



Società Chimica Italiana

La Chimica nella Scuola



SOMMARIO

EDITORIALE

Il ruolo del Museo come supporto alla didattica collaborativa 5
di Luigi Campanella

La valutazione delle competenze nell'apprendimento della Chimica 9
di Fabio Olmi

SCUOLA PRIMARIA

Un percorso di avvio alla chimica a partire dai 6 anni – parte terza
Avvio al concetto di solubilità 25
di Ilaria Rebella

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE (biennio)

What do students know about the concept of catalyst?
A didactic study 33
di Marco Piumetti

Didattica della chimica e fondamenti della scienza 39
di Antonino Drago

Attività Didattica sul DNA - terza parte 57
di Chiara Gerardi, Erica Parri, Giada Tuci, Alessandro Lenzi,
Valentina Domenici

Notizie Flash 73

- Progetto peer education sulla “Scienza dell'alimentazione”.
- Avvicinare i ragazzi alla Scienza attraverso la lettura di saggi e romanzi:
la prima edizione di Pagine di Scienze
di Valentina Domenici

- L'Educazione ambientale 75
di Luigi Campanella

- Alla scoperta della pressione atmosferica 76

- La Fiera della Scienza
- Giochi Matematici: finale regionale

- PROFILES
di Liberato Cardellini

Il ruolo del Museo come supporto alla didattica collaborativa

Nel III convegno di Education 2.0. è stato presentato il ruolo del Museo come supporto alla didattica collaborativa, attraverso pratiche laboratoriali e l'utilizzo delle tecnologie multimediali.

Negli ultimi anni diverse sono le indicazioni curriculari per l'integrazione dei percorsi didattici con il contributo di un patrimonio culturale e scientifico esterno all'istituzione scolastica.

Il docente che insegna italiano propone generalmente l'uscita didattica per assistere a un'opera teatrale o magari a una mostra d'arte, il docente di scienze suggerisce il percorso naturalistico di educazione ambientale, ma tutti gli insegnanti sono sempre d'accordo nell'inserire la visita a un Museo.

La raccolta museale rappresenta un mezzo educativo privilegiato, un vero e proprio ambiente di apprendimento dove poter condurre i bambini alla fine di un percorso formativo iniziato e sviluppato in classe.

I popoli, le vicende del passato, gli strumenti, le invenzioni diventano concreti attraverso le collezioni, gli oggetti, le testimonianze custodite nell'ambiente museale.

Per questo, da qualche anno è stato avviato un rapporto tra la scuola e il Polo Museale Sapienza, che rappresenta una realtà di 20 musei.

Il rapporto tra Scuola e Università, mediante la fruizione delle realtà scientifiche e digitali che lo compongono, rappresenta sia un ampliamento dell'offerta formativa sia un'esperienza divertente e stimolante per la formazione degli studenti e degli insegnanti.

In particolar modo il museo universitario rappresenta una cultura integrata basata sull'osservazione di oggetti e sulla possibilità di interagire con loro e con le leggi scientifiche che ne hanno permesso il funzionamento e la realizzazione; al museo lo studente può rintracciare, mediante la fruizione (che non è solo osservazione, ma anche conoscenza, elaborazione critica, analisi) degli "oggetti esposti", la visibilità materica di ciò che ha teoricamente appreso in collegamento con le discipline storico-artistiche.

Nel quadro di tale innovazione il progetto di ricerca “L’oggetto museale come strumento per la didattica”, promosso dal Polo Museale dell’Università Sapienza di Roma e dal 145° circolo didattico di Roma, finanziato dal MIUR (Legge 6/2000) ha rappresentato un’opportunità significativa che ha permesso alle Scuole e ai Musei di lavorare in sinergia, con i seguenti obiettivi:

- Creare un percorso comune centrato sulla didattica laboratoriale e sull’apprendimento di tipo collaborativo delle scienze utilizzando il patrimonio museale universitario;
- Superare una didattica tradizionale di tipo “unidirezionale” coinvolgendo e motivando l’alunno in attività e ambienti di apprendimento stimolanti e gratificanti .

Il Polo Museale offre speciali itinerari educativi e laboratori sperimentali sia all’interno del museo sia online, traducendo le conoscenze legate agli oggetti museali in un linguaggio divulgativo. Per rispondere all’esigenza di sviluppare una nuova modalità della didattica con l’integrazione dei contenuti informativi museali sono state programmate diverse attività nell’ambito del Progetto:

- Studio delle attività della scuola in relazione ai Musei;
- Progettazione e realizzazione di tools on line e multimediali;
- Formazione degli Insegnanti;
- Sperimentazione;
- Workshop conclusivo per l’aggiornamento e l’analisi dei risultati.

Sono stati organizzati corsi di formazione indirizzati ai docenti dell’area linguistica e dell’area scientifica, in seguito ai quali gli insegnanti sono stati in grado di produrre e-book relativi ad argomenti della loro disciplina.

Ogni insegnante ha prima organizzato un percorso didattico su un argomento del proprio programma; lo stesso argomento è stato poi segmentato in paragrafi. Ogni paragrafo è stato riportato sotto forma di nodo nella costruzione di una mappa ipertestuale.

Ogni nodo fornisce le informazioni storiche, geografiche, scientifiche relative all’argomento trattato e che dà il titolo all’ipertesto, e in ogni nodo sono state inserite immagini selezionate dai cataloghi dei Musei della Sapienza.

I prodotti multimediali, risultato del progetto, fanno riferimento agli argomenti previsti dai programmi ministeriali:

- L’opera d’arte: arte e immagine, scienze, italiano.
- Un percorso a partire dall’osservazione dell’opera d’arte.

- La Bilancia (Peso e Massa): scienze, storia

Il Peso e la Massa attraverso la descrizione e l'utilizzo delle bilance.

- La Luce: scienze, arte e immagine, italiano.

Un percorso per la descrizione sulla natura della luce e dei suoi componenti.

- Le piante: scienze, italiano, geografia:

Dall'essere vivente alle piante.

Conclusioni

La realizzazione di prodotti multimediali attraverso la collaborazione a distanza tra Scuola e Università si è mostrata uno strumento idoneo a favorire il superamento di una didattica tradizionale basata sulla trasmissione/ricezione di contenuti che risultano il più delle volte frammentari e superficiali, a volte obsoleti, a vantaggio della creazione di un ambiente di apprendimento stimolante e creativo per docenti e studenti.

Questa esperienza dimostra come il materiale digitale e tecnologico possano sviluppare nuove modalità per la comunicazione e per la fruizione di contenuti informativi. Il Polo Museale Sapienza ha iniziato la sperimentazione di tecnologie per sviluppare nuovi strumenti utili alla divulgazione della cultura e al miglioramento dei rapporti con il mondo scolastico, al fine di valorizzare il patrimonio culturale e stimolare l'applicazione delle teorie relative ai processi formativi.

Nell'ambito del Progetto i docenti hanno sperimentato una metodologia innovativa, acquisendo le competenze per accedere alle risorse digitali online secondo una nuova modalità di fruizione di conoscenze da integrare con quelle già possedute.

Bibliografia

- Ferrara, V., "Il Museo universitario come strumento di formazione", BTA. Bollettino Telematico dell'Arte, 11 luglio 2000, n. 196, ISSN: 1127-4883.

- Combs, B.L., Pope, J.E., "Come motivare gli alunni difficili", Erickson, 1994.

- Bowen, J. and Filippini-Fantoni, S., "Personalization and the web from a Museum Collections: The Rijksmuseum Case Study", in "Proc. UM '07 Proceedings of the 11th international conference on User Modeling", Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007, 385-389.

La valutazione delle competenze nell'apprendimento della Chimica

Fabio Olmi
fabio.olmi@gmail.com

Riassunto

L'elemento essenziale che può garantire la qualità di un processo di insegnamento/apprendimento (i/a) quali oggi si richiede, soprattutto nelle discipline scientifiche, e quindi anche nell' i/a della chimica, è incentrata su una formazione degli insegnanti decisamente diversa da quella attuale.

La ricerca didattica di questi ultimi 30-40 anni riconosce come elementi fondanti di una tale formazione l'acquisizione di una metodologia didattica di tipo costruttivista e laboratoriale, una proposta di contenuti adeguati all'età degli allievi e epistemologicamente significativi, parte di un appropriato curriculum verticale.

Nell'ambito di tale rinnovamento non sempre si è posta sufficiente attenzione ad un terzo elemento necessario a queste innovazioni: il possesso di strumenti e metodi che consentano di valutare razionalmente e in modo trasparente la significatività dell'apprendimento da parte degli allievi e l'effettivo conseguimento di competenze.

A questi aspetti è dedicata la seconda parte del contributo.

Abstract

The essential element that can guarantee the quality of the teaching/learning (t/l) which today is required, especially in the sciences, and therefore also in the t/l chemistry, focuses on a teacher training very different from today.

The educational research of these last 30-40 years recognizes as fundamental elements of such a formation the acquisition of a constructivist teaching methodology and workshop, a proposal for appropriate content at the age of the students and epistemologically significant, part of an appropriate curriculum vertical.

As part of this renewal is not always enough attention is placed to a third necessary element to these innovations: the possession of tools and methods to assess rationally and transparently the significance of learning by the students and the actual achievement of competencies.

To these aspects is dedicated the second part of the contribution.

Premessa

Il valore dell'apporto alla formazione degli studenti dell'i/a delle scienze sperimentali, in particolare della Chimica, oggi risiede soprattutto nella ca-

pacità di fornire validi strumenti per affrontare il futuro, in particolare per apprendere la *capacità di affrontare le incertezze*.

Tra i “Sette saperi necessari all’educazione del futuro”, Edgar Morin [1] sostiene con forza l’esigenza di *educare ad affrontare le incertezze*.

I secoli precedenti hanno sempre creduto in un futuro o ripetitivo o progressivo.

Il XX secolo (e ancor di più l’attuale XXI) ha scoperto l’imprevedibilità del futuro: l’avvenire resta aperto e imprevedibile. Morin sostiene “... Dobbiamo imparare ad affrontare l’incertezza. E’ per questa ragione che l’educazione deve riconoscere le incertezze legate alla conoscenza...Dal momento in cui un individuo intraprende un’azione, questa comincia a sfuggire alle sue intenzioni...ed è *la strategia che deve prevalere sul programma*: è la strategia che elabora uno scenario d’azione esaminando le certezze e le incertezze della situazione.

La strategia, come la conoscenza, rimane una navigazione in un oceano di incertezze, attraverso arcipelaghi di certezze... Il pensiero deve dunque armarsi e agguerrirsi per affrontare l’incertezza”.

E’ nostra convinzione che l’apprendimento scientifico sperimentale, o meglio l’impossessarsi dei metodi (non metodo!) di indagine della ricerca scientifica, costituisca un elemento essenziale per l’assunzione di progressive responsabilità e *l’acquisizione di quell’atteggiamento mentale predisposto ad affrontare i problemi più disparati che l’età dell’incertezza sembra metterci dinanzi. Quale tipo di insegnamento-apprendimento la scuola deve proporre per formare giovani preparati ad affrontare il futuro? Da dove partiamo? Qual è oggi il tipo di i/a prevalente della scienza nella nostra scuola secondaria, Chimica compresa?*

1. Qual è la situazione attuale dell'insegnamento/apprendimento delle scienze sperimentali nel nostro Paese?

Ebbene, sia le analisi fatte sui libri di testo maggiormente diffusi nella scuola secondaria di secondo grado [2], sia le indagini condotte qualche anno fa sulle idee della scienza degli insegnanti [3] e tuttora sicuramente valide (in mancanza di interventi di formazione dei docenti significativi ed estesi a tutto il Paese), rivelano che, in linea di massima, l’insegnamento chimico secondario privilegia l’approccio nozionistico e formalizzato e tratta della struttura, delle proprietà e della reattività delle sostanze esclusivamente in termini di costituenti submicroscopici, in modo del tutto analogo a quanto si fa nell’Università. Non parliamo dell’i/a a livello di scuola secondaria di primo grado dove praticamente manca un i/a delle scienze sperimentali degno di questo nome. L’immagine della scienza che si comunica e si acquisisce risulta caratterizzata dalle seguenti idee di fondo: il progredire della scienza è scandito dall’accumulazione di fatti e teorie; lo scienziato scopre leggi già presenti in natura; l’esperienza verifica le leggi e le teorie

sono strumenti di sistematizzazione dei fatti. La conoscenza che si raggiunge è oggettiva e indipendente dal contesto; c'è una scelta rassicurante di fondo che si identifica nell'aver eliminato qualsiasi problematicità dalla trattazione: gli unici problemi da risolvere sono quelli addestrativi, numerici, collocati in fondo ai diversi capitoli. Gli errori commessi nello sviluppo della scienza non sono degni di essere presi in considerazione: lo studio della scienza moderna non ha tempo di occuparsi della genesi dei concetti: in questo tipo di trattazione non c'è posto per la storia, per la ricostruzione delle trame concettuali, per i nessi che ci sono tra lo sviluppo della scienza e la società, l'economia, le ideologie,... I contenuti, poi, come abbiamo accennato, vengono affrontati partendo dalla struttura particellare della materia... "tanto i ragazzi la conoscono già dalla scuola media". In conclusione, si sviluppa un approccio esclusivamente astratto e lo scarto tra ciò che si propone e le capacità degli allievi il più delle volte è troppo grande e non produce alcun apprendimento reale [4].

