezza dei lavoratori, delle emissioni contenute e dal punto di vista della crescita sociale.

Anche se una parte della popolazione del nostro campione, pari la 24%, ha un sentimento di neutralità verso la chimica, la maggioranza, ovvero il 53%, ha un approccio positivo verso la chimica, in contrasto con la condizione di neutralità riportata in Regno Unito dallo studio della *Royal Society of Chemistry*. Questo dato mostra che persone con un livello di educazione più elevato sono più interessate a materie teoriche o astratte come la chimica e che l'istruzione è la chiave per vincere i *misconcezioni* (o concezioni alternative) e i *preconcetti* legati all'immagine della chimica.

Una larga porzione del campione, il 68%, riconosce l'importanza della chimica nella vita di tutti i giorni ed esprime un giudizio ragionevole circa i prodotti chimici, contrariamente a quanto ci si potrebbe aspettare, visto il frequente uso improprio del termine "prodotti chimici" nei media. L'89% della popolazione era d'accordo che tutto ciò che ci circonda è costituito da sostanze chimiche. Il 69% era d'accordo che tutto, inclusi acqua e ossigeno, può essere tossico a seconda della dose. Il 92% non era d'accordo con l'affermazione "tutte le sostanze chimiche sono prodotte dall'uomo".

Nuovamente, questi risultati mostrano che un pubblico con una migliore educazione comprende il valore della scienza – in questo caso della chimica – ed è più incline a riconoscere che i benefici della chimica superano di gran-

lunga i possibili rischi a essa connessi. Inoltre, chi ha ricevuto una migliore educazione è mediamente più in grado di utilizzare il pensiero critico e razionale nel valutare la chimica e il suo potenziale, piuttosto che non lasciarsi influenzare dai media e da altre fonti.

La maggioranza delle persone ha espresso interesse nelle applicazioni della chimica che possono avere un impatto positivo sui problemi del genere umano, come quelli relativi all'ambiente (42%), alla tecnologia (31%), alla chimica degli alimenti (39%) e alla chimica farmaceutica (53%). Questo risultato dà una chiara indicazione da seguire per i futuri sviluppi: ovvero gli insegnanti di scienze e di chimica, così come i divulgatori scientifici dovrebbero dedicare più tempo o comunque dare maggior peso a queste tematiche quando parlano di chimica con il loro pubblico, perché le persone sono più interessate quando vengono affrontati aspetti che possono avere un utilizzo pratico benefico.

Un risultato piuttosto inaspettato è che, nonostante la buona educazione media, emerge una mancanza di confidenza nel parlare di argomenti inerenti la chimica (48%). Questo sentimento di inferiorità può giustificare la mancanza di coinvolgimento emotivo osservato nelle risposte e può essere dovuto sia a una mancata consapevolezza delle vaste applicazioni della chimica sia a un livello di studio della materia inadeguato.

I risultati della terza parte del test, ovvero quella relativa alla cultura chimico-scientifica del campione, hanno mostrato una preparazione assai lacunosa dei concetti fondamentali. Malgrado una buona maggioranza del campione, ovvero il 58%, abbia scelto una scuola secondaria in cui molte ore erano dedicate alla matematica e alle scienze in generale, una frazione cospicua del campione non è stata in grado di rispondere correttamente a domande elementari di chimica.

Spesso le persone hanno avuto difficoltà a identificare una reazione chimica: rispettivamente il 55%, il 29% e il 27% del campione considera la dissoluzione di zucchero in acqua, la diluizione e l'evaporazione come reazioni chimiche.

Inoltre, anche la differenziazione tra sostanze e miscele si è rivelata problematica: solo il 56% del campione riconosce l'ossigeno come una sostanza e un risultato simile (48%) è stato trovato col sale da cucina.

Nella domanda in cui si chiedeva di definire una teoria scientifica, il 55% ha dato una risposta corretta ma di questi quasi la metà (il 21% del campione totale) ha fornito una risposta vaga o imprecisa. Un ulteriore 29% ha confuso la parola "teoria" con "ipotesi", nel contesto del metodo scientifico. Questo dato mostra che una parte considerevole della popolazione non conosce davvero il funzionamento del metodo scientifico.

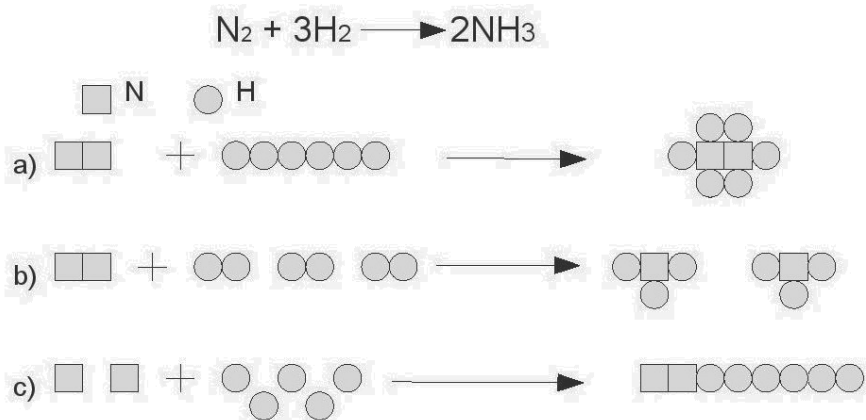
Nel quesito riguardante il calcolo di concentrazioni, solo il 56% ha fornito una risposta corretta, anche se le competenze matematiche richieste erano

veramente elementari (Figura 2).

Una lattina da 330mL di cola contiene 36,3g di zuccheri mentre un succo di tipo ACE contiene 12,1g di zucchero per 100 mL. A parità di quantità, quale delle due bevande contiene una maggiore quantità di zucchero?

**Figura 2.** Esempio di quesito sulle conoscenze di Chimica.

Questo andamento non ha riguardato ogni quesito, ad esempio il 78% ha mostrato una buona comprensione della relazione tra il livello simbolico e quello microscopico di una reazione chimica, aspetto spesso considerato tra i più ostici [12,13], soprattutto tra coloro che sono alle prime armi nello studio della chimica.



**Figura 3.** Esempio di quesito sulle conoscenze di Chimica.

In generale le competenze lacunose mostrate dal campione in analisi hanno confermato l'auto percezione relativa circa una scarsa preparazione nell'ambito della chimica: il 16% ritiene le proprie conoscenze della materia approfondite, il 50% le considera inadeguate e il restante 34% ha dato una risposta neutrale.

### Conclusioni e sviluppi futuri

Dal momento che il 68% delle persone che si sono sottoposte a questo test sono ancora studenti (a livello universitario), i risultati di questo test pensiamo siano significativi a dare un ritratto abbastanza accurato dell'attuale sistema educativo italiano e della qualità dell'educazione offerta ai propri studenti.

Inoltre, considerando che la popolazione studiata ha raggiunto un livello educativo superiore rispetto alla media italiana, il quadro che ne emerge è piuttosto sconcertante, indicando che la qualità dell'insegnamento necessita

di essere migliorata e che anche quella parte della popolazione che ha proseguito negli studi non ha raggiunto un livello di conoscenza della chimica adeguato.

