

**Riflessioni storico-epistemologiche e
psicologiche
sull'introduzione alle Indicazioni di
Scienze dei Licei e degli obiettivi di
Chimica del biennio**

Carlo Fiorentini

Indicazioni licei: Introduzione Scienze naturali

«In tale percorso riveste **un'importanza fondamentale la dimensione sperimentale**, dimensione **costitutiva** di tali discipline e come tale da tenere sempre presente ... **Tale dimensione rimane un aspetto irrinunciabile della formazione scientifica** e una guida per tutto il percorso formativo, anche quando **non siano possibili attività di laboratorio in senso stretto**, ad esempio attraverso la **presentazione, discussione ed elaborazione di dati sperimentali**, l'utilizzo di filmati, simulazioni, modelli ed esperimenti virtuali, la presentazione – **anche attraverso brani originali di scienziati – di esperimenti cruciali nello sviluppo del sapere scientifico**».

Obiettivi specifici di apprendimento di Chimica del primo biennio

«Nel primo biennio prevale un approccio di tipo fenomenologico e osservativo-descrittivo».

«Lo studio della chimica comprende l'osservazione e descrizione di fenomeni e di reazioni semplici (il loro riconoscimento e la loro rappresentazione) con riferimento anche a esempi tratti dalla vita quotidiana; gli stati di aggregazione della materia e le relative trasformazioni; il modello particellare della materia; la classificazione della materia (miscugli omogenei ed eterogenei, sostanze semplici e composte) e le relative definizioni operative; le leggi fondamentali e il modello atomico di Dalton, la formula chimica e i suoi significati, una prima classificazione degli elementi (sistema periodico di Mendeleev)».

Perché sono importanti, anche, le prime righe della slide precedente?

«Lo studio della chimica comprende l'osservazione e descrizione di fenomeni ... gli stati di aggregazione della materia e le relative trasformazioni ... miscugli omogenei ed eterogenei ...»

Anche nei bienni dei licei, e in generale, della scuola secondaria superiore di secondo grado, è indispensabile una **conoscenza riflessiva e sistematica di fenomenologie chimiche basilari.**

Altrimenti le teorie che vengono insegnate (cioè i tentativi di spiegazione dei fenomeni), anche quelle della chimica classica, **sono spiegazioni senza la conoscenza di ciò che viene spiegato.**

Sono quindi, **assurde, senza significato.**

La Struttura Educativa della Chimica: Il curricolo verticale

Quale impostazione dovrebbe caratterizzare l'insegnamento nella scuola del primo ciclo?

Un'impostazione fenomenologica

Scrivere Ernesto Codignola nel 1949
nell'introduzione a *Esperienza e educazione* di J.
Dewey:

“La vera originalità della pedagogia attiva è
nel bando dato all'ideale enciclopedico, il
vero cancro della scuola moderna, nel
nuovo spirito introdotto nelle relazioni tra
insegnante e alunno, **nella rivoluzione
copernicana che ha fatto del discente e
delle sue esigenze vitali il vero centro
dell'attività didattica**”.

I concetti di tipo operativo non sono in banale continuità con il senso comune. Ciò che li caratterizza è un sapere riflessivo e consapevole, relazionale, sistematico.

Si basano sulle esperienze e sulla percezione, ma solo con il linguaggio è possibile, confrontandole, concettualizzarle.

**Gli esperimenti sono indubbiamente una risorsa
fondamentale per la concettualizzazione,
ma non di per sé.**

**Ciò che dei fenomeni deve principalmente
interessare, al di là del primo momento, quello
dello stupore, non è il loro aspetto meraviglioso,
ma la loro logica fenomenologica,
la rete di connessioni che può essere costruita.**

**Ciò non è nella immediatezza dell'esperienza,
ma nella riflessione sull'esperienza,
che può essere realizzata soltanto con la
mediazione del linguaggio.**

«Credere che ogni educazione autentica proviene dall'esperienza non significa già che tutte le esperienze siano genuinamente educative... **ci sono difatti delle esperienze diseducative... le esperienze possono essere così sconnesse fra di loro che, per quanto ognuna sia gradevole o anche stimolante in sé, esse non costituiscono un tutto ben saldo».**

(I. Dewey, *Esperienza e Educazione*, Nuova Italia, 1949, pp. 10-11)

È soltanto il linguaggio, ed in particolare il linguaggio scritto, che permette l'effettuazione di quelle attività cognitive – descrivere, rappresentare, individuare differenze e somiglianze, individuare relazioni e connessioni causali, classificare e definire – che possono produrre consapevolezza delle relazioni significative che caratterizzano una determinata fenomenologia, che permettono quindi di concettualizzarla.