2. Gli elementi di una necessaria rivoluzione copernicana nell'i/a delle scienze sperimentali nella nostra scuola

Se teniamo presente le sfide che oggi siamo chiamati ad affrontare e lo stato attuale più o meno generale della formazione in ambito scientifico-sperimentale (Chimica inclusa) nella nostra scuola viene naturale chiedersi se non sia necessario attuare una vera e propria rivoluzione copernicana nel loro insegnamento/apprendimento.

Dovremo passare dalla rifondazione epistemologica delle scienze sperimentali a quella didattica del loro insegnamento.

E' ormai un risultato acquisito da numerosissime ricerche didattiche di questi ultimi anni (vedi ad es. [5,6,7,8]) che gli elementi che caratterizzano e determinano la qualità del processo di i/a anche in chimica siano: la *metodologia didattica seguita* strettamente connessa alla *scelta di contenuti proposti, adeguati ed epistemologicamente significativi*, diversi per diversi livelli scolari, scelti nell'ambito di un curriculum verticale emerso dalla ricerca didattica.

Minore attenzione invece è stata dedicata ad un terzo elemento, a nostro avviso lo stesso importante per la qualità dell'i/a, cioè all'esigenza di effettuare una seria valutazione dell'apprendimento adottando *opportuni metodi e strumenti di controllo*.

In questo contributo svilupperemo brevemente i due punti-chiave enunciati prima, rinviando all'ampia bibliografia esistente, e ci occuperemo invece essenzialmente di quest'ultimo aspetto.

2a. La scelta dei metodi per un apprendimento significativo: la chiave per un effettivo rinnovamento della nostra scuola

La didattica che si è mostrata ormai da vari anni in grado di ribaltare la lo-

gica del vecchio modo di insegnare è la *didattica costruttivista*. L'adozione di questo tipo di didattica comporta che lo studente debba essere *messo in condizione di giungere all'apprendimento dei concetti compiendo un lavoro essenzialmente autonomo*. All'insegnante *non si chiede più di spiegare e proporre concetti già "confezionati"*, ma piuttosto di *creare il contesto adatto per farli acquisire come risultato di organizzazione di situazioni problematiche (creazione di un adatto contesto di senso), di riflessioni, di effettuazione di esperienze e analisi dei risultati sulla base di ipotesi avanzate, fino a giungere ad una concettualizzazione condivisa*.

L'insegnante non è più quello che "schiaccia" col proprio sapere lo studente, ma è l' "allenatore" delle risorse e delle capacità dell'allievo, gli prepara un adatto terreno di gioco, ma chi gioca in campo è lo studente, *la partita è sua*, non la gioca per lui l'insegnante. *L'insegnante deve quindi imparare a collocare il concetto che vuol affrontare nel contesto in cui è emerso e conoscerne l'evoluzione e per far questo deve appropriarsi dell'epistemologia della scienza che intende insegnare*. Se consultiamo i manuali in uso ci troviamo però completamente spiazzati: i concetti che vengono affrontati sono quelli prodotti dagli scienziati "vincitori", ma le battaglie concettuali con coloro che sono stati "perdenti", le dispute aspre che talvolta sono durate molti anni intorno ad un concetto...non vengono mai riportate. La scienza appare senza storia e senza conflitti come abbiamo già accennato.

Kuhn nella "Struttura delle rivoluzioni scientifiche" afferma: "E' il paradigma vincente che detta il manuale...".

Da qui emergono due esigenze metodologico-didattiche:

a) non può essere il manuale a dettare il percorso della nostra didattica ma si può utilizzare solo per confrontare le nostre idee, una volta che i concetti sono stati acquisiti; sarà necessario progettare e sperimentare efficaci ed adeguati percorsi didattici;

b) all'insegnante è necessaria una formazione epistemologica della propria disciplina e dunque la conoscenza del contesto complesso in cui sono emersi i concetti e le teorie fondanti.

Non si tratta di semplici analisi storiche ma piuttosto di ricostruzioni della genesi delle idee, delle esperienze, dei paradigmi che hanno caratterizzato l'emergere di modelli, concetti e teorie.

Solo così la didattica risulta significativa. Essenziali riferimenti bibliografici in questo campo possono essere [9,10]

Le Associazioni scientifiche nazionali, come la Divisione Didattica della Società Chimica Italiana (di cui faccio parte), l'AIF e l'ANISN, parecchi anni fa, misero a punto un progetto di formazione degli insegnanti in servizio fondato su questi principi didattici. Questo fu accolto dall'allora MPI e promosso in tutto il Paese come Piano nazionale "Insegnare Scienze Sperimentali".

tali” (ISS). Questo Piano è andato avanti per tre anni e cominciava a dare frutti mai raccolti nell’i/a delle scienze sperimentali in molte Regioni italiane ma il MPI, anziché correggere alcuni problemi e rendere permanente un simile strumento di riqualificazione valida dei docenti... abbandonò il Piano senza peraltro fornire alcuna spiegazione nel merito! Benedetto Paese!! La Regione Toscana, da anni protagonista nella formazione scientifica dei docenti in servizio nel territorio, ha promosso tre anni fa un’”Azione di sistema” rivolta a tutte le scuole della Regione denominata “Laboratori del Sapere Scientifico” in cui è stata adottata la didattica costruttivista sopra detta rivolta all’apprendimento della matematica e delle scienze sperimentali [11]. Questo “Piano” regionale è stato definito come il miglior esempio attuale di formazione in servizio dei docenti di discipline scientifiche... (CIDI). L’altro versante della formazione, quello della formazione iniziale delle *Scuole di Specializzazione per l’Insegnamento Secondario (SSIS)*, che aveva dato risultati pregevoli in molte Regioni italiane adottando metodologie didattiche sempre di tipo costruttivista, con l’apporto anche di docenti della scuola secondaria, è stato eliminato (riforma (???) Gelmini) e sostituito con un *sistema di formazione iniziale completamente inadatto a cambiare la dinamica didattica della scuola* [12]. Cosa ci riserva il futuro?

2b. La scelta dei contenuti è strettamente legata a quella dei nuovi metodi e dipende dalla consapevolezza epistemologica del docente.

L’altro elemento cardine per promuovere quella che abbiamo chiamato una rivoluzione copernicana del fare scuola è la proposizione agli studenti di contenuti *significativi* (epistemologicamente fondati) e *adeguati* al livello di sviluppo degli allievi nell’ambito di un curriculum verticale: i due elementi, metodo opportuno (costruttivista) e significativi e adeguati contenuti, sono inscindibili e devono essere presenti entrambi in un quadro rinnovato insegnamento/apprendimento.

A quali fonti attingere? Sarebbe naturale che l’insegnante facesse riferimento alle “Indicazioni curriculari” messe a punto dal MIUR in questi ultimi anni sia per la scuola del ciclo primario e secondario di primo grado [13,14], che per quella del ciclo secondario [15]. Tuttavia quei documenti *non rispondono per lo più alle esigenze dell’insegnante precisate sopra* perché le commissioni ministeriali che le hanno messe a punto, per la loro composizione, non sempre hanno tenuto conto delle attuali ricerche didattiche in questo campo. Sono state le Società Scientifiche, come la Divisione Didattica della Società Chimica Italiana (DD/SCI) che, attraverso apposite commissioni miste di esperti sia ricercatori dell’Università che della scuola appartenenti ai diversi livelli scolari, *hanno messo a punto proposte di curricula rispondenti alle attuali esigenze di insegnamento/apprendimento* tuttora valide (www.soc.chim.it/it/divisioni/didattica/home, cliccare su Educazione e Scuola, Risorse per docenti, Indicazioni per il curriculum verticale

di chimica).

Tale proposta (razionale, efficace e sostenibile) di curricolo verticale di chimica per la scuola secondaria di II grado poggia su due linee di riflessione: la prima rivolta ad evidenziare *quali sono i nuclei concettuali fondanti della disciplina* e la costellazione dei concetti ad essi legati come risultato di un'accurata analisi storico-epistemologica; la seconda che fornisce una *ricostruzione (ristrutturazione) di questa trama concettuale in funzione didattica* che tenga conto degli ostacoli cognitivi connessi al suo apprendimento a determinati livelli di sviluppo cognitivo quali emergono dalle ricerche didattiche di questi ultimi decenni.

Moltissimi sono poi i contributi di questi ultimi trenta - quarant'anni che offre la letteratura su entrambi i versanti sia per il livello di scuola primaria e secondaria di primo grado [16], sia a livello di scuola secondaria di secondo grado [17].

Una volta preso atto dell'enciclopedismo o del velleitarismo di molti suggerimenti di conoscenze e abilità per l'insegnamento delle scienze, e in particolare della chimica, presenti nelle "Indicazioni ministeriali", è opportuno che il docente attinga a questi ultimi lavori per progettare e realizzare in classe i propri *percorsi didattici* da sviluppare con i suoi allievi.

3. Il rinnovamento dell'i/a non può prescindere dall'impiego di un adeguato processo valutativo delle competenze

Abbiamo accennato sopra che un effettivo rinnovamento del fare scuola non può prescindere anche da un netto cambiamento nelle modalità di verifica e valutazione delle competenze degli allievi: si tratta di un problema didattico o di un problema educativo? Vediamo un po' più in dettaglio questo punto.

In genere il termine valutazione richiama immediatamente alla mente i metodi e gli strumenti in esso coinvolti, richiama, cioè, gli *elementi tecnici che implica* e può sembrare che tocchi esclusivamente il *campo della didattica*, delle tecniche di insegnamento/apprendimento.

Se ciò fosse vero vorrebbe dire che il problema dei metodi e degli strumenti valutativi avrebbe solo influenza marginale nella qualità del processo di *i/a*. Questo in parte può essere stato ed è anche vero se si concepiscono i metodi e gli strumenti valutativi come *giustapposti ad un qualsiasi modo di insegnare*: anzi, possono assumere i connotati di *strumenti per razionalizzare un modo di fare scuola completamente superato*.

Essi costituiscono, invece, uno degli strumenti indispensabili e più significativi per guidare e qualificare, controllandolo, l'intero processo di *i/a*.

4. Che cos'è la valutazione

La valutazione costituiva l'attività attraverso cui la scuola esprimeva un giudizio nei confronti del risultato della propria azione formativa.

Oggi la scuola viene invitata ad esprimere questo risultato in termini di *competenze* si parla di valutazione e certificazione delle competenze acquisite dall'allievo. *La valutazione deve allora costituire un processo progressivo* e seguire l'intero percorso di formazione: non costituisce più il solo atto terminale.

E' necessario tener presente che:

La valutazione è caratterizzata da una *notevole complessità* essendo *dipendente da molte variabili*, alcune delle quali di difficile, se non impossibile, controllo da parte dei docenti

E' necessario pertanto che la valutazione si fondi su verifiche razionali e criteri di "misurazione" trasparenti, ma anche altri fattori concorrono alla sua formulazione (comportamentali, valoriali, ecc.) e ciò implica la formulazione di giudizi qualitativi e pertanto essa *non può essere resa oggettiva*.