Le informazioni raccolte nell'ambito di questo test potranno essere ulteriormente analizzate, tenendo conto soprattutto delle correlazioni tra set di dati e facendo una analisi più approfondita delle domande aperte.

Tuttavia, il quadro che emerge da questo studio è da considerarsi significativo in quanto si è cercato di analizzare sia la percezione e l'immagine della Chimica, sia le conoscenze di base e i concetti fondamentali che caratterizzano questa Scienza e la distinguono quindi dalle altre discipline scientifiche.

### **Bibliografia**

- [1] R. Hoffmann, *La chimica allo specchio*, traduzione italiana di L. Sosio, Longanesi & C. Edizioni, Milano: **2005**.
- [2] V. Domenici, "L'immagine della Chimica e il Ruolo dei Musei della Scienza", Tesi di Master, SISSA, Trieste: **2006**.
- [3] V. Domenici, The role of chemistry museums in chemical education for students and the general public - A case study from Italy, *Journal of Chemical Education*, **2008**, vol. **85**, 1365-1369.
- [4] V. Domenici, I musei di Chimica in Italia e l'immagine della chimica, *La Chimica nella Scuola (CnS)*, **2008**, vol. **3**, 164-179.
- [5] V. Domenici, risorsa on line sul portale di Ulisse, la Rete della Scienza, **2007**: <http://ulisse.sissa.it/biblioteca/saggio/2007/Ubib071012s001>
- [6] G. Chiocca, A study of the perception of Chemistry in young generations and of their chemical/scientific knowledge, Tesi triennale in Chimica, Università di Pisa: **2015**.
- [7] Public attitude to Chemistry Communication toolkit 2015, Royal Society of Chemistry, 2015.  
<http://www.rsc.org/campaigning-outreach/campaigning/public-attitudes-chemistry/>
- [8] Public attitude to Chemistry Research report TNS BMRB 2015, Royal Society of Chemistry, 2015.  
<http://www.rsc.org/campaigning-outreach/campaigning/public-attitudes-chemistry/>
- [9] Public attitude to Chemistry Technical report June 2015, Royal Society of Chemistry, 2015.  
<http://www.rsc.org/campaigning-outreach/campaigning/public-attitudes-chemistry/>
- [10] [http://archivio.pubblica.istruzione.it/news/2007/allegati/numeri\\_scuola200708.pdf](http://archivio.pubblica.istruzione.it/news/2007/allegati/numeri_scuola200708.pdf)
- [11] [http://www.fomet.it/file-fomet/news/Industria\\_chimica\\_in\\_cifre.pdf](http://www.fomet.it/file-fomet/news/Industria_chimica_in_cifre.pdf)
- [12] G. Silberman Robert, Problems with chemistry problems: student perception and suggestions, *Journal of Chemical Education*, **1981**, vol. **58**, 1036.
- [13] A. H. Johnstone, Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem, *Journal of Computer Assisted Learning*, **1991**, vol. **7**, 75-83.





# Motivare gli studenti nelle discipline scientifiche

Jack Holbrook<sup>1</sup>, Miia Rannikmae<sup>1</sup>, Liberato Cardellini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre of Natural Science Education, Università di Tartu, Estonia

<sup>2</sup>Dipartimento SIMAU, Università Politecnica della Marche, Ancona 60131, Italy

## **Riassunto**

*Uno dei problemi che tutti gli insegnanti incontrano è interessare gli studenti a ciò che si vorrebbe che essi imparino. L'esperienza degli insegnanti e studi sulle competenze che gli studenti acquisiscono a scuola dimostrano che esistono ampie possibilità di migliorare la qualità scolastica. Le conoscenze scientifiche e tecnologiche non sono in grado di per se di interessare e motivare gli studenti. L'istruzione scientifica viene vista come astratta e irrilevante, lontana dalla vita e dalle problematiche di tutti i giorni. In questo articolo la motivazione viene vista come un ingrediente fondamentale. Questo complesso costruito viene costruito e stimolato dall'interesse degli studenti e dalla rilevanza di ciò che viene insegnato e dal modo in cui viene insegnato attraverso approcci didattici stimolanti e che sfidano le loro capacità.*

*Viene proposto un modello centrato sullo studente che attraverso tre stadi promuove la formazione scientifica attraverso un processo di inquiry. Vengono dati suggerimenti su come mettere in pratica questo nuovo metodo di insegnamento.*

## **Abstract**

*This article sees motivation as a key ingredient in the teaching and learning of science subjects. Yet it recognises that motivation is a complex entity, comprising both intrinsic, within the student, and extrinsic aspects, largely supplied by the teacher. Intrinsic motivation is stimulated, or driven by both student interest and relevance and is associated with socio-scientific components, student-involvement and challenging teaching approaches. The article seeks to promote motivational learning through a 3-stage model, encompassing relevance, inquiry-based science education and socio-scientific decision-making.*

*Related teaching materials is promoted via a descriptive front-page with a meaningful title and focusing on the intended learning, a student-centred component providing the intended student learning in all 3 stages, a teacher guide component, assessment strategies and perhaps teacher notes to provide background and support materials.*

## **Introduzione**

Riuscire a motivare gli studenti nell'apprendimento scientifico a scuola costituisce un problema. Questo non tanto nell'affrontare il lavoro sperimentale o nelle altre attività che ruotano attorno allo studente, ma più che altro rispetto alle acquisizioni concettuali della materia, anche per la sua apparente irrilevanza nella vita di tutti i giorni. Questo articolo esamina la necessità della 'motivazione dello studente' e in special modo tratta di questo aspetto indicando maniere per divenire come docenti di scienze più utili agli studenti.

L'articolo presume che il primo dovere del docente sia di svolgere il programma scolastico con il massimo beneficio per gli studenti. Pur avendo usato 'studenti' al plurale, viene considerato all'atto pratico il ruolo del docente a supporto di ciascun singolo studente come si ritiene più appropriato. Che avvenga collettivamente in una classe di studenti, o valutando un compito individuale, si presuppone che si stia educando ciascun singolo studente. O, per dirla in breve – gli insegnanti insegnano in realtà agli studenti, non il programma scolastico!

Un'ulteriore considerazione arriva dal trend Europeo (EACEA/Eurydice, 2012), in combinazione con le considerazioni dagli USA sul futuro della scuola (NRC, 2012). Quello che vediamo profilarsi è un approccio relativo alle competenze in cui abilità e caratteri interdisciplinari (inclusi attitudini e valori) sono egualmente importanti. Così mentre il programma scolastico può svilupparsi su una cornice concettuale scientifica, noi docenti dovremmo avere la consapevolezza che l'intenzione dietro al programma è di promuovere gli aspetti rilevanti della materia, la crescita personale (compresa la crescita intellettuale) ed anche le abilità sociali (Holbrook & Rannikmae, 2007). Questa esigenza è molto correlata alla società e a come l'insegnamento scientifico possa giocare un suo ruolo nella formazione di cittadini responsabili, capaci di riflettere ad esempio sulle necessità di uno sviluppo sostenibile e anche per giocare un ruolo importante nell'assicurare un'occupazione nel mondo del lavoro.