«Gli stati di aggregazione della materia e le relative trasformazioni».

Vi è discontinuità significativa tra stato solido e liquido, da una parte, e stato gassoso, dall'altra.

Lo stato gassoso è stato un immane problema per l'umanità.

Tuttavia, anche lo stato liquido pone dei problemi.

Voglio ricordare un articolo di un amico,
Ezio Roletto, *Solido, liquido... dei concetti banali?*,
Scuola e Città, 1990, n. 5-6.

«Una cosa è certa: sia le interviste che i questionari segnalano che i due concetti esaminati sono tutt'altro che banali, dal momento che una **proporzione consistente di allievi che escono dalla scuola dell'obbligo si portano dietro molti dubbi**, con i quali dovranno fare i conti gli insegnanti delle superiori».

Per gli studenti del primo ciclo è, ad esempio,
molto difficile spiegare esperimenti,
apparentemente banali, quali spingere una
bottiglia di acqua minerale,
col collo tagliato e vuota,
dentro una bacinella piena di acqua.

Per non parlare della **grande difficoltà di osservare, di *comprendere* ciò che non si vede, il vapore acqueo.**

È importante inoltre ricordare i risultati di un'indagine effettuata circa trenta anni fa a **Modena da Paolo Mirone** con studenti del quarto anno di chimica: alla domanda: “che cosa sono le bolle, quando l'acqua sta bollendo da 5-10 minuti?”

Inoltre quante riflessioni e spiegazioni è possibile sviluppare durante l'osservazione riflessiva di fenomeni basilari della Chimica!

È un pregiudizio della sola competenza specialistica quello che ritiene che la **spiegazione sia possibile solo con le teorie**, ed in particolare, con teorie microscopiche della Chimica del Novecento.

È possibile constatare tutto ciò, ad esempio, nei seguenti contributi:

1. contenuti nel libro: *I tanti volti della chimica*, a cura di E. Aquilini, E. Ghibaudi, M. Venturi, G. Villani:

- *Esempi di percorsi didattici per la scuola primaria e la scuola secondaria di I grado* (le soluzioni; l'evaporazione, l'ebollizione e il ciclo dell'acqua), Carlo Fiorentini, Ugo Cosentino, pp. 225-241.
- *Dalla materialità dell'aria al concetto di gas*, Claudia Andreini, Antonio Testoni, pp. 256-277.

2. contenuti nel libro: C. Fiorentini, E. Aquilini, D. Colombi, A. Testoni, *Leggere il mondo oltre le apparenze*, Roma, Armando, 2007:

- *Tre classi fondamentali di sostanze: gli acidi, le sostanze basiche, i sali*, pp: 70-95.

Laboratori del Sapere Scientifico

<https://lss.regione.toscana.it/web/lss>

Si seleziona **Prodotti**

In **ricerca** si scrive i titoli e la scuola:

Le soluzioni Agnoletti

Ebollizione e evaporazione Agnoletti

Acidi e basi Agnoletti

Obiettivi specifici di apprendimento di Chimica del primo biennio

«la classificazione della materia (miscugli omogenei ed eterogenei, sostanze semplici e composte) e le relative definizioni operative; le leggi fondamentali e il modello atomico di Dalton, la formula chimica e i suoi significati, una prima classificazione degli elementi (sistema periodico di Mendeleev)».

**Perché le leggi macroscopiche della
chimica classica e il modello
microscopico daltoniano dovrebbero
costituire una parte importante
dell'insegnamento della Chimica nei primi
anni della scuola secondaria superiore?**

Innanzitutto, perché costituiscono le
basi teoriche della Chimica.