5. Le competenze e il problema della loro valutazione

Il problema di fondo della scuola di oggi può essere sintetizzato nel modo seguente: *come è possibile riuscire a produrre un apprendimento significativo e duraturo?* Nei confronti dell'apprendimento è sufficiente ragionare oggi in termini di conoscenze e abilità? I profondi cambiamenti intervenuti negli assetti socio-economici, nei processi culturali e nell'ambito di questi soprattutto di quelli scientifico-tecnologici, ha portato a chiarire essenzialmente due cose:

- a) l'apprendimento significativo non scaturisce dal puntare sul semplice incremento delle conoscenze e delle abilità, le une troppo "volatili" e le altre spesso troppo anguste come raggio d'azione; appare necessario puntare sull'apprendimento di un *complesso intreccio di acquisizioni più stabili nel tempo che chiamiamo competenze*;
- b) d'altra parte l'acquisizione di "competenza", garanzia di apprendimento duraturo, non può essere certo il risultato dell'apprendimento di un puro metodologismo e si può "costruire" nell'ambito di *un certo contesto* solo a partire da *un'appropriata scelta di contenuti* [18].

In questo quadro, per la solita esigenza di chiarezza terminologica sopra dichiarata, assumiamo come definizione di competenza quella elaborata all'interno del Forum delle Associazioni disciplinari [19] e fatta propria da tutte le Associazioni che ne fanno parte, DD/SCI compresa: *per competenza in ambito scolastico si intende ciò che, in un contesto dato, si sa fare (abilità) sulla base di un sapere (conoscenze) per raggiungere l'obiettivo atteso e produrre conoscenza; è quindi la disposizione a scegliere, utilizzare e padroneggiare le conoscenze e abilità idonee, in un contesto determinato, per impostare e/o risolvere un problema dato*.

Dobbiamo però precisare che le competenze si acquisiscono per gradi e solo al termine di un itinerario di formazione si può parlare di una loro *Padronanza*; nei cicli iniziali e intermedi della formazione parleremo di

livelli di competenza iniziale, intermedia, ecc. precisando a ciascuno di essi cosa ci si aspetta in termini di puntuali (ma non pedanti) descrittori di conoscenze, abilità e atteggiamenti che implica. Vediamo ad esempio quale può essere il livello di padronanza di uno dei concetti fondanti della chimica, quello di reazione [20].

5a. Competenze relative al concetto di reazione (trasformazione chimica)

Livello di padronanza [3]

L'allievo al termine del triennio:

-È in grado di prevedere la fattibilità di alcune reazioni (equilibri) redox e acido/base, le sa eseguire calcolando la quantità di reagenti necessari espressa in M o N e la quantità teorica di prodotti che da queste si possono ottenere.

-Sa valutare gli aspetti cinetici e termodinamici essenziali delle reazioni.

-E' consapevole dell'importanza che le reazioni assumono sia nel rapporto vita/ambiente che in quello uomo/tecnologia ed è in grado di fornirne almeno cinque esempi.

La competenza assume allora la traduzione nella scuola dell'obiettivo finale dell'*i/a* e si può anche chiamare competenza-obiettivo e, data la pluralità degli indicatori di conoscenza, abilità e atteggiamenti ad essa connessi, *compporta una valutazione "plurale"*, cioè deve far riferimento ad un complesso di verifiche di vario tipo e ad altri fattori di contesto (tratti dal "quaderno di lavoro" degli studenti e dal "diario di bordo" del docente) che permettano nel loro insieme di cogliere l'acquisizione dei molteplici aspetti che essa sempre sottende.

La valutazione delle competenze impone, poi, non solo l'impiego di un complesso armamentario di prove e strumenti, ma dovremo passare da una valutazione con *andamento "a spezzata"*, ancora la più diffusa nella scuola (e caratteristica di metodi di *i/a* trasmissivi), ad una *"a rete"*, costruita come un puzzle e adeguata ad un metodo costruttivista.

6. Come valutare le competenze

Per valutare le competenze sarà necessario definire gli **Ambiti** che la possono riguardare e precisare, in ciascuno di essi, gli **Elementi** che intendiamo cogliere.

Gli **AMBITI** principali che costituiscono la valutazione delle competenze nell'*i/a* scientifico sperimentale come quello della chimica possono essere quello:

- dei *prodotti* dell'apprendimento (valutazione degli apprendimenti 'agiti');
- dei *processi* con cui si insegna/si apprende;

- dei *progetti* o compiti complessi che si è in grado di affrontare in autonomia;
- degli atteggiamenti manifestati nell'affrontare situazioni;

Quali ELEMENTI o indicatori si possono cogliere all'interno di ciascuno?

- A) *Prodotti dell'apprendimento*. È necessario cogliere il possesso di:
- conoscenze e abilità generali;
 - abilità di esecuzione di esperienze/esperimenti;
 - capacità di esposizione scritta e orale;
 - possesso di un linguaggio scientifico corretto (in relazione al livello scolastico);
- B) *Processi di apprendimento* scientifico-sperimentale:
- applicazioni di metodi di indagine scientifica
 - capacità di affrontare e risolvere problemi
 - metodi di acquisizione degli apprendimenti (metacognizione)
 - progressi maturati nel tempo dagli allievi
 - interventi correttivi in itinere sui percorsi di **i/a**
- C) *Progetti o compiti complessi* che si è in grado di affrontare
- capacità di organizzare autonomamente la propria attività e di affrontare eventuali scelte (documentazione preliminare, messa a punto di un progetto, valutazione della fattibilità e risorse necessarie, esecuzione (anche sperimentale),...)
 - capacità di rielaborazione personale (argomentazione, formulazione di spiegazioni, esplicitazione di giudizi,..) di brani letti o situazioni presentate in un certo contesto
- D) *Atteggiamenti manifestati* nell'affrontare situazioni
- partecipazione intenzionale ai processi di **i/a**,
 - determinazione, assunzione di responsabilità
 - rapporto con gli altri (coetanei, insegnanti,..)
 - rispetto dell'ambiente interno ed esterno,....

Dopo aver acquisito i dati relativi ai diversi Ambiti e relativa espressione dei loro Indicatori (vedi più avanti gli strumenti più adatti) sarà possibile raccogliere in modo sintetico il quadro generale della situazione di un'intera classe. La scheda in appendice suggerisce un modo per raccogliere questi dati in forma "compatta".

6a. Strumenti per la valutazione delle competenze

Prima di tutto sarà necessario precisare il livello scolastico a cui ci riferiamo poiché gli strumenti adatti allo scopo non potranno essere sempre gli stessi ma varieranno nel tempo.

- *Scuola sec di secondo grado (primo biennio)*

ambito a) Str. per il *controllo degli apprendimenti* - relazioni di laboratorio (con costruzione di grafici e tabelle legati ad effettuazione di esperienze/esperimenti) - prove a domande aperte e semistrutturate - problemi quali/quantitativi - saggi brevi - colloqui (i test a scelta multipla sono in genere da evitare);

ambito b) Str. per *monitoraggio dei processi*: - quaderno di lavoro dell'allievo - diario di bordo dell'insegnante (raccolta dei dati e dell'osservazione sistematica dei processi);

- *Scuola sec. di secondo grado (triennio)*

ambito c) Str. per monitorare *compiti complessi (livelli autonomia, responsabilità, capacità di scelta e decisione)* - sviluppo di un progetto di indagine scientifica - sviluppo di indagini generali - problem solving teorico e/o sperimentale - studi di caso - simulazioni (scuola sec. di secondo grado, soprattutto biennio);

ambito d) - Str. Per monitorare *atteggiamenti* - quaderno di lavoro dell'allievo - diario di bordo dell'insegnante.

In conclusione, aver raggiunto competenza in un certo dominio “.. significa non solo aver assimilato informazioni, concetti, procedure, ma anche essere diventati capaci di pensare *con e riguardo a* informazioni, concetti, procedure, autoregolando le proprie attività”.

Questo porta a impadronirsi dei principi generativi di quel dominio, di quel campo.

Ad esempio, nel campo dell'apprendimento della chimica (e della fisica) e, più in generale, delle scienze sperimentali, si può richiedere di:

- affrontare e risolvere un problema, dando spiegazioni plausibili, coordinando teorie, sintetizzando conoscenze provenienti da più ambiti disciplinari, ...

- progettare e realizzare un esperimento per dare risposta ad un quesito lavorando produttivamente in gruppo,

- sostenere una data tesi e dimostrare l'infondatezza di un'altra,

- difendere una certa concezione, entro un contesto dato, argomentando opportunamente in una discussione di gruppo,

- saper risolvere problemi quantitativi e/o rispondere ad un questionario di domande opportunamente calibrate.

Per avere un'idea concreta dei vari strumenti di valutazione consultare la bibliografia consigliata.

Diversi tipi di prove tradizionali non sono adatte ad entrare nella valutazione di competenze, nel significato che abbiamo cercato di definire.

Non sono adatte né prove completamente strutturate (test oggettivi) e nemmeno quelle completamente destrutturate (temi, domande aperte,..).

Sono invece strumenti adatti diversi tipi di prove semistrutturate (test compositi, saggi brevi, rapporti di ricerca, relazioni di laboratorio..).

La Tabella che segue chiarisce le tipologie di strumenti di verifica a seconda di come si presenta il *rapporto stimolo/risposta*. In corsivo quelle adatte allo scopo.

Tabella - Tipi di prove riferite a diversi rapporti tra stimolo e risposta

Stimolo aperto risposta aperta	domande aperte tema redazione di articoli, di lettere,...
Stimolo chiuso risposta aperta	<i>saggio breve</i> <i>attività di ricerca</i> <i>relazioni semistrutturate (di laboratorio...)</i> <i>problemi aperti</i>
Stimolo chiuso risposta chiusa	test oggettivi esecuzione di calcoli, <i>risoluzione di problemi ("normali")</i>
Stimolo aperto risposta chiusa	<i>questionario a domande aperte ma a risposta chiusa</i>

E' evidente che è il *contesto "costruito" dall'insegnante in cui viene "immerso" l'allievo che determina la possibilità di valutare* la pertinenza o meno di certi comportamenti, atteggiamenti, decisioni...

In altre parole, una volta precisato che l'insegnante deve aver chiaro COSA VA A CERCARE, deve progettare e realizzare un CONTESTO, nella classe, ADATTO alla manifestazione dei vari indicatori tenendo presente il LIVELLO SCOLARE di attinenza.

C'è però un problema che non possiamo sottovalutare... Nella *secondaria di II grado* (primo biennio) l'orario settimanale di ciascun insegnamento scientifico, anche sperimentale, è molto ridotto (e lo è ancora di più con il recente "riordino" degli indirizzi): si tratta di non più di 2-3 ore settimana. Sia pure con percorsi essenzializzati e sviluppati in modo disteso è *quasi impossibile mettere sotto controllo le tante variabili per cogliere davvero la valutazione delle competenze*: si tratta quasi sempre dei soli apprendimenti.

Si può aspirare a raggiungere un soddisfacente monitoraggio di competenze in trienni di indirizzo (ad esempio di tipo tecnico o scientifico/tecnologico, professionale...), dove le discipline scientifiche hanno spazi orari assai ampi e consentono di affrontare situazioni articolate e problematiche complesse (ad esempio con "studi di caso", simulazioni, problem solving,...).

7. In conclusione

Poiché ritengo che un effettivo cambiamento della formazione dei docenti

della nostra scuola, al di là di tutti gli altri fattori che possono comunque condizionare almeno in parte la sua qualità, risieda senz'altro in una efficace formazione iniziale e in una opportuna formazione continua in servizio **resa obbligatoria**, osservo che entrambi questi elementi **emergevano come esigenze di fondo dal documento** “La Buona Scuola” messo a punto dal governo e sottoposto alla pubblica opinione [21]. In esso si precisava che l'abilitazione all'insegnamento - unica per tutti - “...è basata sulla combinazione di due momenti. Il primo momento riguarda la formazione vera e propria, e quindi il periodo universitario, e consiste in un biennio specialistico [terminale] improntato alla didattica al termine del quale si consegue una laurea “quasi-abilitante”.

Conseguita questa, si accedrebbe al secondo momento formativo consistente in un semestre di tirocinio a scuola assistito da un insegnante mentor: ...si otterrebbe l'abilitazione solo con una valutazione positiva da parte della scuola” (p. 41). Più avanti, poi (p. 47), il documento sosteneva **l'esigenza di una formazione permanente obbligatoria del docente in servizio** (e non affidata solo alla volontà di coloro ...che non ne hanno bisogno!) e recitava: “La formazione farà leva su quattro elementi fondamentali:

- ... il ruolo centrale dei docenti;
- ... la valorizzazione delle associazioni professionali dei docenti;
- ... la centralità di reti di scuole e l'identificazione di poli a livello regionale
- ...ruolo cruciale riconosciuto, all'interno della singola scuola, agli “innovatori naturali” che dovranno avere la possibilità di concentrarsi sulla formazione ...”