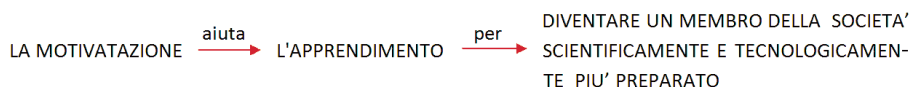
## **Motivazione**

Vogliamo suggerire che un ingrediente essenziale nell'insegnamento sia la motivazione dello studente. Gli insegnanti dovrebbero considerare attentamente le maniere per rendere l'educazione scientifica più stimolante per gli studenti perfino quando il programma scolastico è rigido.

Indipendentemente dal programma scolastico, una risposta ovviamente utile a questo riguardo, è di mettere al primo posto gli studenti e fornire un apprendimento che favorisca la fiducia in se stessi, la confidenza e certamente, la competenza personale. Mentre questo può essere molto aiutato con la creazione di una certa atmosfera positiva in classe da parte del

docente (troppo spesso l'unico stimolo delle lezioni scientifiche), l'offerta di un programma scolastico stimolante viene anch'esso considerato essenziale.

Questo articolo vede la 'motivazione' come molto importante nell'educazione scientifica, perché:



Nondimeno, il termine motivazione è alquanto complesso. E la 'motivazione dello studente' (studenti desiderosi), attivata dagli stessi studenti, può delinarsi attraverso un certo numero di prospettive differenti. Una di queste è che gli studenti possano percepire l'interesse (e il piacere), che, a sua volta, viene attivato dalla rilevanza (intesa come utilità, significatività o importanza) della situazione (Figura 2).



**Figura 2.** Il ciclo interesse, rilevanza, motivazioni interconnessi

Il ciclo interesse, rilevanza, motivazione può essere attivato negli studenti fondamentalmente in due maniere.

1. Gli studenti sono stimolati da fattori esterni, soprattutto dagli insegnanti (ma potrebbe anche essere una pressione esterna come i genitori, le verifiche scolastiche, ecc.). Questa motivazione esterna la si può ottenere rendendo una situazione interessante per gli studenti (un ambiente di apprendimento interessante o stimolante in aula), o magari sottolineando il legame di quanto viene insegnato con la vita personale degli studenti. Un docente molto apprezzato è quello che riesce a motivare esternamente gli studenti e far loro sentire il bisogno di partecipare ovvero, è il docente che rende una situazione interessante e/o rilevante che a sua volta può portare alla motivazione dello studente. Il docente motivante è allora una figura potente che permette agli studenti d'imparare.

2. La ‘motivazione dello studente’ può anche essere fornita dall’apprendimento stesso, se questo viene visto come interessante e rilevante dagli occhi degli studenti.

Ma, in qualsiasi situazione, è importante che il docente ricordi che la ‘motivazione dello studente’ si trova internamente allo studente. Proviene dallo studente. Mentre può essere stimolata dal docente (come detto nel punto 1 sopra), la si può anche stimolare con l’apprendimento offerto (educazione scientifica). Così il docente può:

(a) stimolare ‘l’interesse dello studente’ incorporando situazioni nell’insegnamento che portano alla ‘motivazione dello studente.’ Questo deriva da un ‘interesse per la situazione’ (un’interessante situazione di apprendimento creata dal docente) che tuttavia, provenendo dal docente, tende ad avere una portata limitata. L’interesse dello studente tende a scemare nel tempo e con esso, se non riaccesa dal docente, anche la motivazione dello studente.

(b) utilizzare un approccio maggiormente dipendente dagli interessi dello studente per stimolare la ‘motivazione dello studente’ – più in particolare creando situazioni in cui gli studenti apprendano da soli. In questo caso è la rilevanza dell’apprendimento che tende a spingere la motivazione, o richiama l’interesse dello studente per il metodo di apprendimento che successivamente aziona la motivazione dello studente. Come la figura 2 cerca di esprimere, la motivazione può spingere, o essere spinta da, rilevanza e/o interesse. Questo serve per importanti considerazioni sull’insegnamento, in modo speciale riguarda l’insegnamento delle materie scientifiche.

La domanda da considerare è: come si può fare affinché il programma scolastico sia visto dagli studenti come rilevante e quindi motivazionale e come possono i docenti fare un uso appropriato di reali opportunità educative per motivare, non solo attraverso loro stessi che forniscono lo stimolo (interesse situazionale), ma in modo più potente, attraverso l’incorporazione di linee guida significative nel programma scolastico? Rispetto a queste domande, i seguenti elementi motivanti sono considerati importanti.

### **1. Rilevanza socio-scientifica/componente basata sul contesto**

Nella letteratura che studia un approccio all’insegnamento più legato alla sfera sociale vengono fornite molte indicazioni di come questo aiuti a guadagnarsi l’interesse di molti studenti. Spesso il metodo consiste nel coinvolgere gli studenti nell’apprendimento costruttivista, avviato a partire da una base socio-culturale familiare in modo da permettere agli studenti di colmare il divario tra l’apprendimento interno all’ambito sociale nel quale vivono e l’apprendimento a scuola (van Aalsvorst, 2004).

La convinzione è che:

- l'insegnamento delle scienze a scuola è veramente 'educazione scientifica' e ci vuole attenzione nel riferirsi al compito del docente come 'insegnante di scienze', quando si dovrebbe intendere insegnare per mezzo della scienza (Holbrook & Rannikmae, 2007).
- L'educazione scientifica abbraccia un campo più ampio della scienza e all'interno della maggior parte dei programmi scolastici cerca di andare incontro alle necessità degli studenti come membri della società (come cittadini e in funzione di una carriera futura).

Se l'educazione scientifica vuole avere un peso nella vita futura degli studenti, sembra ovvio che questa debba avere una qualche rilevanza nella società. Mentre le possibili applicazioni della scienza sono tradizionalmente parte dell'insegnamento scientifico, la sua rilevanza risulta da una riflessione matura e come conseguenza logica; di conseguenza non aiuta molto ad apprezzare la grandezza della scienza nella fase iniziale - una fase in cui gli studenti cercano l'interesse. Come viene sottolineato in *'Science Education Now; A Renewed Pedagogy for the Future of Europe'* (EC, 2007), una principale preoccupazione espressa in merito all'insegnamento scientifico, è che la 'scienza scolastica' è vista dagli studenti come essere sia "irrilevante" che "astratta" (p. 9). La rilevanza deriva dal suo valore all'interno del contesto socio-culturale e quindi un'iniezione della componente socio-scientifica nell'apprendimento delle scienze nelle scuole è da considerarsi una utile aggiunta alla promozione della rilevanza.