In secondo luogo, e **soprattutto**, *perché
realizzano un passaggio graduale (che
permette di comprendere il significato
dei concetti) dalle conoscenze
fenomenologiche agli aspetti più
formalizzati della chimica.*

**Questa seconda risposta è decisiva sul
piano psicologico, pedagogico
e didattico.**

«L'apprendimento collaterale, la formazione di attitudini durature, o di repulsioni, può essere e spesso è molto più importante. Queste attitudini sono difatti quel che conta veramente nel futuro. L'attitudine che più importa sia acquisita è il desiderio di apprendere».

(I. Dewey, *Esperienza e Educazione*, Nuova Italia, 1949, p. 33)

Tuttavia, a differenza dei concetti operativi di tipo fenomenologico, **i concetti e le leggi macroscopiche della chimica hanno una discontinuità con il senso comune molto più radicale delle conoscenze fenomenologiche:**
alcune di esse sono in rapporto con esperimenti che è possibile effettuare, ma non sono leggi di tipo induttivo.

“Quest’attività si esplica anzitutto nella preparazione dell’esperimento con cui si opera l’interrogazione anzidetta... Ma la *preparazione dell’esperimento* non coinvolge solo un aspetto tecnologico, bensì anche uno *essenzialmente teorico*. ***Per porre una chiara interrogazione bisogna infatti avere preventivamente un’idea sulle risposte che si possono ottenere; bisogna cioè possedere, in via ipotetica, una “teoria” del fenomeno indagato.*** Ciò fu compreso fin dai primi passi della scienza moderna ed è oggi sottolineato da tutti gli epistemologi (da G. Bachelard a K. Popper)”

(L. Geymonat, *Lineamenti di filosofia della scienza*, Milano, Mondadori, 1985, pp. 38-39.)

La Chimica Classica non può essere insegnata in modo induttivo, nonostante l'importanza che continuano ad avere gli esperimenti. È emblematico in questo senso il progetto Nuffield per la chimica, che si proponeva di insegnare i concetti e le teorie della Chimica Classica con un'impostazione induttiva. Era una proposta molto innovativa, che era stata progettata in Inghilterra durante gli anni sessanta. Venne tradotta dalla Zanichelli all'inizio degli anni settanta (Nuffield Chimica. Livello I, 1973; Nuffield Chimica. Livello II, 1974), ma sostanzialmente non fu mai utilizzata in modo stabile da nessun insegnante.

Per quali motivi? Noi pensiamo che il motivo fondamentale fu **l'impostazione totalmente induttivistica, la totale mancanza di sistematicità, il ridurre l'insegnamento della chimica all'esecuzione di molti esperimenti che non si riusciva a riportare a comportamenti generali, a leggi, a teorie, a connettere, cioè, in un sistema.**

D'altra parte, **Il significato dei concetti e delle teorie scientifiche** non può essere compreso se essi vengono presentati fin dall'inizio in modo assiomatico, come **nozioni morte e come termini tecnici** (Arons, *Guida all'insegnamento della fisica*). **I concetti più importanti vanno fatti rivivere come risposta a problemi tecnici e/o scientifici, come ipotesi ardite che sono state spesso molto al di là dell'osservazione e in contraddizione con le teorie fino ad allora considerate vere («narrazione bruneriana»).**

«**la classificazione della materia (miscugli omogenei ed eterogenei, sostanze semplici e composte) e le relative definizioni operative)**»...

La distinzione tra **sostanze semplici e composte** comporta una discontinuità radicale.

Vi è un anno, il 1772, che è indicato come spartiacque tra la chimica prescientifica e quella scientifica:

in quell'anno Lavoisier formulò l'**ipotesi rivoluzionaria** che durante la combustione si ha la combinazione con l'aria.

Sentiamo le sue parole: **«Sono circa otto giorni che ho scoperto che lo zolfo, bruciando, invece di perdere peso ne acquista al contrario. [. . .] Questo aumento di peso deriva da una quantità prodigiosa di aria che si fissa durante la combustione. [. . .] Questa scoperta mi ha fatto pensare che ciò che osservavo nella combustione dello zolfo e del fosforo avrebbe potuto aver luogo con tutte le sostanze che acquistano peso con la combustione e la calcinazione».**

(Lavoisier, Oeuvres de Lavoisier, Paris, 1862, p. 103).