Per la prima volta sembravano riemergere alla memoria elementi positivi del recente passato caratterizzanti esperienze pregresse cancellate dal Ministero da precedenti governi. Tuttavia, al momento della consegna di questo contributo, non è noto l'iter della “riforma” ma, da quanto emerge dal dibattito in corso, non sembra che l'elemento *formazione di insegnanti di qualità* sia una priorità: tra i vari contributi che compaiono sul web e sui giornali, ne citiamo uno apparso sul “Corriere della Sera” il 17/2 scorso [22]: ..”La scelta fatta di impiegare tutti i fondi disponibili per le assunzioni e di rinviare la formazione degli insegnanti e le loro nuove competenze al prossimo concorso autorizza a pensare che per una riforma vera anche della professione ci sarà ancora da aspettare”.

Appendice - Scheda di valutazione delle competenze in ambito scientifico

SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLE COMPETENZE in ambito scientifico															
AMBITO/ ALUNNI	A Prodotti apprendimento (in situazione...)				B Processiproblematica)				C* Progetti e/o compiti complessi		D Atteggiamenti				SINTESI
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	C1	C2	D1	D2	D3	D4	
1															
2															
3															
4															
5															

Legenda: Indicatori

A1, conoscenze e abilità generali; A2, abilità esecuzione esperienze/esperimenti; A3, capacità espressione orale e scritta; A4, possesso linguaggio corretto; B1, applicazione metodi; B2, capacità risoluzione problemi; B3, acquisizione metodi di apprendimento; B4, progressi maturati nel tempo ; C*(indicatori riferiti al II biennio e all'anno terminale): C1, capacità di argomentare la propria attività e giustificare scelte; C2, capacità di rielaborazione personale ; D1, partecipazione intenzionale al lavoro di classe; D2, determinazione e assunzione responsabilità (livello di autonomia); D3, qualità dei rapporti con gli altri; D4, rispetto ambiente interno alla scuola ed esterno. (Con 1.....,2.....,3.....si intendono gli alunni della classe in questione

N.B. a) Per ogni alunno, i livelli con cui si esprime ciascun Indicatore è consigliabile vengano indicati in tre sintetici modi: SODDISFACENTE +, SUFFICIENTE * , INSUFFICIENTE - . b) la sintesi è il risultato della “media” dei diversi livelli di espressione degli Indicatori

Bibliografia

[1] E. Morin, *I sette saperi necessari all'educazione del futuro*. Milano: Raffaello Cortina Ed., 2001, p.81.
 [2] L. Benedetti, R. Cervellati, L. Brancaleoni, P. Mirone, *Analisi di 25 testi di Chimica ampiamente diffusi nelle scuole medie superiori*, CNR, Modena, 1992.

- [3] F. Olmi, *Contro la disattenzione al metodo. La centralità della didattica nell'insegnamento delle Scienze sperimentali. Didatticamente-La voce della SSIS*, 1-2/2005, Ed. ETS, Pisa, pp145-154.
- [4] F. Olmi, Una scienza allo specchio- *Naturalmente*, n. 2, Aprile 1995, pp. 8-11.
- [5] C. Fiorentini, *Riflessioni epistemologiche e psicopedagogiche e proposte sull'insegnamento scientifico*- memoria non pubblicata, 1994.
- [6] C. Fiorentini, "Fare" Scienze, *Il sapere della scuola, proposte e contributi, CIDI, Quaderno 1*. Bologna: Loescher/Zanichelli, 1998, pp. 43-51.
- [7] L. Barsantini, C. Fiorentini, *L'insegnamento delle Scienze verso un curricolo verticale. Un approccio costruttivista nella scuola di base, I fenomeni chimico-fisici*. IRSSAE Abruzzo, Vol. primo, 2001.
- [8] F. Cambi, *Scienza, immagine della Scienza e insegnamento delle scienze, L'arcipelago dei saperi - Progettazione curricolare e percorsi didattici nella scuola dell'autonomia*, Alla ricerca dei paradigmi. Firenze: Le Monnier Ed., Vol. I, pp. 81-91, 2000.
- [9] D. Antiseri, *Epistemologia e didattica delle Scienze*. Roma: A. Armando Ed., 1977.
- [10] T. H. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*. Torino: Einaudi Ed., 1978.
- [11] F. Olmi, *Perché e come i "Laboratori del Sapere Scientifico" promossi dalla Regione Toscana, La formazione dei docenti in servizio nell'ambito delle Scienze sperimentali* (Settembre 2014, in corso di stampa).
- [12] Normativa per la formazione iniziale dei docenti (TFA)- DM 249/2010.
- [13] Revisione dell'assetto ordinamentale, organizzativo e didattico della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione... DPR n.89, 20 Marzo 2009.
- [14] Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione. Regolamento DM n. 254, 16/Novembre/2012.88 15/Marzo/2010
- [15] Regolamento concernente il riordino del secondo ciclo di istruzione (...riordino degli Istituti Tecnici ai sensi dell'art.64, comma 4, del decreto legge 25 Giugno 2008, n.112, dei professionali e dei Licei)
- [16] C. Fiorentini, *La prima chimica*. Milano: Franco Angeli Ed., 1990.
- [17] F. Olmi, R. Grassi, *Chimica nei bienni degli Istituti Tecnici Industriali. Una proposta di curricolo significativo e sostenibile, CnS-La Chimica nella Scuola, XXXIII*, 4, (2011), pp.230-235.
- [18] F. Olmi, *Competenze e nuclei fondanti: la grammatica dei nuovi curricoli, Dossier degli Annali della PI*. Firenze: Le Monnier, 2002.
- [19] Forum delle Associazioni professionali, Memoria, Bologna, Febbraio 2000
- [20] F. Olmi, Verifica e valutazione nella scuola dell'autonomia. Fondamenti metodologici ed Epistemologici, storia e Didattica della Chimica, *SEC-Chimica* 2000, vol.2, a cura di E. Niccoli, P. Riani, G. Villani, pp.191-232.
- [21] *La Buona Scuola, proposta governativa di riordino della scuola*, 4 Settembre 2014 (v. sito MIUR)
- [22] Gianna Fregonara, *La Buona scuola? Frutti acerbi per tutti (precari inclusi)*, *Il Corriere della Sera*, 17/2/15

Altre bibliografie di utile consultazione

1. G. Pozzo – Valutare mentre si apprende; fare ricerca mentre si valuta. *Insegnare-Dossier* 2/2008, pp.6-16.
2. L. Corradini, Curricoli e competenze, *Nuova Secondaria*, n.9/2000, pp11-14.
3. M. Ambel- Valutazione degli apprendimenti e logica del gambero. *Insegnare-Dossier* 2/2008, pp.28-36.
4. A. Calvani, *Elementi di didattica. Problemi e strategie*. Roma: Carocci Ed., 2000, pp.134-142.
5. E. Bertonelli, G. Rodano, Per una nozione condivisa di competenza. *Dossier degli Annali della PI*, 1/2000, p. 239.
6. P. Boscolo, *Continuità, apprendimenti e competenze in un curriculum verticale*, *Gli Istituti Comprensivi*. Firenze, 1998, Le Monnier, p.213.
7. L. Barsantini, Documentazione e valutazione nella scuola dell'obbligo. *Insegnare*, n.4/2004, pp.50-52.
8. E. Catarsi (a cura di), *Competenze didattiche e professionalità docente*. Pisa: Del Cerro Ed., 2008, pp.121-154.
9. L. Mason, *Valutare a scuola. Prodotti, processi, contesti dell'apprendimento*, Padova: Cleup Ed. , 1996, pp.89 e segg.
10. J. D. Novak, D. B. Gowin, *Imparando ad imparare*. Torino: SEI Ed., 1984.
11. P. G. Albertazzi, A. Regis, E. Roletto, Capire cosa capiscono gli studenti. *Didattica delle Scienze*, **164**, 1993.
12. C. Cornoldi, *Metacognizione e apprendimento*. Bologna: Il Mulino Ed., 1995.
13. P. Ambrogi, R. Cervellati, La relazione di laboratorio: proposta di una scala descrittiva di valutazione. *Didattica delle Scienze*, n.**142**, 1989, p.38.
14. R. Pentimalli, Verifica delle attività di laboratorio, *Nuova Secondaria*, **68**, 1999/2000, pp 61-68.
15. R. Cervellati, F. Olmi, *Tecniche di verifica dell'apprendimento della chimica*, Bologna: Zanichelli Ed., 1985.
16. B. Rey, *Ripensare le competenze trasversali*. Milano: Franco Angeli Ed., 2008.

Un percorso di avvio alla chimica a partire dai 6 anni terza parte

Avvio al concetto di solubilità

Ilaria Rebella

Istituto Comprensivo Savona 4 (Savona)

e-mail: rebella.ilaria@gmail.com

Riassunto

La costruzione del concetto di solubilità nei primi anni di scuola primaria viene realizzato attraverso la effettuazione di esperienze significative, la riflessione personale, la condivisione con i compagni, il confronto e la discussione. Il percorso fa ricorso a contesti familiari agli allievi e all'insegnante e consente di contestualizzare e rendere significativo l'apprendimento. Le attività partono dall'osservazione, dalla manipolazione e dal confronto di oggetti e riguardano la formulazione di un testo collettivo di tipo regolativo per sciogliere una sostanza in acqua, l'osservazione e la descrizione di sostanze e del loro comportamento in acqua, la condivisione dei risultati e la concettualizzazione della parola "sciogliersi" tramite l'utilizzo degli aspetti significativi osservati (presenza/assenza di residuo) e delle parole-chiave (trasparente, colorato, incolore, non trasparente) del lessico acquisito nei percorsi propedeutici (si vedano i due articoli precedenti).

L'obiettivo è quello di far giungere i bambini al concetto di solubilità attraverso l'osservazione e la descrizione del fenomeno. La classe, al termine del percorso, arriva a formulare una definizione di sostanza solida solubile in acqua basata unicamente sulla descrizione macroscopica del fenomeno.

Parole chiave: *trasparente, colorato, incolore, non trasparente.*

Abstract

The construction of the concept of solubility in the early years of primary school is realized through participation in meaningful experiences, personal reflection, sharing with classmates, comparison and discussion. The route makes use of familiar contexts and allows the teacher and the students to contextualize and make meaningful learning. The activities start from observation, manipulation and comparison of objects and relate to the formulation of a regulative text to dissolve a substance in water, the observation and description of substances and their behavior in water, sharing results and the conceptualization of the word "melt" through the use of the significant aspects observed (presence / absence of residual) and key-

words (transparent, colored, colorless, non-transparent) vocabulary acquired in the introductory courses (see the two previous articles).

The objective is to reach to the concept of solubility through the observation and the description of the phenomenon. The class, at the end of the trail, gets to a definition of solid substance soluble in water based solely on the macroscopic description of the phenomenon.

Keywords: *transparent, colored, colorless, non-transparent.*

Premessa

Il progetto, attuato in due **classi** seconde della scuola Primaria, si propone una duplice **finalità**: far costruire una definizione condivisa di *sostanza solida solubile in acqua* basata sull’osservazione e far acquisire competenze trasversali (come produrre un testo descrittivo coerente ed organico, partecipare in modo critico e costruttivo ad una discussione collettiva, osservare e classificare oggetti in base alle loro proprietà).

L’**obiettivo** di questo lavoro è quello di esplorare un nuovo approccio all’insegnamento delle scienze in generale, ed alla costruzione del linguaggio scientifico in particolare, nel primo ciclo della scuola primaria (classi prima e seconda).

L’elemento chiave del percorso è la ricerca di una comunicazione didattica efficace che, tenendo conto della componente linguistica, cognitiva ed emozionale dell’alunno, conduca i bambini ad appropriarsi dei concetti attraverso la rielaborazione critica individuale e collettiva dell’esperienza; il **fine generale** è l’indipendenza cognitiva dell’alunno, ossia la sua capacità di ragionare, di porsi domande, di fare inferenze.

Il **percorso** fa ricorso a contesti familiari agli allievi e all’insegnante; esso consente, infatti, di contestualizzare e rendere significativo l’apprendimento, garantisce la complessità interdisciplinare della realtà che il bambino vive nell’esperienza quotidiana e gli fornisce la possibilità di elaborare, sotto la guida dell’insegnante, un modello della realtà adeguato alle sue conoscenze pregresse.