Volendo riflettere sul come la rilevanza della scienza influisca sulla società, ci si può aspettare che l'apprendimento venga posto in relazione ad un contesto familiare per lo studente. In questo modo l'apprendimento inizia partendo da un contesto della vita di tutti i giorni, magari basandosi su problematiche o preoccupazioni locali (in genere associate al discorso sul miglioramento della qualità della vita), ma volendo ci si potrebbe anche rifare a delle problematiche globali (ad esempio a temi come, riscaldamento della terra, fabbisogno energetico, risorse d'acqua). Quindi le problematiche socio-scientifiche, che vengono viste come rilevanti dagli studenti perché risultano a loro familiari, forniscono un'introduzione più significativa all'apprendimento scientifico rispetto a quella che deriva in genere dai capitoli del libro di testo nei quali gli argomenti scientifici vengono introdotti in modo concettuale ed astratto.

## **2. Metodo d'insegnamento: elementi di sfida**

Poniamoci ora la domanda: qual è il metodo appropriato per promuovere un apprendimento legato ad un contesto motivante all'interno della sfera dell'educazione scientifica? Un metodo che vale la pena menzionare è

quello in cui s'incomincia da un contesto socio-scientifico, condito con l'apprendimento basato sulla ricerca (inquiry) e seguito da un sistema di consolidamento dei concetti scientifici appresi. In questo si può ritrovare un metodo d'insegnamento filosofico a 3 stadi, gestito dal docente; con un avvio incentrato sulla rilevanza, seguito da una consolidazione scientifica dell'apprendimento delle scienze con il coinvolgimento dello studente, specialmente in un contesto di rilevanza e nella considerazione del ruolo giocato dalle scienze (Holbrook & Rannikmae, 2010). Questo approccio si basa molto sul coinvolgimento dello studente. E di conseguenza, c'è bisogno di fondare l'apprendimento sui costrutti preesistenti degli studenti, che spesso derivano dalla società. Una comune pratica, quindi, è quella di stimolare le conoscenze preesistenti negli studenti attraverso il brainstorming e da lì partire, coinvolgendo gli studenti in lavori di gruppo (Cardellini & Felder, 1999) per sviluppare dei progetti che facilitino l'apprendimento concettuale scientifico futuro (valutazione di progetti, il metodo Jigsaw per lo sviluppo delle aree dell'apprendimento, ecc.).

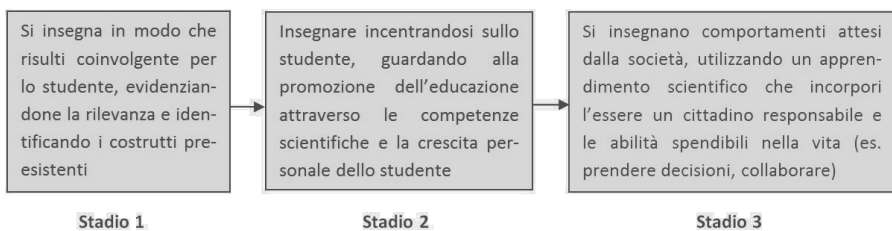
### **Praticare l'educazione scientifica usando le componenti della motivazione**

Affrontiamo l'argomento attraverso due prospettive:

(a) un modello teorico proposto, e (b) il metodo d'insegnamento.

#### **a) Il modello teorico: pianificare l'insegnamento motivante in 3 stadi**

Il diagramma sottostante illustra l'utilizzo della rilevanza socio-scientifica come elemento chiave per attivare la motivazione personale dello studente (o motivazione intrinseca allo studente) e per promuovere il coinvolgimento dello studente nell'apprendimento. Questa motivazione è quindi alimentata dalla partecipazione dello studente e anche sostenuta da qualsiasi altro aspetto motivante fornito dal docente.



#### **Il 1° stadio – Un contesto coinvolgente e rilevante (Scenario)**

L'utilizzo di uno scenario 'appropriato' nella fase iniziale è importante. Serve a stimolare l'interesse ma anche a farne capire l'importanza agli studenti. Ma certamente non tutti i contesti sono adatti. La ricerca ha dimostrato che gli studenti si identificano con specifiche espressioni o presenta-

zioni e questo fatto ricopre un ruolo importante nel determinare se lo scenario scelto funziona. Anche il titolo dato allo scenario svolge una sua funzione. Se fallisce nel catturare l'attenzione degli studenti, lo scenario difficilmente funzionerà. La rilevanza è quindi un utile precursore per lo sviluppo dell'interesse personale degli studenti ed è un potente stimolo per l'apprendimento scientifico. Fornisce gli studenti il desiderio di approfondire l'apprendimento, spingendosi oltre allo scenario proposto verso l'apprendimento delle nuove conoscenze scientifiche che il modulo deve contenere. Possiamo dire che qui è la rilevanza che sostiene la motivazione.

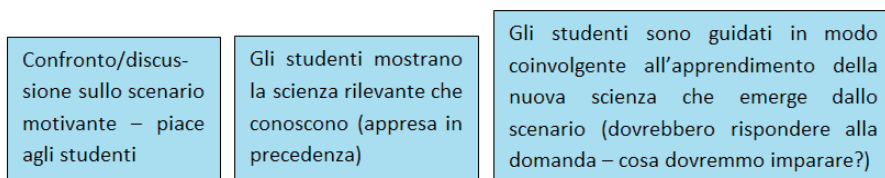
Il metodo d'insegnamento dovrebbe essere 'prima motivare', a cui segue l'apprendimento scientifico come secondo. Questo approccio contrasta con il metodo classico che presuppone che sia la scienza stessa interessante in modo che possa a sua volta motivare gli studenti (purtroppo, in moltissimi casi, sappiamo che non funziona!!). Sfortunatamente, i metodi standard d'insegnamento che suppongono implicitamente che la scienza sia intrinsecamente interessante per gli studenti se insegnata nel modo giusto, hanno però dimostrato nella pratica che non attraggono molti studenti nella scuola secondaria (Osborne et al., 2003).

Abbiamo visto che la motivazione si stabilisce per mezzo di uno scenario. Tuttavia, per far sì che questo funzioni correttamente deve seguire quattro criteri:

- (i) Deve piacere agli studenti.
- (ii) È parte della vita quotidiana (anche se ricollegabile ad una problematica globale).
- (iii) Ha associato un collegamento scientifico (che è parte del programma scolastico).
- (iv) Viene presentato in modo coinvolgente.

S'incoraggia l'uso estensivo di internet e YouTube se aiuta visivamente a dare avvio a questo tipo di insegnamento. Altri scenari includono storie, cartoni animati e raffigurazioni. È importante assicurare un collegamento al programma scolastico, giacché lo scopo dello scenario è quello di attivare la motivazione negli studenti in funzione dell'apprendimento scientifico che segue. Con l'utilizzo dello scenario, i docenti desiderano che gli studenti si facciano avanti con commenti, domande, e/o delle discussioni. Attraverso questo ci aspettiamo che lo studente diventi interessato. Tuttavia, per il docente, il vero obiettivo delle interazioni con gli studenti è far emergere le conoscenze precedenti che hanno e, magari, la scienza relativa che a loro piacerebbe apprendere (se presente nel programma scolastico).

Perciò, sebbene possa piacere agli studenti interagire attraverso uno scenario, non ci si può accontentare di discuterne semplicemente gli aspetti sociali. Il diagramma sottostante evidenzia i componenti principali.