Le leggi della chimica classica sono il frutto di invenzioni di geni dell'umanità, quali Lavoisier, che hanno saputo creare ipotesi che, pur essendo contraddittorie con le concezioni chimiche universalmente accettate, sono state in grado di spiegare e sistematizzare le conoscenze fenomenologiche allora conosciute, creando così i paradigmi della Chimica Classica.

«Probabilmente il tipo più raro e profondo di genio avutosi nelle scienze fisiche è quello mostrato da coloro che come, **Newton, Lavoisier e Einstein enunciarono una teoria completamente nuova che dava potenzialmente ordine a un gran numero di fenomeni naturali».**

(Kuhn, *La funzione della misura nella scienza fisica moderna*, in *La tensione essenziale*, Einaudi, 1985, p. 203).

A partire dal **principio di conservazione della materia**, nei quindici anni successivi al 1772, fu possibile realizzare **il concetto moderno di elemento chimico, la riforma della nomenclatura, la determinazione della composizione elementare delle sostanze, cioè, le teorie fondamentali di tipo macroscopico** che avrebbero reso possibile, nell'Ottocento, a partire dalla **concezione daltoniana**, lo sviluppo **dell'atomismo ottocentesco** e il grandioso sviluppo della **chimica organica** e infine la **tavola di Mendeleev**.

Queste leggi sono per la chimica ciò che per la fisica classica sono le tre leggi di Newton della dinamica.

Apparentemente, per gli esperti, esse sono teorie banali, autoevidenti:

Date in modo assiomatico, ap problematico, definitorio, come fanno generalmente i manuali, sono insensate.

Anche per la chimica il superamento della fase prescientifica, come già era avvenuto nel secolo precedente per la fisica, si realizzò con **l'individuazione di concetti quantitativi, il principio di conservazione della materia e la determinazione della composizione elementare delle sostanze.**

Anche per la chimica, la **matematizzazione** costituì il passaggio decisivo.

La grandiosità e la sublime semplicità della Chimica Classica generalmente non sono avvertite. Vengono percepite come la preistoria delle vera chimica.

Una scienza che si basa sulle **quattro operazioni e sulle proporzioni** viene quasi sentita come una scienza minore a confronto con la **Meccanica Classica.**

«Ma non bisogna confondere il facile con il semplice. Scoprire quello che è realmente semplice e operare in base alla scoperta è un compito estremamente difficile)».

(I. Dewey, *Esperienza e Educazione*, Nuova Italia, 1949, p. 16)

La matematica della chimica classica
è realmente scontata
per gli studenti di 15 anni?

Per questi studenti l'affermazione che le
sostanze composte hanno una specifica
composizione che cosa significa?

La composizione di una sostanza in quanti
modi può essere indicata?

«Considerando il quadro concettuale che fa riferimento alle nozioni di rapporto numerico e di **proporzione**, possiamo notare come le rilevazioni di questi ultimi anni, da parte dell'Ocse-Pisa e di quelle Invalsi, abbiano messo in luce come **a quindici-sedici anni molti giovani hanno difficoltà a valorizzare tale quadro concettuale per leggere, interpretare situazioni reali e per individuare soluzioni ai problemi che, mediante tali interpretazioni, possono essere affrontati efficacemente**»

(M. Pellerey, *Educare al pensiero matematico come fondamento di una cittadinanza consapevole*, in C. Petracca, *Per un'idea di scuola. L'educare l'insegnare, l'apprendere*, Teramo, Lisciani Scuola, 2019, p. 135)

«Due miei maestri, Lucio Lombardo Radice e Bruno De Finetti, proponevano di considerare come **astratto un concetto matematico in quanto «multi-concreto, cioè riferibile a una pluralità di situazioni concrete, o di esperienze pratiche, vissute e interiorizzate dallo studente. Ma ciò può valere in generale. Si tratta di quella che dal punto di vista della psicologia della Gestalt è considerata la significatività personale di un concetto astratto, cioè la molteplicità di riferimenti possibili o alla realtà esterna esperita o alla rete di conoscenze già sviluppata internamente»**

(M. Pellerrey, ivi, p. 135)

È questo, invece, il motivo (la «semplicità» della matematica della chimica classica) per cui, nella scuola secondaria superiore, la chimica dovrebbe avere un ruolo più significativo, nel limitato tempo a disposizione, rispetto alle altre discipline scientifiche.