La **metodologia** adottata valorizza l’approccio sperimentale alla risoluzione di problemi: l’alunno non è un semplice esecutore, ma riflette sulle modalità con cui condurre l’esperimento, lo realizza, raccoglie i dati, analizza i risultati e li comunica.

Le **attività** riguardano la concettualizzazione, individuale e poi collettiva, della parola “sciogliersi” tramite l’utilizzo degli aspetti significativi osservati (presenza/assenza di residuo) e delle parole-chiave (*trasparente, colorato, incolore, non trasparente*) del lessico acquisito nei percorsi propedeutici fino alla definizione di sostanza solida solubile in acqua.

LE ATTIVITA'

ATTIVITA' 1:

Formulazione di un testo collettivo di tipo regolativo da utilizzare nell'attività successiva.

Tempi: 1 ora e mezza da svolgere preferibilmente in compresenza.

Si procede alla costruzione di un testo collettivo contenente le istruzioni per verificare se una sostanza si scioglie o no in acqua.

L'insegnante porta in aula due sostanze solubili: sale fino e sale da bagno (colorato, con granuli grossi) e chiede: "*Facciamo finta di dover scrivere le istruzioni per una maestra-robot che vuole provare se le sostanze che vedete si sciolgono in acqua*". L'insegnante di classe svolge il ruolo della maestra-robot, eseguendo fedelmente le direttive dei bambini, mentre una seconda maestra (o, in assenza di questa, un bambino) scrive alla lavagna le istruzioni impartite e corregge il testo aggiungendo e/o togliendo azioni in base al susseguirsi degli interventi. Al termine dovrebbe comparire la procedura condivisa

	PRENDI IL BICCHIERE
	METTI TANTA ACQUA FINO QUASI ALL BORDO
	METTI UN CUCCHIAINO DI SOSTANZA
	GIRA CON IL CUCCHIAINO
	SE NON SI E' SCIOLTA GIRA ANCORA
	SE SI E' SCIOLTA HAI FINITO

Figura 1 – Le istruzioni per la maestra-robot

ATTIVITA' 2 :

Osservazione e descrizione di sostanze e del loro comportamento in acqua.

Tempi: 2 ore.

Si dividono i bambini a coppie, a ciascuna delle quali si consegnano due barattolini con due sostanze incognite, contrassegnate da lettere dell'alfabeto. E' opportuno che siano presenti sostanze bianche e colorate, solubili e insolubili (nell'esperienza realizzata abbiamo utilizzato zucchero, amido da bagno, sabbia del deserto, sale da bagno, sale da cucina grosso e fine).

Si consegna a ciascuna coppia una scheda in cui si chiede di osservare e descrivere le sostanze assegnate. L'obiettivo è far osservare agli alunni con attenzione le sostanze solide, perché gli alunni possano rendersi conto durante l'esperienza della relazione tra colore della sostanza e colore della (eventuale) soluzione e che invece le dimensioni o altri eventuali aspetti visivi della sostanza non ne influenzano la solubilità ma solo la velocità di dissoluzione.



Figura 2 –Le sostanze misteriose

Si consegnano poi acqua, due contenitori vuoti, un cucchiaino e una scheda: “Seguite le istruzioni che avete dato alla maestra-robot e provate a sciogliere separatamente le due sostanze in acqua. Descrivete cosa succede al contenuto dei bicchieri. Aspettate 5 minuti e poi osservate di nuovo il contenuto dei bicchieri. E’ cambiato qualcosa?”

Si consegna il testo collettivo con le singole istruzioni ritagliate e ogni bambino deve ricostruire la sequenza.



Figura 3 – Proviamo a sciogliere le sostanze in acqua

ATTIVITA' 3:**Condivisione dei risultati**

Tempi: 2 ore.

Ogni gruppo è formato dall'unione di due delle coppie precedenti scelte in modo che nel nuovo gruppo si disponga di almeno una sostanza solubile e di una non solubile. Si riconsegnano ad ogni gruppo le schede completate in precedenza e si chiede di rispondere alle domande di una nuova scheda: *“Rileggete e confrontate queste due schede. Completate poi le frasi sottostanti scrivendo se le sostanze si sono sciolte o no in acqua e quello che avete osservato. Se non siete tutti d'accordo scrivete in fondo su che cosa non lo siete. La sostanza ... (si scioglie/non si scioglie) in acqua, infatti...”*.

Al termine i bambini completano la seguente tabella:

Sostanza ... in acqua	Osservazioni sulla sostanza	Osservazioni sul liquido	Conclusione (si scioglie/non si scioglie)
Gruppo 1			
Gruppo 2			

Sulle prime due colonne scrivono le osservazioni per ciascuna sostanza messa in acqua e, sulla terza, la conclusione “si scioglie/non si scioglie”.

ATTIVITA' 4:**Sintesi dei risultati precedenti (utilizzo appropriato del termine “sciogliersi”)**

Tempi: Circa 2 ore

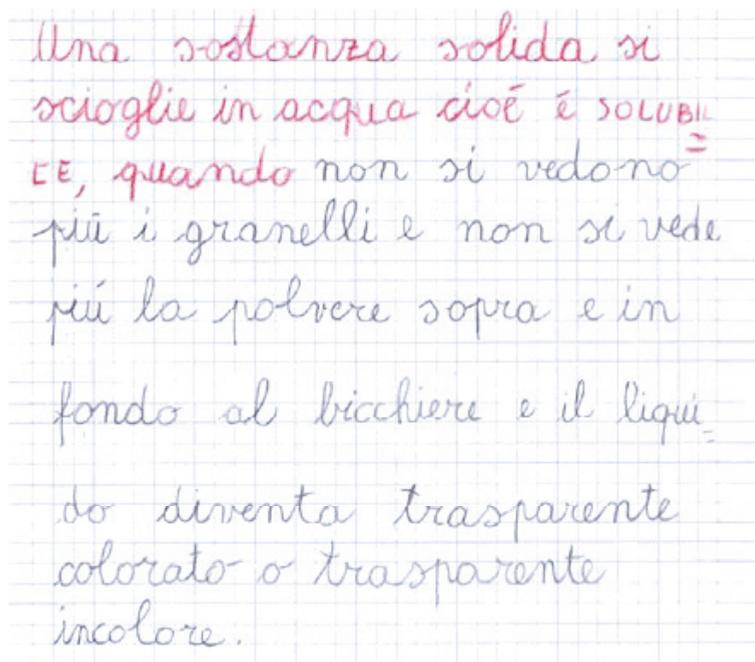
Si consegna a ciascun bambino la tabella con la sintesi dei lavori di gruppo. Segue l'esposizione da parte di un rappresentante di ogni gruppo, durante la quale l'insegnante focalizza l'attenzione dei bambini sui vari contributi, anche discordanti, che gruppi diversi hanno dato su una stessa sostanza (basterà leggere la tabella per colonne). Avvia quindi una discussione su eventuali contraddizioni emerse, facendo ripetere le esperienze dubbie e aggiustare la tabella prima di procedere. Tale attività ha lo scopo di mettere in evidenza gli aspetti significativi (presenza/assenza di residuo) e le parole-chiave del lessico acquisito nel primo tratto di percorso (“trasparente”, “colorato”, “incolore”, “non trasparente”) e utilizzate dai vari gruppi in relazione allo sciogliersi o meno della sostanza.

ATTIVITA' 5:

Avvio alla definizione di sostanza solida solubile in acqua.

Tempi: Circa 1 ora

Ad ogni bambino viene consegnata una scheda individuale con la seguente richiesta: *Completa la frase: una sostanza solida si scioglie in acqua quando...* Al termine si leggeranno i vari contributi e si avvierà la discussione per arrivare ad una definizione condivisa di sostanza solida solubile in acqua, che verrà registrata da ciascuno sul proprio quaderno: *“Una sostanza solida è solubile in acqua, cioè si scioglie in acqua, quando...”*.



Una sostanza solida si scioglie in acqua cioè è SOLUBILE, quando non si vedono più i granelli e non si vede più la polvere sopra e in fondo al bicchiere e il liquido diventa trasparente colorato o trasparente incolore.

Figura 4 –Definizione condivisa di sostanza solubile

Conclusioni

Come si è potuto constatare non si tratta di una definizione “imposta”, di un insieme di parole disposte in un ordine stabilito che i bambini ripetono a memoria; sono loro stessi che giungono alla formulazione della definizione di “sostanza solida che si scioglie in acqua”, ed è la definizione “più alta possibile” sulla base degli elementi in loro possesso, che sono quelli deducibili dalla sola osservazione del fenomeno.

Bibliografia

- I. Rebella “*Un percorso di avvio alla chimica a partire dai 6 anni – parte prima*”. *CnS-La Chimica nella Scuola*, **XXXVI** n. 5, 2014, pp. 17-22; (stampato 2015).
- I. Rebella “*Un percorso di avvio alla chimica a partire dai 6 anni – parte seconda*”. *CnS-La Chimica nella Scuola*, **XXXVII** n. 1, 2015 pp. 15-32.
- A. Borsese, “*Linguaggio scientifico e insegnamento*”. Orientamenti Pedagogici: Roma, 1989, anno **XXXVI**, n. 4, pp. 763-773.
- M. G. Bartolini Bussi, M. Boni, F. Ferri. *Interazione sociale e conoscenza a scuola: la discussione matematica*. In Univ. degli Studi di Modena (Eds). *Rapporto tecnico 21. Nucleo di ricerca in Storia e Didattica della Matematica*. Modena: Centro Documentazione Educativa Comune di Modena, 1995, pp. 11-13.
- L.S.Vygotskij, *Il processo cognitivo*. Torino: Boringhieri Ed., 1987, pp.46-47.
- L.S.Vygotskij, *Lo sviluppo psichico del bambino*. Roma: Editori Riuniti, 1973.

What do students know about the concept of catalyst? A didactic study.

Marco Piumetti

Department of Applied Science and Technology, Politecnico di Torino,
Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Turin, Italy.
marco.piumetti@polito.it

Abstract

As a classroom activity, a short questionnaire was designed for the first-year engineering students in order to check their knowledge level on the concept of catalyst. Results suggest that students know the definition of a catalyst fairly well.

However, they have difficulties in recognizing the concept of activation energy of a catalytic system.

The latter concept is not clear, and most of the students (60%) supposed that it is the energy required to allow the first reaction step.

KEYWORDS:

Heterogeneous Catalysis/Catalyst; First-Year Undergraduate/General, Chemical Education Research.

In order to assess the knowledge of first-year engineering students on the topic “*What is a catalyst?*” a short questionnaire was prepared, consisting of five questions with multiple-choice answers (Table 1). Each question was designed to examine the knowledge of students about the concept of catalyst and its role in a chemical reaction.

Riassunto

In preparazione all'esame generale di chimica, un breve questionario è stato preparato per gli studenti del primo anno di Ingegneria del Politecnico di Torino, al fine di verificare il loro livello di conoscenza sul concetto di catalizzatore.

I risultati suggeriscono che gli studenti conoscono abbastanza bene la definizione di catalizzatore.

Tuttavia, essi hanno difficoltà a riconoscere il concetto di energia di attivazione in un sistema catalitico. Per la maggior parte degli allievi, infatti, il concetto di energia di attivazione non è noto, e circa il 60% degli studenti ritiene che coincida con l'energia necessaria per far avvenire il primo stadio di una reazione chimica.

PAROLE CHIAVE

Catalisi Eterogenea/Catalizzatore; Ricerca educazione didattica.

Il questionario è formato da cinque domande a risposta multipla (Tabella 1). Ogni domanda permette di esaminare la conoscenza degli studenti sul concetto di catalizzatore e il suo ruolo in una reazione chimica.

Participants and procedure

The sample of participants consisted of 83 first-year engineering students.

All participants were Italian and the questionnaire was in Italian.

The questionnaire was proposed as a pre-test of the chemistry exam, during the last lessons of the Chemistry course (I Facoltà di Ingegneria, Politecnico di Torino, Italy).

Instructions given to participants were straightforward: simply to answer at the best of their possibilities in a time limit of 5 minutes.

The use of any kind of reference material was not permitted as well as any assistance from other student was prohibited.

Results and discussion

Table 1 reports both the questionnaire and the statistical results obtained by the examined students.