Potenziati indicatori, o feedback, e aspetti importanti che il docente dovrebbe valutare:

1. Gli studenti partecipano in modo socialmente accettabile.
2. Gli studenti si accorgono delle componenti scientifiche nello scenario socio-scientifico.
3. Gli studenti sono in grado di riconoscere le conoscenze scientifiche antecedenti, se ci sono, relativamente allo scenario (sia i costrutti corretti che, all'occorrenza, le concezioni sbagliate).
4. Gli studenti sono in grado di proporre delle buone idee per approfondire l'apprendimento scientifico (una questione scientifica da risolvere e magari un'idea su come riuscirci).

Una volta catturata l'attenzione e stabilita la motivazione dello studente attraverso lo scenario, il docente può concentrarsi nell'approfondire l'apprendimento scientifico, che è, in sostanza, legato alla scienza concettuale attraverso degli indicatori di competenze da acquisire basate sul programma scolastico. L'intenzione è che, in questo ulteriore stadio, lo studente le acquisisca gradualmente. Gli stadi attraverso cui questo avviene possono essere proposti come una serie di sfide, anche se il grado fino al quale questo è possibile dipende dalle abilità scientifiche dello studente apprese in precedenza.

### **Preparare lo stadio 2**

Mentre lo stadio 1 è un preliminare con cui si accresce la motivazione dello studente e sviluppa l'interesse per la scienza, lo stadio 2 è quello importante per l'acquisizione di nuovi concetti scientifici attraverso l'apprendimento basato nel coinvolgimento degli studenti in appropriate ricerche (inquiry-based learning). Tuttavia, l'esperienza ha mostrato che i docenti hanno bisogno di essere guidati per apprezzare come spostarsi dallo stadio 1 allo stadio 2 mantenendo la 'motivazione dello studente'.



Il processo atteso è:

- (a) dare modo agli studenti di riconoscere che non sono in grado di comprendere la scienza riguardante lo scenario senza apprendere nuovi concetti scientifici, e allora -
- (b) sviluppare problematiche scientifiche a cui si deve trovare risposta (da parte degli studenti se riescono, altrimenti il docente che li guida – *sforzandosi di dire sempre il minimo*). Lo stadio 2 consiste nel trovare le risposte alle problematiche, il che si presenta come una sfida coinvolgente per gli studenti.

Spostarsi dallo scenario allo sviluppo della problematica scientifica *dipende molto dall'abilità del docente*. È importante che il docente si renda conto che introdurre il libro di testo qui può guastare la sfida e, con essa, la motivazione dello studente di cercare la soluzione della problematica in una maniera investigativa.

### **Intraprendere lo stadio 2**

Questo probabilmente è lo stadio dove **si spende la maggior parte del tempo insegnando/imparando** e dove gli studenti acquisiscono sia in modo concettuale che a livello personale e come formazione sociale (le componenti dell'*educare con la scienza*). È fondamentale riuscire a far arrivare l'entusiasmo generato dallo stadio 1 a questo importante stadio.

L'approccio qui usato è un portare al massimo l'apprendimento costruito dallo studente (Inquiry-Based Science Education o IBSE). Il passo con cui l'insegnamento procede dipende molto dalle capacità degli studenti, sviluppate in occasioni precedenti, il tutto sostenuto dal coinvolgimento estrinseco prodotto dal docente.

Nel caso in cui gli studenti abbiano acquisito in precedenza esperienze nelle abilità richieste per portare a termine un procedimento scientifico (come proporre la questione scientifica da approfondire, pianificare l'investigazione da intraprendere, condurre l'investigazione, ecc.), allora l'affrontare un apprendimento basato sulla raccolta di evidenze (*un elemento fondamentale del percorso scientifico*) diventerà più facile. Ci si può aspettare che l'apprendimento scientifico basato sull'investigazione richieda molto meno tempo quando si è già maturata esperienza che nel caso in cui gli studenti non hanno avuto occasioni precedenti di *apprendimento incentrato sullo studente*. (La crescita in esperienze precedenti dovrebbe essere un elemento chiave per l'insegnamento nei primi anni dell'istruzione scientifica superiore).

### **Spieghiamo l'apprendimento basato sull'indagine**

I docenti devono avere una chiara nozione degli obiettivi dietro l'apprendimento attraverso l'investigazione. Questa comprensione deve

andare oltre il semplice raggiungimento delle abilità manipolative da parte dello studente. L'*inquiry learning* vuole essere un apprendimento cognitivo costruito dallo studente, con l'insegnante che fa da facilitatore. **Di certo NON è semplicemente seguire uno schema di lavoro e trascrivere una certa risposta.** *Invero, si suggerisce che l'obiettivo del docente sia cercare di lavorare il meno possibile con uno schema di lavoro. Più il docente semplifica e guida, più gli studenti riescono a crescere e costruire la fiducia in se stessi.* La cattiva notizia è, ovviamente, che l'apprendimento guidato dallo studente porta via tempo. La buona notizia è che, con la pratica, gli studenti diventano più produttivi e di conseguenza meno tempo sarà richiesto.

Seguono quelle che all'incirca sono tutte le componenti dell'apprendimento basato sull'indagine (*anche se non tutte viste realmente come abilità di processo*):

- proporre questioni scientifiche (problematiche da approfondire scientificamente);
- (ove necessario, separare le problematiche in sotto-problemi da approfondire separatamente);
- sviluppare un piano per degli esperimenti;
- indicare strumenti e apparecchiature da usare (spesso basandosi su esperienze di laboratorio precedenti) e le necessarie precauzioni per la sicurezza;
- registrare in modo appropriato le osservazioni e interpretare i dati ottenuti in modo corretto.

Inoltre, a livello personale, ci si aspetta che gli studenti imparino ad usare le *abilità comunicative* per presentare le loro conclusioni in modo appropriato (scritte, orali, o ICT) e discutere sui limiti associati con le soluzioni da essi proposte nella soluzione del problema (come risposta alla questione scientifica). Per di più, l'apprendimento basato sull'indagine è anche molto indicato per lo sviluppo di abilità sociali, in special modo gli sviluppi interpersonali (studente-studente e studente-insegnante) e migliorare ulteriormente le proprie capacità, associate alle attitudini proprie dell'apprendimento per mezzo dell'investigazione, come l'iniziativa, l'ingegnosità, il lavorare in sicurezza e la perseveranza.

### **I differenti gradi dell'apprendimento costruito dallo studente (all'interno dell'IBSE)**

Sebbene i componenti IBSE siano stati illustrati sopra, gli insegnanti possono certamente approfondire l'apprendimento con i propri studenti usando anche altri metodi. Qualsiasi sia il metodo usato, lo scopo finale è permettere agli studenti di affrontare l'approfondimento dell'apprendimento

senza, o al più con una minima intromissione del docente (ovvero sono gli studenti che intraprendono lo sviluppo di un progetto o un'indagine 'libera').

Per questo livello d'indipendenza dello studente, i docenti hanno bisogno d'insegnare agli studenti a costruire il loro modo di pensare rispetto ai diversi stadi dell'apprendimento attraverso l'indagine.