All items showed a positive correlation with the total score reports ($r = 0.48 \div 0.73$) despite the brevity of the proposed questionnaire.

As a whole, most of the students (80%) knew that catalysts are substances that modify the rate of chemical reactions. However, about 20% of them supposed that either the thermodynamics of reactions or the non-spontaneous reactions may be favored by the presence of catalysts. Many students (75%) correctly recognized the beneficial role of catalysts in the reduction of the activation energy, although some

Partecipanti e procedura

Il campione dei partecipanti è stato di 83 studenti del primo anno di ingegneria.

Tutti i partecipanti sono stati italiani e il questionario stesso è stato assegnato in italiano.

Il questionario è stato proposto come pre-test per l'esame di chimica, durante le ultime lezioni delle esercitazioni in aula (Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino, Italia).

Le istruzioni fornite ai partecipanti sono state semplici: "rispondete al meglio delle vostre possibilità in un limite di tempo di circa 5 minuti.

L'uso di qualsiasi tipo riferimento, in forma cartacea o elettronica, non è consentito. Ogni forma di comunicazione con altri studenti è vietata".

La Tabella 1 riporta sia il questionario proposto sia i risultati ottenuti dagli 83 studenti afferenti al corso di chimica.

Tutte le domande hanno mostrato una correlazione positiva con il risultato del punteggio complessivo ($r = 0.48 \div 0.73$), nonostante la brevità del questionario proposto.

In generale, per la maggior parte degli studenti (80%) i catalizzatori sono sostanze che modificano la velocità delle reazioni chimiche. Tuttavia, circa il 20% di loro suppone che la termodinamica delle reazioni, così come le reazioni non-spontanee, possano essere favorite dalla presenza di catalizzatori.

La maggior parte degli studenti

uncertainties remained on this aspect.

The concept of activation energy is not clear, and most of the students (60%) assumed that energy is required to allow the first reaction step.

Moreover, some students (19%) indicated that a catalyst might increase either the value of the activation energy or the equilibrium constant of a chemical reaction. Similarly, difficulties were faced in question n.4. Indeed, for about 1/3 of the students the value of the equilibrium constant is influenced by the temperature, the pressure, the concentration of reactants and by the presence of catalysts.

Other students (ca. 39%) supposed that both the temperature and the concentration of reactants influence the equilibrium constant in a chemical reaction. Only 20% of participants answered this question correctly: the equilibrium constant of a reaction is influenced by the temperature.

Conclusions

These results suggest that students know the concept of the catalyst fairly well, although some difficulties appear in understanding its role in the chemical reaction.

Indeed, they know that a catalyst increases the rate of reactions but have difficulties in recognizing that it only reduces the activation energy, whereas both the thermodynamics and the equilibrium constant of che-

per (circa il 75%) conosce il ruolo benefico di catalizzatori nella riduzione dell'energia di attivazione, anche se alcune incertezze sono rimaste su questo punto.

Il concetto di energia di attivazione non è chiaro, e la maggior parte degli studenti (circa il 60%) suppone che l'energia di attivazione rappresenti l'energia necessaria far avvenire il primo stadio di reazione. Inoltre, alcuni studenti (circa il 19%) ritengono che un catalizzatore possa accrescere sia il valore di energia di attivazione sia quello della costante di equilibrio in una reazione chimica.

Analogamente, le maggiori difficoltà da parte degli studenti si incontrano alla domanda n. 4. Infatti, per circa 1/3 degli studenti il valore della costante di equilibrio dipende dalla temperatura, dalla pressione, dalla concentrazione dei reagenti e dalla presenza dei catalizzatori.

Altri studenti (circa il 39%) ritiene che sia la temperatura, sia la concentrazione dei reagenti abbiano un effetto sulla costante di equilibrio in una reazione chimica. Soltanto il 20% dei partecipanti ha risposto correttamente a questa domanda: la costante di equilibrio della reazione è influenzata dalla temperatura.

Conclusioni

I risultati suggeriscono che gli studenti conoscono il concetto del catalizzatore abbastanza bene, anche se alcune difficoltà appaiono nella

mical reactions are not influenced.

Moreover, students seem to have difficulties in recognizing the concept of activation energy of a catalytic system. Indeed, the latter concept is not clear, and most of the students (60%) supposed that energy is required to allow the first reaction step.

comprensione del suo ruolo nella reazione chimica. Essi, infatti, sanno che un catalizzatore aumenta la velocità delle reazioni, ma hanno difficoltà a riconoscere che esso riduce l'energia di attivazione, mentre sia la termodinamica sia la costante di equilibrio di una reazione chimica non sono influenzate.

Inoltre, gli studenti sembrano avere difficoltà nel riconoscere il concetto di energia di attivazione. Quest'ultimo concetto non è ben chiaro agli studenti, e la maggior parte di loro (circa il 60%) ritiene che esso sia l'energia necessaria per consentire il primo stadio di una reazione catalitica.

Table 1. Questionnaire on “What is a catalyst?” (Translated from the Italian version) and statistical results obtained by the 83 first-year engineering students.

1. Catalysts are substances that:	
a) allow any reaction to occur(0%)
b) increase the purity of reaction products (0%)
c) allow non-spontaneous reactions to occur (14%)
d) modify the rate of reactions (80%)
e) affect the thermodynamics of reactions (6%)
2. The activation energy of a reaction is:	
a) the difference in energy between products and reactants (5%)
b) the energy barrier that separates the energy levels of reactants and products (26%)
c) the energy required to allow the first reaction step(62%)

d) the energy produced during a reaction	(5%)
e) the energy of products	(2%)
3. The beneficial role of a catalyst is:	
a) to increase the value of activation energy	(11%)
b) to reduce the value of activation energy	(75%)
c) to increase the value of equilibrium constant	(8%)
d) to reduce the value of equilibrium constant	(0%)
e) to maintain the same values of activation energy and equilibrium constant	(6%)
4. The equilibrium constant of a reaction is influenced by:	
a) the temperature, the pressure, the concentration of reactants and by the presence of catalysts	(31%)
b) the temperature	(20%)
c) the temperature and by the presence of catalysts	(3%)
d) the temperature and by the concentration of reactants	(39%)
e) the concentration of reactants	(7%)
5. In a chemical reaction, a catalyst modifies:	
a) the ΔG	(7%)
b) the temperature	(7%)
c) the equilibrium constant	(4%)
d) the rate	(67%)
e) the ΔH	(15%)

Scores # 83
Median = 3.00
Mean = 3.14
Std. Dev. = 1.22

(Answers: 1. D; 2. B; 3. B; 4. B; 5. D)

Didattica della chimica e fondamenti della scienza

Antonino Drago

Già all'Università di Pisa

drago@unina.it - tel. 050937493, fax 06233242218

Riassunto

Si propone una nuova didattica della chimica classica nelle scuole superiori. Invece di insegnarla adottando astoricamente e acriticamente il punto di vista della novecentesca chimica quantistica, la si può insegnare secondo il suo sviluppo sette-ottocentesco, per così darle un grande valore culturale, sia quello della storia della chimica, sia quello, ancor più grande, di riconoscere i fondamenti della scienza; essi possono essere riconosciuti facilmente confrontando la chimica classica con la teoria scientifica dominante nei secoli passati, la meccanica newtoniana.

Questi fondamenti risultano essere le scelte alternative su due dicotomie. A riprova, si nota che la didattica della chimica all'Università presenta quattro teorie, giusto quelle che sono in corrispondenza alle quattro coppie di scelte sulle due dicotomie: chimica classica, cinetica chimica, chimica quantistica e chimica-fisica. Come manifestazione della radicale diversità di queste quattro teorie tra loro, si notano, nel passaggio da una teoria chimica ad un'altra, vari casi di concetti chimici che variano radicalmente di significato; essi interessano anche la didattica delle scuole superiori. Insegnando la teoria chimica classica alla maniera della fondazione data da Mendeleeff, che è molto chiara in termini di scelte, si può mostrare agli studenti che la sua struttura teorica è la stessa della termodinamica di Sadi Carnot e della Teoria dei calcolatori. In particolare tutte e tre hanno come principio primo quello di impossibilità. In questo modo si dà conto agli studenti della grande rilevanza teorica della chimica anche rispetto a molte altre teorie.

Parole chiave: *Chimica, Didattica, Fondamenti, Due dicotomie, Quattro teorie, Variazioni radicali di significato, Primo principio di impossibilità.*

Summary

A new high schools didactics of classical chemistry is suggested. Instead of teaching it by assuming a-historically and a-critically the viewpoint of 20th Century quantum chemistry, one can teach it according its historical development along the 18th and 19th Centuries, in order to add rather the great cultural import of illustrating the history of chemistry and the great cultural import of presenting the foundations of science; the latter ones are

easily recognized by comparing classical chemistry with the theory which was the most important one in past centuries, Newton's mechanics; these two theories result to rely on alternative choices on two dichotomies. As a verification, it is remarked that University didactics of chemistry introduces just four theories corresponding to the four couples of choices on the two dichotomies: classical chemistry, chemical kinetics, quantum chemistry, and physical chemistry. As a manifestation of the mutual, radical diversity of these four theories radical variations of the meanings in some chemical concepts shared by couple of theories are illustrated. By recalling that Mendeleev's textbook presented in a lucid way the basic choices, in classroom classical chemistry may be taught as it was founded by him and then parallel its foundational structure to the structure of Sadi Carnot's thermodynamics and the structure of computer science too. In particular, all these three theories present a prime principle of the same kind, i.e. an impossibility. In such a way chemistry teaching illustrates to the pupils the great theoretical relevance of classical chemistry also with respect to many other scientific theories.

Keywords: *Chemistry, Didactics, Foundations, Two dichotomies, Four basic theories, Radical variation of meanings. Prime principle of impossibility.*

1. Quattro teorie

Oggi a molti la Chimica appare una "sottoscienza", o una scienza laterale, o una scienza semplicemente immatura (forse maturata con la chimica quantistica?). Invece qui si dimostrerà che essa ha una grande capacità teorica, la quale si manifesta anche nella didattica, perché questa può esprimere facilmente i suoi fondamenti e quelli delle altre teorie; il che in effetti è il fine più alto di tutto l'insegnamento scientifico nelle scuole superiori. Perciò nel seguito si propone una nuova didattica della chimica, prima nell'Università e poi nelle scuole superiori.

La ricerca della chimica e della fisica, per il suo trovare nuove verità sperimentali, procedendo come una rete a strascico ha accumulato un'ampia varietà di risultati e di teorie; ma poi la didattica, preoccupandosi giustamente di formare gli studenti a quanto di meglio e più profondo la teoria chimica abbia ottenuto finora, ha cercato di risolvere il problema del minimo numero di teorie con le quali uno studente acquisti una visione al contempo ampia e profonda di tutta la materia.

Uno studio precedente ha notato che la didattica della fisica, sforzandosi di trasmettere tutte le impostazioni teoriche fondamentali possibili, si è concretata con quattro teorie fisiche. Nelle scuole superiori ha scelto: la meccanica newtoniana, l'ottica geometrica, l'elettricità e il magnetismo e la termodinamica: mentre all'Università ha scelto: la meccanica di Newton, la

Meccanica quantistica, la Relatività ristretta e la Termodinamica (sia pure contornate da teorie di supporto o di collegamento).[1]

Anche la tradizionale didattica universitaria della chimica presenta quattro principali teorie: chimica classica, cinetica delle reazioni, chimica-fisica e chimica quantistica.

Perché sempre quattro teorie? Forse i didatti hanno intuito qualche struttura costitutiva della scienza? C'è una relazione precisa tra la scelta di proprio quattro teorie e i fondamenti della scienza?

2. Quali sono i fondamenti della scienza?

Da un quarto di secolo ho suggerito come fondamenti della scienza due dicotomie.[2]

La prima è stata ricavata dagli studi di Koyré sulla nascita della scienza moderna. Questa nascita è avvenuta con un dibattito molto vivo tra i maggiori scienziati del tempo (Galilei,[3] Cavalieri, Cartesio, Huygens, Leibniz, Newton) *sul tipo di infinito* (formalmente: sul tipo di matematica): o l'infinito *potenziale* (IP; quello dei numeri razionali e anche degli irrazionali, ma solo se costruibili con precisi strumenti matematici; ad esempio con riga e compasso, o più in generale imponendo che il processo di calcolo della solita definizione di numero reale non sia solo mentale, ma sia calcolato:

"Dato un ε a piacere, si *deve calcolare* un δ tale che ...") e la matematica con l'infinito *in atto* (IA; quello del considerare i punti all'infinito di una retta come se fossero dei punti normali; quello di tutte le infinite cifre di ogni numero irrazionale, o quello di chiedere, nella sua definizione, solamente che "Dato un ε a piacere, *esiste* un δ tale che ...", senza avere una tecnica di calcolo di quel δ ; o delle equazioni differenziali, che tradizionalmente sono intese come coinvolgenti l'uso dell'infinito in atto).[4])

La seconda dicotomia riguarda la scelta di Euclide di *organizzare sistematicamente* la sua geometria in maniera *deduttiva*, svolgendola da cinque principi-assiomi (OA); questa organizzazione poi fu confermata da Newton che fece discendere la sua teoria dai celebri tre principi. Perciò si cerca sempre di ricondurre una teoria ad una organizzazione deduttiva, perché è la più facile da racchiudere nella mente.

Ma nel 1932 Goedel ha dimostrato che questa organizzazione è insufficiente, perché come diceva D'Alembert, ha sempre dei "buchi".[5]

Ma esiste una scelta alternativa? Sì, è quella della geometria non euclidea di Lobacevskij e di Bolyai, oltre che della termodinamica di S. Carnot (tutte nate prima del 1850). Queste teorie hanno una *organizzazione* che è *induttiva allo scopo di risolvere un problema fondamentale* (OP; rispettivamente: quante sono le parallele?

Qual è la efficienza delle macchine termiche?), al quale problema i metodi scientifici del tempo non sapevano dare una risposta. Anche oggi ci sono

teorie di questo tipo; ad esempio la teoria dei calcolatori, che non ha principi, ma il problema di come calcolare efficientemente; o la biologia teoria (la cui genetica ad esempio è fondata su quali sono gli elementi del codice genetico).

Quindi questa dicotomia è tra l'organizzazione deduttiva (assiomatica), che deduce tutte le proposizioni della teoria da pochi principi, posti come assiomi; e l'organizzazione che ha un problema principale da risolvere, per cui cerca un nuovo metodo scientifico che ne dia la soluzione.

Si può mostrare che questa scelta è esprimibile formalmente mediante i due tipi di logica, classica o non classica. Quest'ultima è caratterizzata dall'uso di frasi doppiamente negate che non sono equivalenti alle corrispondenti affermative. Ad esempio la definizione di Lavoisier di elemento: "Tutte le sostanze che non abbiamo potuto decomporre in alcun modo sono per noi elementi".[6] Oppure la versione del principio di inerzia di Lazare Carnot (1803), "Un corpo in quiete non può muoversi...".[7] Ognuna di esse è una frase doppiamente negata che non ha una corrispondente frase affermativa con significato fisico. Infatti se si cerca una versione affermativa corrispondente, essa è proprio quella del principio d'inerzia di (Cartesio-)Newton (1687), "Ogni corpo persevera..."; la quale, al posto delle due negazioni, usa un verbo, "persevera", che è idealistico: attribuisce una volontà ad es. ad un sasso (lo stesso vale per verbi tipo "continua", "resta", ecc. che vengono usati dai manuali); quindi non appartiene propriamente alla fisica che sempre deve essere legata ai dati sperimentali.[8] Analogamente, Lavoisier non poteva avere le prove sperimentali che il fin allora non decomposto fosse proprio un elemento "semplice" della materia.

Se si accetta che la maniera di concludere di Lavoisier è esemplare per esprimere il risultato di esperimenti, allora si deve concludere, come in effetti è, che ogni affermazione sperimentale è a doppie negazioni, cioè è di logica non classica. Sono poi i teorici che traducono la logica non classica del "non è vero che non sia", nella logica classica dell' "è"; cioè traducono l'affermazione sperimentale in una esatta, che però le misure non daranno mai; e traducono i numeri troncati, cioè i razionali, che risultano dalle misurazioni, in numeri irrazionali, perché così sfruttano il continuo compatto.

Quindi su ciascuna dicotomia si possono avere due scelte. Incrociando le due dicotomie si possono avere quattro coppie di scelte, ognuna delle quali caratterizza un modo diverso di costruire una teoria, cioè un modello di teoria scientifica (MTS). In definitiva abbiamo quattro MTS: OA&IA come nella meccanica di Newton, OA&IP come nella ottica geometrica, OP&IA come nella meccanica di Lagrange, OP&IP come nella termodinamica (quando la si consideri basata sulla efficienza dei motori termici, così come

era nella teoria del suo fondatore, Sadi Carnot).

Ora notiamo che la chimica classica di Lavoisier-Dalton-Mendeleieff (1871) è fondata sulle due scelte: la matematica con l'infinito solo potenziale (IP) e l'organizzazione basata sul problema di quali siano gli elementi della materia (OP). All'opposto, la chimica quantistica discende deduttivamente da una teoria esterna, la meccanica quantistica, posta come insieme di principi (fisici e matematici) a priori (OA); inoltre la sua matematica è quella sofisticata delle equazioni differenziali (IA). La chimica fisica [9] ha per premessa un'altra teoria esterna, la termodinamica, dalla quale ricava deduttivamente le leggi per i processi chimici (OA); ma la sua matematica è semplice come quella della termodinamica (IP). Invece la cinetica chimica, che è organizzata sul problema cruciale della dinamica temporale delle reazioni chimiche (OP), per questo scopo usa le equazioni differenziali (IA). Si ottiene allora la tabella seguente.

Tabella 1 - Le quattro teorie chimiche e i quattro modelli di teoria scientifica

	Infinito in atto	Infinito potenziale
Organizzazione assiomatica	<i>CHIMICA QUANTISTICA</i>	<i>CHIMICA FISICA</i>
Organizzazione su un problema	<i>CINETICA CHIMICA</i>	<i>CHIMICA CLASSICA</i>

Da queste chiarificazioni possiamo concludere che la didattica universitaria della chimica si è strutturata secondo le premesse fondamentali della comprensione scientifica perché, inconsciamente, ha scelto giusto quelle teorie che meglio esemplificano i quattro MTS. In altre parole, la tradizione della didattica della chimica ha già scoperto intuitivamente i fondamenti della chimica (e quindi la sua epistemologia), pur senza averli esplicitati. Lo stesso vale per la didattica della fisica nella scuola superiore, che, come si diceva all'inizio, presenta proprio le teorie rappresentative dei quattro modelli di teoria scientifica. [10]

3. La incommensurabilità tra le teorie chimiche

Si noti che l'infinito in atto non può essere incluso in quello potenziale; allo stesso modo la matematica con l'infinito potenziale (che ad esempio dà problemi di indecidibilità) non può essere inclusa in (o derivata da) quella dell'infinito in atto (che non conosce quei problemi). Parimenti, un'organizzazione deduttiva non conosce nessun problema che richieda un nuovo metodo di risoluzione, essa infatti ha un metodo prefissato, quello deduttivo, che viene applicato per risolvere qualsiasi problema di origine sperimentale le si prospetti; mentre invece una teoria la cui organizzazione è basata su un

problema non deduce, ma induce per cercare un nuovo metodo scientifico che lo sappia risolvere (ovviamente ciascuna delle due poi deve sottoporre le conclusioni a verifica sperimentale). Concludiamo che in generale, tra due teorie scientifiche non ci può essere differenza maggiore di quella data o dal tipo di matematica o dal tipo di organizzazione (e quindi di logica), cioè dalle diverse scelte su una dicotomia. Allora è naturale la seguente definizione di due teorie incommensurabili: sono due teorie che differiscono in almeno una delle scelte fondamentali.[11]

Ne segue che due qualsiasi teorie, delle quattro indicate dalla Tabella 1, sono incommensurabili tra loro.

Può nascere il sospetto che le differenze tra queste quattro teorie siano determinate solo dalla diversità dei loro oggetti di studio e quindi dei relativi campi di fenomeni; il fatto seguente dimostra che invece sono determinate dalle impostazioni teoriche diverse. Consideriamo i concetti fondamentali delle quattro teorie suddette; alcuni di essi appartengono a coppie di teorie; almeno i concetti elencati nella Tabella 2 sono in comune alle coppie di teorie indicate. Qui si vede che, nonostante la diversità dei campi dei fenomeni di riferimento di due teorie, ognuno di questi concetti, appartenente ad una coppia di teorie, risulta essere fondamentale per ambedue le teorie che hanno la stessa scelta. Quindi si può affermare che ognuno dei concetti indicati materializza intuitivamente la comune scelta fondamentale.

Ad esempio, il tempo continuo o il tempo discreto (cioè, prima/dopo) rappresentano in maniera operativa i due tipi di infinito. Il concetto di equilibrio è raggiunto con un processo di approssimazione che implica solo l'IP. Il concetto fisico di elettrone, che nell'800 per la cinetica chimica era irraggiungibile e quindi metafisico, rappresenta bene un infinito non avvicinabile con approssimazioni, cioè l'IA. La reazione chimica fa parte essenziale del problema fondamentale di ognuna delle teorie della seconda riga (Che cosa è una reazione chimica?). In chimica fisica, il concetto di stato, determinato con i valori dei potenziali termodinamici e quello di entropia hanno il ruolo di assiomi, utili per dedurre proprietà particolari; ancor di più esse lo hanno in chimica quantistica.

Che questi concetti fondamentali siano strettamente legati alle rispettive scelte fondamentali è mostrato anche dal seguente fatto. Il concetto di stato sparisce nelle due teorie della riga inferiore; mentre il concetto di elettrone (come pure quello di tempo continuo) non ha ragione d'essere nelle due teorie di destra (ovviamente, le differenze fondazionali, quando sono tradotte in diversità tra concetti che sono definiti con precisione non assoluta, non sono nette; per cui ad es. il concetto di reazione chimica esiste anche in cinetica chimica e quello di equilibrio anche in chimica fisica).

Tabella 2 – I diversi concetti fondamentali delle quattro teorie chimiche.

	Infinito in atto	Infinito potenziale	
Organizzazione assiomatica	<i>CHIMICA QUANTISTICA</i>	<i>CHIMICA FISICA</i>	<i>Stato, Entropia</i>
Organizzazione su un problema	<i>CINETICA CHIMICA</i>	<i>CHIMICA CLASSICA</i>	<i>Reazione chimica</i>
	<i>Tempo continuo, Elettrone</i>	<i>Tempo prima/dopo, Equilibrio</i>	

Inoltre è noto che l'incommensurabilità di due teorie si manifesta anche attraverso le variazioni radicali di significato che subiscono *i concetti fondamentali* che sono in comune delle due teorie in questione.[12] Nei casi precedenti la variazione di un concetto era quella da tutto a nulla. Ma si possono avere anche casi di due significati diversi. [13]

Consideriamo prima l'incommensurabilità tra chimica classica (stechiometria) e cinetica chimica. Queste due teorie hanno una differenza nel concetto di velocità, verso e uguaglianza della *reazione chimica*, perché ovviamente si tratta di passare dal discreto al continuo, o viceversa; cosa che si può fare solo facendo una media (sulla miscela) e quantizzando (cioè separando) i diversi reagenti tra loro); o viceversa.

Molto interessante è la variazione di significato nel concetto di *equilibrio*, che riguarda le due teorie: cinetica chimica e chimica fisica. Qui la variazione di significato è causata da ambedue le scelte fondamentali, sia sul tipo di matematica che sul tipo di organizzazione.

La chimica fisica, che ha un'organizzazione deduttiva dalla termodinamica, posta come assioma, pone a priori la ipotesi dell'equilibrio molecolare. Per una reazione chimica le variazioni delle grandezze termodinamiche ΔG , ΔH , ΔS , ecc. si riferiscono a reazioni condotte attraverso successivi stati di equilibrio (ottenute aggiungendo o togliendo piccolissime quantità di reagenti o prodotti, oppure variando leggermente la temperatura). La cinetica chimica, che ha l'organizzazione problematica legata all'ipotesi molecolare del sistema, pone invece l'equilibrio all'eguaglianza delle velocità di reazione verso destra e verso sinistra. E mentre nei sistemi reattivi più semplici è facile rappresentare, calcolare e misurare l'evoluzione del sistema e il suo equilibrio; per i sistemi reattivi complessi le cose si complicano perché la velocità di reazione è definita in base al meccanismo della stessa, che può essere diverso a seconda della composizione, variabile, del sistema reattivo e del discostarsi dall'equilibrio.