Dall'esperienza di moti insegnanti risulta che più pratica hanno gli studenti nei processi di inquiry, più facilmente e con maggiore abilità si ritroveranno a intraprendere i livelli più alti di IBSE incentrato sullo studente.

Riportiamo come esempio dei vari stadi (e sotto-stadi) che i docenti possono considerare nel progettare specifiche esperienze IBSE per gli studenti la seguente illustrazione di Smith (2011), che a sua volta modificò quella di Herron (1971), dove 'dato' significa 'fornito dal docente' e 'libero' significa 'fornito dagli studenti'.

Livello di ricerca	Quesito Scientifico	Materiale/ Equipaggiamento	Pianificazione/ Procedure	Risposta/ Soluzione
0*	Dato	Dato	Dato	Dato
1 Strutturato	Dato	Dato	Dato	Libero
2 Guidato (opzione A)	Dato	Dato (in toto o forse in parte)	Dato (in toto o forse in parte)	Libero
2 Guidato (opzione B)	Dato	Libero	Libero	Libero
2 Guidato (opzione C)	Dato	Dato in parte (mediante una selezione di materiali che però include anche ciò che serve)	Libero dalla prospettiva dell'alunno (ma fornito dal docente poiché devono usare i materiali come assegnati)	Libero
2 Guidato (opzione D)	In parte libero (usa parametri generosi)	Libero	Dato in parte (ad es. attraverso passate esperienze di controllo delle variabili, analogia con altri esperimenti o forme di ricerche, ma libero perché non si dice cosa fare)	Libero
2 Guidato (opzione E)	Libero	Parzialmente libero (questo è quanto abbiamo a scuola)	Libero (ma il docente deve stare attento sulla questione della sicurezza)	Libero
3 Libero	Libero	Libero	Libero	Libero

\*Non può considerarsi IBSE

La nostra esperienza come docenti ci fa comprendere che il percorso attraverso i metodi indicati in tabella NON ci si può aspettare che sia lineare. Così ad esempio, le varie differenze tra la tipologia 2 e la tipologia 3 (ricerca libera) dipenderanno dagli studi precedenti e dalla severità delle sfide portate avanti nelle lezioni di scienze.

### Prepararsi per il 3° stadio

La soluzione della questione scientifica, dettagliata attentamente, registrata e collegata ad altri concetti scientifici, ci si aspetta che naturalmente

conduca ad un 3° stadio. Nondimeno, nello spostarsi verso il 3° stadio, è importante che agli studenti sia data la possibilità di consolidare quanto imparato attraverso validi sistemi di feedback/valutazione utilizzati dal docente come le mappe concettuali (vedi paragrafo successivo), semplici test, presentazioni orali o scritte.

Questi consolidamenti non solo sottolineano i collegamenti tra i concetti scientifici ma si possono estendere arrivando a collegamenti tra materie scolastiche (imparare da altre aree del sapere cosicché la scienza sia integrata nella mente dello studente e all'interno della società).

Quindi, nel 3° stadio, le conoscenze scientifiche apprese attraverso il processo di indagine possono essere usate per fare altre considerazioni sulla questione socio-scientifica che aveva avuto inizio nello scenario al 1° stadio.

### **Creare mappe concettuali**

Lo stadio 2 incorpora l'apprendimento di concetti scientifici e gli studenti incontrano idee scientifiche nuove.

Affinché sia utile, questo processo deve inserire i nuovi concetti in un contesto scientifico più ampio e, in particolare, questa nuova scienza va collegata ad altre conoscenze scientifiche del programma scolastico.

Novak & Gowin (1984) hanno mostrato come i concetti scientifici possano essere collegati tra loro attraverso le mappe concettuali.

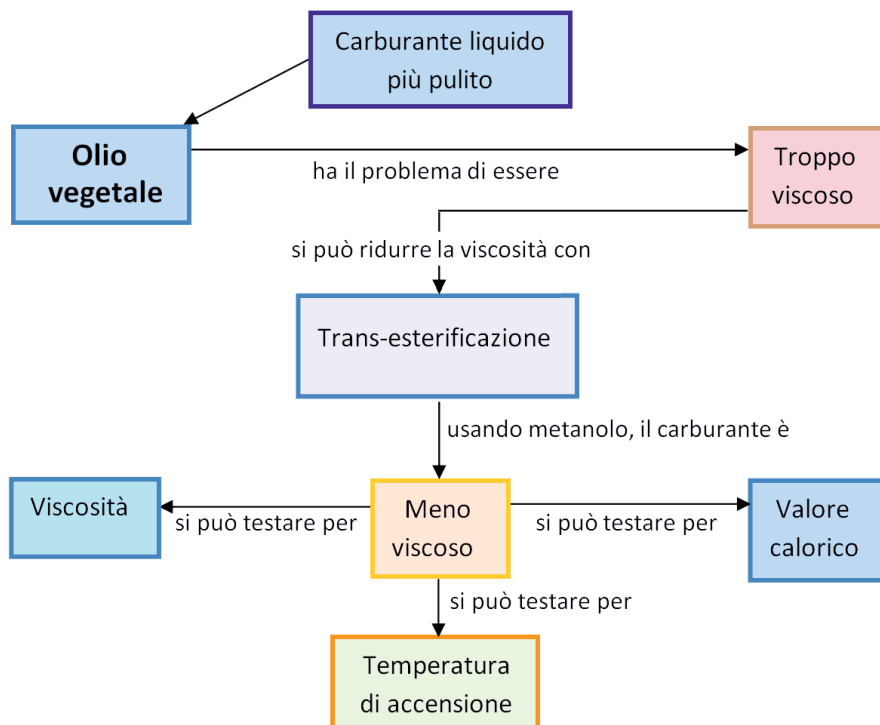
Le mappe concettuali sono un mezzo per rappresentare la conoscenza e sono basate su di un costrutto teorico (Novak & Cañas, 2006).

Così il creare queste mappe concettuali da parte degli studenti diventa un esercizio utile anche per la valutazione, in cui gli studenti illustrano quanto appreso sulla struttura dei concetti scientifici – aspetto importante per il collegamento delle idee scientifiche.

**L'estensione** dell'insegnamento scientifico delineato e portato avanti dal docente (il numero dei concetti scientifici) dipenderà da fattori quali:

- l'interesse del docente;
- l'abilità degli studenti;
- il livello d'interesse che può essere sostenuto dagli studenti, e, ovviamente,
- i fattori esterni quali il tempo a disposizione per l'insegnamento.

All'atto pratico, la seguente illustrazione mostra un esempio di una possibile mappa concettuale riferita al Biodiesel.



### Affrontare il 3° stadio

Il 3° stadio consiste nel prepararsi per potenziali azioni comportamentali – la dimostrazione massima delle competenze acquisite. Qui gli studenti sono chiamati a utilizzare i concetti scientifici acquisiti, inserendoli nella situazione dello scenario originale, così da poter discutere la situazione dello scenario più approfonditamente, sfruttando le conoscenze appena acquisite. Questa è un'importante, valida e possibilmente coinvolgente, componente dell'apprendimento e aiuta a raggiungere due importanti obiettivi dell'apprendimento:

- (i) studenti che **trasferiscono** idee scientifiche in una **situazione nuova, contestuale**, e
- (ii) studenti capaci di partecipare significativamente in un **esercizio sul processo decisionale** per giungere a una decisione giustificata in relazione con l'iniziale situazione socio-scientifica delineata con il titolo del modulo (azione comportamentale suggerita).

Il 3° stadio riguarda le interazioni tra gruppi di studenti, o di un'intera classe, mediante attività come dibattiti, giochi di ruolo, o discussioni. Gli studenti dovrebbero avanzare il proprio punto di vista, il docente assicurarsi

che l'integrazione della nuova scienza avvenga in maniera interessante e *appropriatamente corretta*. Gli studenti si ritrovano coinvolti in aspetti dell'*argomentazione* (difendendo il loro punto di vista o confutando il punto di vista degli altri), come anche nel dover comunicare nuove conoscenze scientifiche in maniera *concettualmente corretta*. Il risultato finale è un insieme di decisioni di piccoli gruppi, o un consenso unanime raggiunto dalla classe intera. La decisione definitiva non è, per se stessa, così rilevante come le giustificazioni avanzate, ma naturalmente le conclusioni dovrebbe soddisfare i valori accettati dall'intera società locale.

### **b) L'insegnamento**

Mentre il modello a 3 stadi è una considerazione teorica, l'insegnamento deve basarsi su un metodo valido capace di guidare gli studenti nell'apprendimento. Così i moduli per l'insegnamento, basati sulla filosofia a 3 stadi (vista come l'esaminare il familiare; lo spaziare tra sociale e scientifico; il relazionarsi all'indietro dalla concettualizzazione scientifica all'apprezzamento sociale) vengono suggeriti come un utile supplemento. Vista l'importanza delle attitudini dello studente, assicurarsi che la motivazione sia incoraggiata e alimentata per tutto il modulo è di primaria attenzione. Tuttavia, il modulo non ha bisogno di indicare direttamente i vari stadi, soprattutto per non dar l'idea a docenti e studenti che l'apprendimento sia inteso a comparti e con delle suddivisioni. A dirla tutta, gli studenti non dovrebbero accorgersi della presenza dei 3 stadi.

### **Struttura dei moduli**

Mentre la struttura dei moduli non va presa come una necessità, i seguenti 5 componenti possono avere un valore didattico: una pagina iniziale; attività o compiti dello studente; una guida del docente; i metodi di valutazione e gli appunti di approfondimento per il docente (sia la parte scientifica che quella pedagogica). Vengono spiegati più a fondo nei paragrafi seguenti per capirne il valore e dare indicazioni ai docenti su come fare il miglior uso appropriato dei moduli. Le sotto-sezioni spiegano più in dettaglio la struttura dei moduli su come si presentano in pratica. È importante che i docenti comprendano la NON assolutezza dei moduli ma il loro essere una linea guida. I docenti, possono, e sono vivamente incoraggiati a, modificare i moduli per meglio adattarli alla situazione della loro classe.

### **Presentazione**

Consiste in un paio di pagine, con una stesura gradevole per attirare l'attenzione su (a) il titolo del modulo, (b) un sommario del contenuto scientifico, come anche (c) l'elaborato del fulcro dell'apprendimento 'educare con la scienza' rappresentato come *competenze da svilupparsi* attraverso l'insegnamento utilizzando il modulo. Le competenze sono importanti visto

che indicano l'*apprendimento desiderato* e quindi le parti dell'apprendimento che devono essere verificate durante l'apprendimento. Essendo relative alla 'educazione con la scienza', le competenze vanno oltre la conoscenza e comprendono abilità, attitudini e valori, pertinenti con la situazione e l'apprendimento voluto. Alcuni moduli sviluppati da insegnanti italiani si trovano all'URL: <http://www.profiles.univpm.it/node/23>.

### **Attività degli studenti**

Nel preparare le attività per gli studenti, è importante tenere conto che questa sotto-sezione è destinata agli studenti. *È l'unica parte del modulo che è pensata per poter essere consegnata agli studenti.*

Va quindi realizzata in modo tale da coinvolgere direttamente gli studenti nella costruzione del proprio sapere. Tuttavia allo stesso tempo, non deve diventare un mezzo per sostituirsi all'insegnante e dettare all'insegnante come occuparsi di questo aspetto. Con questo in mente, le attività dello studente vengono proposte come un singolo insieme (non divise tra i 3 stadi). Però, c'è comunque da assegnare lo scenario (sul foglio delle attività dello studente, se stampato). Inoltre, anche se le attività dello studente sono elencate, non sono solitamente accompagnate dal programma di lavoro (*gli schemi di lavoro, se forniti con il modulo, sono di proposito inclusi tra le note del docente* cosicché il docente ha l'opzione di scegliere se questi fogli di lavoro sono appropriati per farne uso, o serve modificarli prima, o non servono affatto).

### **Guida del docente**

La parte per il docente è una importante sezione del modulo. Ha il compito di guidare l'insegnante per fargli apprezzare la situazione creata dai progettisti del modulo e la maniera in cui si aspettano che si svolga l'apprendimento. Nondimeno, la guida offerta è consultiva e può essere tralasciata dal docente, se e quando l'insegnante lo ritiene opportuno. Chiaramente la libertà espressa per il docente è importante, giacché quello che interessa particolarmente è l'utilizzo della 'rilevanza per gli studenti' come fattore motivante e anche che sia sviluppato l'apprendimento in maniera costruttivista, basandosi sulle conoscenze precedenti che gli studenti in quel momento posseggono.

All'interno del modulo, la guida del docente può comparire in un formato lezione-per-lezione e può riportare sia un diagramma di flusso della sequenza di apprendimento attraverso i 3 stadi, sia una mappa concettuale che potrebbe essere utile per chiudere il 2° stadio.

### **Valutazione**

Nel contesto di 'educare con la scienza', non tutte le competenze possono essere determinate utilizzando una valutazione del tipo matita e carta.

Inoltre, nelle nuove situazioni, vale di più determinare e supportare i progressi dello studente che non valutare in modo sommativo. Questo si presta a metodi di valutazione formativi e quindi la sotto-sezione di valutazione è pensata per guidare il docente nello sviluppo di metodi di valutazione che loro ritengono appropriati. Così, i suggerimenti vogliono solo essere puramente indicativi (a seconda delle circostanze) e non una guida per il docente da seguire senza una ponderata selezione delle parti e un adattamento al proprio insegnamento. Le idee per una valutazione formativa sono pensate

(a) basandosi su conoscenza/abilità/attitudini/valori che gli studenti devono acquisire, e/o

(b) valutazione lezione per lezione, e/o

(c) basandosi sul metodo preferito dal docente nel compiere la verifica.

Ovviamente i metodi non sono pensati per essere usati tutti e tre contemporaneamente dai docenti, anche se un mescolamento e adattamento è sempre opzionabile dal docente. La valutazione sommativa finale non è inclusa; certamente, come e se usarla spetta solo al docente.

### **Appunti per il docente**

Questa sezione, che può o anche no essere presente, è pensata come materiale di supporto aggiuntivo da offrire al docente per assisterlo nell'insegnamento. Visto il potenziale inter-disciplinare dei moduli (derivante dai collegamenti con la società), questa sezione può fornire appunti su un più ampio contenuto scientifico che potrebbe essere non familiare per il docente: schemi di lavoro suggeriti da usare con gli studenti, provvista di risposte alle domande sollevate nelle attività degli studenti, o dettagli sugli aspetti sperimentali e sulla sicurezza. Le note del docente possono trovarsi sotto forma di spiegazioni dirette o appunti, o possono più semplicemente essere indicazioni di riferimenti adatti, soprattutto su internet.

### **Conclusione**

La motivazione viene proposta come chiave per l'apprendimento scientifico. Questo si basa sulla filosofia per cui la motivazione personale è un metodo migliore per l'apprendimento che lo stipare fatti senza alcuna rilevanza nella mente dello studente. E l'obbiettivo altri non è che promuovere l'alfabetizzazione scientifica e tecnologica che permette agli studenti di far fronte a ulteriori studi nella materia, acquisire attitudini e attributi che lo rendano cittadino responsabile e guadagnare abilità utili per l'impiego. Le abilità, le competenze, comprese le attitudini che questo metodo d'insegnamento permette di sviluppare sono parte integrante dei descrittori di Dublino (Dublin descriptors, 2004; European Communities,



2007). L'impatto dei moduli, che favorisce l'insegnamento innovativo e l'integrazione delle idee teoriche sottostanti, è illustrato nei seguenti articoli, come anche in altre pubblicazioni (Bolte, Holbrook, Mamlok-Naaman & Rauch, 2014; Bolte, Holbrook & Rauch, 2012; Special issue of Science Education International – accessibile su [www.icasonline.net/seiweb](http://www.icasonline.net/seiweb)). L'accesso a molti moduli in Inglese è possibile attraverso il sito [www.profiles-project.eu](http://www.profiles-project.eu).

### Riferimenti

- Bolte, C., Holbrook, J. Mamlok-Naaman, R. & Rauch, F. (Eds.). (2014). *Science Teachers' Continuous Professional Development in Europe. Case Studies from the PROFILES Project*. Berlin: Freie Universität Berlin (Germany)/Klagenfurt: Alpen-Adria-Universität Klagenfurt (Austria).
- Bolte, C., Holbrook, J., Rauch, F. (Eds.) (2012). *Inquiry-based Science Education in Europe: Reflections from the PROFILES Project*. Berlin: Freie Universität Berlin.
- Cardellini, L. & Felder, R. M. (1999). L'apprendimento cooperativo: un metodo per migliorare la preparazione e l'acquisizione di abilità cognitive negli studenti. *La Chimica nella Scuola*, **21** (1), 18-25.
- Dublin descriptors. (2004). Online at: [http://www.tcd.ie/teaching-learning/academic-development/assets/pdf/dublin\\_descriptors.pdf](http://www.tcd.ie/teaching-learning/academic-development/assets/pdf/dublin_descriptors.pdf)
- European Commission (EC). (2007). *Science Education Now: A renewed pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: Author.
- European Communities. (2007). *Key competences for lifelong learning. European reference framework*. Luxembourg: European Communities.
- EACEA/Eurydice. (2002). *Key Competencies: A Developing Concept in General Compulsory Education* (Vol. 5). Ministry of Education.
- EACEA/Eurydice, (2012). *Key Data on Education in Europe 2012*. Brussels: Eurydice.
- Fernandez, C., Holbrook, J., Mamlok-Naaman, R. & Coll, R. K. (2013). How to teach science in emerging and developing environments. In: I. Eilks & A. Hofstein (Eds.). *Teaching Chemistry – A Studybook. A Practical Guide and Textbook for Student Teachers, Teacher Trainees and Teachers*. (pp. 299-326). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *School Review*, **79** (2), 171-212.
- Hofstein, A., Eilks, I. & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education: a pedagogical justification and the state of the art in Israel, Germany and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **9** (6), 1459-1483.
- Holbrook, J. & Rannikmäe, M. (2010). Contextualisation, de-contextualisation, re-contextualisation – A science teaching approach to enhance meaningful learning or scientific literacy. In: I. Eilks & B. Ralle (Eds.). *Contemporary Science Education* (pp. 69-82). Aachen, Germany: Shaker.

- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, **4** (3) 275-288.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, **29** (11), 1347-1362.
- Novak J. D. & Cañas A. J. (2006), *The theory underlying concept maps and how to construct them* (Technical Report No. IHMC CmapTools 2006-01). Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.
- Novak J. D. & Gowin D. B. (1984), *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield foundation*. London: Nuffield Foundation.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, **25**(9), 1049–1079.
- PROFILES project (2014). Professional Reflection Orient Focus on Inquiry Learning and Education through Science. Access from [www.profiles-project.eu](http://www.profiles-project.eu).
- Sjöström, J. (2011). Towards Bildung-oriented chemistry education. *Science & Education* online retrieved doi 10.1007/s11191-011-9401-0.
- Smith, C. (2011). Scientific Thinking. ICASE newsletter April 2011. Accessed online: [www.icaseonline.net/news.html](http://www.icaseonline.net/news.html)
- Science Education International (SEI) (2014). Special Issue – PROFILES. Access from: [www.icaseonline.net/seiweb](http://www.icaseonline.net/seiweb)
- Tytler, R. (2007). *Australian education review: Re-imagining science education engaging students in science for Australia's future*. Victoria: ACER Press.
- Van Aalsvoort, J. (2004). Logical positivism as a tool to analyse the problem of chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education. *International Journal of Science Education*, **26**(9), 1151-1168





AREE SCIENTIFICO–DISCIPLINARI

AREA 01 – Scienze matematiche e informatiche

AREA 02 – Scienze fisiche

AREA 03 – **Scienze chimiche**

AREA 04 – Scienze della terra

AREA 05 – Scienze biologiche

AREA 06 – Scienze mediche

AREA 07 – Scienze agrarie e veterinarie

AREA 08 – Ingegneria civile e architettura

AREA 09 – Ingegneria industriale e dell’informazione

AREA 10 – Scienze dell’antichità, filologico–letterarie e storico–artistiche

AREA 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche

AREA 12 – Scienze giuridiche

AREA 13 – Scienze economiche e statistiche

AREA 14 – Scienze politiche e sociali

AREA 15 – Scienze teologico–religiose

*Il catalogo delle pubblicazioni di Aracne editrice è su*

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)

Compilato il 15 febbraio 2016, ore 11:00  
con il sistema tipografico  $\text{\LaTeX}$  2 $\epsilon$

Finito di stampare nel mese di febbraio del 2016  
dalla tipografia «System Graphic S.r.l.»  
00134 Roma – via di Torre Sant'Anastasia, 61  
per conto della «Aracne editrice int.le S.r.l.» di Ariccia (RM)