Per la chimica fisica *la matematica dei fondamenti* è quella semplice, al massimo quella delle variazioni di una grandezza (è equivalente alla mate-

matica dei numeri razionali). Quella della cinetica chimica fa uso di equazioni differenziali. Il concetto di equilibrio nella prima teoria richiede solo l'annullamento di una variazione; invece nella seconda richiede sin dall'inizio operazioni matematiche di medie o di integrazioni, che però non corrispondono alla realtà molecolare (se non come le equazioni differenziali corrispondono alle equazioni alle differenze finite).

Nella chimica-fisica l'equilibrio chimico è lo stato finale del sistema che subisce una trasformazione chimica spontanea. Esso è caratterizzato dalla costanza di tutte le proprietà osservabili, particolarmente la composizione chimica (purché il sistema sia chiuso, cioè non possa scambiare materia con l'esterno). La composizione del sistema all'equilibrio, nel caso di una trasformazione a P e T costanti, è quella che rende minima la funzione energia libera.

Essendo la cinetica chimica ad organizzazione problematica, il suo concetto di equilibrio dovrebbe essere definito con una doppia negazione, come ad es.: " quando non ci sono variazioni", frase che è diversa dalla affermativa corrispondente: in un tempo di osservazione comunque lungo, nella composizione c'è costanza, c'è uguaglianza, perché le misure sperimentali non danno mai la precisione della costanza o dell'uguaglianza. In effetti si parla di "equilibrio dinamico", non statico.

Nella chimica fisica invece si deve definire l'equilibrio come un concetto affermativo, perché in termodinamica l'equilibrio deve essere raggiungibile nei versi opposti, cioè deve rifarsi ad una uguaglianza precisa.

Il concetto di *velocità di reazione* sembra lo stesso nelle due teorie; ma, per alcune reazioni della chimica classica (quelle complesse, spiegabili con un meccanismo) la definizione di velocità di reazione è applicabile solo allo stato stazionario (e da qui deriva una discussione sulla durata dello stato stazionario).

E' vero che quando la composizione del sistema rimane costante si può sempre pensare che le due trasformazioni inverse avvengano contemporaneamente e alla stessa velocità; tuttavia, a parte il fatto che le misure di velocità non danno la composizione, non possiamo essere sicuri (come invece lo sono molti testi) che il percorso di reazione all'equilibrio sia parimenti determinabile in condizioni lontane dall'equilibrio. Poiché la misura delle velocità di reazione non permette in generale di stabilire la composizione del sistema all'equilibrio, questa va determinata con altre misure.

Da quanto precede risulta evidente il differente significato del concetto di equilibrio nelle due teorie: la teoria in cui il concetto di equilibrio chimico sembra trovare la sua collocazione più naturale è la chimica-fisica; mentre nella teoria della cinetica chimica occorre far ricorso ad ipotesi molecolari che appaiono complicate e danno più problemi nello scegliere le adatte misu-

re sperimentali, come sopra osservato (oltre al fatto che la composizione finale va determinata a parte, come pure il fatto che è più difficile riconoscere gli stati metastabili di falso equilibrio). Inoltre la chimica-fisica usa un numero piccolo e ben definito di variabili per caratterizzare lo stato del sistema.

Siccome le due dicotomie sono state formalizzate dopo il 1950, a lungo i chimici hanno potuto confondere le incommensurabilità, ad es. quella della chimica classica e ciascuna delle due successive teorie chimiche, con delle semplici variazioni o aggiunte alla prima. Per cui i contrasti teorici fondamentali sono rimasti nel sottofondo della mente dei chimici. I quali, invece, hanno percepito forti contrasti nei significati dei concetti chimici tradizionali dai significati molto diversi dati dalla chimica quantistica. Essa, infatti, ha sollevato molte obiezioni, non sui risultati (verificabili sperimentalmente), ma sulla sua adeguatezza ad includere "veramente" la teoria chimica classica. Tuttora si discute e si scrivono articoli se la molecola nel senso quantistico sia la stessa molecola nel senso classico. [14]

In effetti le scelte della chimica classica, IP e OP, cambiano in quelle opposte della chimica quantistica, IA e OA. Nella tabella questa incommensurabilità, che è la più evidente anche ai chimici non interessati ai fondamenti, è indicata con una freccia di contrapposizione.

4. La usuale didattica della Chimica nelle scuole superiori e sua alternativa

Nel seguito si vuole dare piena attuazione a quanto la Div. Didattica della Soc. Chim. It. suggeriva una decina di anni fa per il biennio dell'obbligo: "far acquisire gli aspetti storici-epistemologici propri dei nodi concettuali del pensiero chimico". [15]

Fino agli anni '60 la chimica veniva insegnata secondo il suo sviluppo ottocentesco. Questo tipo di didattica aveva un grande valore culturale, in quanto insegnava anche la storia della chimica.

Ma da alcuni decenni la chimica viene insegnata in una maniera molto diversa, che è astorica e acritica; si adotta solo il punto di vista della novecentesca chimica quantistica, per poi dedurre tutta la chimica inorganica; forse si è pensato che la chimica quantistica abbia compiuto un progresso irreversibile ed escludente ogni altro punto di vista. Però questa idea non vale nemmeno nella fisica teorica, dove c'è la relatività a contrastarla. Inoltre, così si stravolge la storia della chimica come pure i suoi fondamenti; in più si danno per noti concetti altamente sofisticati e inverificabili da parte dello studente, e si svaluta il carattere sperimentale di questo insegnamento; di fatto si invita lo studente ad imparare a memoria.

Per di più la didattica odierna della Chimica nelle scuole superiori si è data una frontiera ulteriore a quella di suggerire subito gli orbitali. Oggi essa

vuole introdurre lo studente a tutta la chimica moderna rilevante. Perciò include la cinetica chimica, oltre che cenni di chimica fisica e di chimica quantistica. [16] Tutto ciò ha per obiettivo l'accumulo di quei concetti più importanti che mettono lo studente al corrente delle teorie e delle pratiche più importanti di oggi, in modo da accumulare più "competenze" possibili nello studente.

Ma c'è da domandarsi quale senso abbia la compresenza di tante teorie, perché la tabella 1 mostra che queste teorie sono incommensurabili; quindi i loro concetti fondamentali variano radicalmente di significato da una teoria all'altra. Perciò lo studente non può non avere difficoltà intrinseche nell'introdursi in questa "chimica onnicomprensiva"; non perché essa presenti teorie che singolarmente sono difficili, ma perché, essendo poco chiara nei fondamenti, porta a vedere delle teorie, che sono profondamente differenti tra loro, in una maniera omogenea; e quindi lo abitua a storcere significati e concetti a seconda della teoria trattata; e in definitiva glieli rende insicuri.

Ma la didattica della chimica potrebbe riprendere la tradizione di insegnare la materia secondo la sequenza cronologica dei suoi avanzamenti più notevoli; così tutta la materia risulterebbe sicuramente più interessante agli allievi, anche a quelli che non hanno il "pallino" per la chimica. La possibile sequenza degli argomenti è schematizzata nella Tabella di un precedente scritto, [17] rappresentativa di un insegnamento tipico in questo senso (per semplicità sono state omesse le parti storiche). Oggi questo tipo di insegnamento sarebbe ancor più importante perché la ricerca chimica ha accumulato molte novità, che comunque vengono percepite dallo studente attraverso i mass media; perciò sarebbe giusto insegnare anche la storia della chimica, la quale darebbe il gusto culturale e il senso basilare di questo accumularsi di novità.

5. Per una didattica della Chimica che si apra ai fondamenti della scienza

Ma nella scuola superiore c'è un obiettivo didattico che ha un valore culturale ancora più alto dell'insegnamento storico: riconoscere i fondamenti della scienza tutta. Lo si può fare con molta semplicità: basta confrontare la teoria dominante, la meccanica di Newton (che lo studente conosce dalla didattica della Fisica) con la chimica.

Si noti che solo la didattica della chimica è adatta a questo scopo. Infatti nelle scuole secondarie non si può insegnare (veramente) una delle teorie fisiche moderne che hanno detronizzato il paradigma newtoniano (la relatività ristretta o la meccanica quantistica); e tra le teorie fisiche del passato nessuna di quelle alternative può essere insegnata senza profonde modifiche della versione originale (ad es. la meccanica di Lazare Carnot do-

vrebbe essere riscritta [18] e la termodinamica di S. Carnot dovrebbe essere riformulata perché dipende da un'ipotesi, il calorico, che oggi non è accettabile [19]). Mentre invece la chimica classica, insegnata così come fu formulata da Mendeleieff, risulta profondamente diversa dalla teoria di Newton; il che permette di vedere bene le loro differenze nei fondamenti. [20]

La chimica appare subito essenzialmente diversa dalla meccanica; sottolineando le differenze più importanti, si può arrivare a riconoscere quelle sul tipo di organizzazione e sul tipo di infinito matematico. È facile riconoscere che le scelte fondamentali della teoria newtoniana sono: la matematica delle equazioni differenziali, la sola che può dare le relazioni tra spazio, velocità e accelerazione (relazioni insegnate al meglio al liceo scientifico, dove si introduce l'operazione differenziale di derivata), IA; e l'organizzazione deduttiva OA, che fa discendere tutte le leggi da tre principi-assiomi. Queste due scelte sono opposte a quelle della chimica, la cui matematica è limitata ai razionali, IP; e la cui organizzazione della teoria non è deduttiva, perché ricerca un metodo per risolvere il problema di conoscere quali e quanti siano gli elementi costitutivi della materia, OP. Con ciò la didattica può ben illustrare le possibili scelte sulle due dicotomie; e aggiungere che esse costituiscono i fondamenti della scienza in generale.

Qui c'è il grande problema del riduzionismo, che può ben essere illustrato agli studenti. Per secoli si è voluto ridurre la chimica alla fisica. Ma le scelte dicono chiaramente che tra le due teorie c'è una differenza insuperabile; essa appare ancor più fortemente nei concetti fondamentali (ad es. la periodicità nella tabella degli elementi), oltre che nei metodi sperimentali (che Lavoisier iniziò ex-novo nei problemi chimici, giustappunto per separarsi dalla meccanica newtoniana, diventata ormai molto astratta). La chimica rappresenta una maniera di fondare una teoria scientifica del tutto diversa da quella che ha monopolizzato tutta la scienza nel secolo XVIII e poi ha dominato nel secolo XIX; lo è così tanto che, per rivalsa, la chimica è stata svalutata dai fisici e dai pochi filosofi che l'hanno presa in considerazione (Kant, Comte); e invece, secondo le due dicotomie, essa ha una pari dignità fondazionale.

In più si potrebbe sanare un grande difetto della storiografia della scienza più accreditata; essa o stravolge la storia della chimica, o non se ne occupa. L'ha stravolta Kuhn nel suo famoso libro. Egli dedica molto spazio alla chimica, ma solo a quella nascente (con Lavoisier); e soprattutto lo fa per negarne il carattere rivoluzionario rispetto alla meccanica di Newton, tanto che la chimica sarebbe nata a causa di "fattori sovrameccanici"; [21] quasi che sia stato il paradigma Newtoniano a generarla (superando così la loro incommensurabilità)!

La famosa interpretazione della nascita della scienza moderna, data da

Koyré,[22] non si è occupata della chimica di Boyle; né appare appropriata alla chimica di Lavoisier o a quella di Mendeleieff. In realtà, la chimica classica non rientra nel tipo di scienza considerata vincente da Koyré, la teoria di Newton, quella che è basata sulle due scelte fondamentali opposte a quelle della chimica. Si vede bene che la chimica non rientra nella storiografia di Koyré considerando le due frasi che egli ha suggerito per sintetizzare concettualmente quell'avvenimento storico:

"Dissoluzione del Cosmo finito e geometrizzazione dello spazio".

A colpo d'occhio si vede che quelle due frasi descriverebbero la chimica come una teoria del passato, non avendo una qualsiasi geometrizzazione e restando ristretta al finito.

Quelle due frasi sono interpretabili come metafore di:

- 1) il rifiuto ("dissoluzione") del "finito", cioè l'infinito potenziale, IP; e il rifiuto dell'organizzazione tipica del Cosmo (basato sul problema di come esso è fatto), cioè OP; e invece
- 2) la scelta di applicare una "geometrizzazione", da intendere come matematizzazione con l'analisi infinitesimale di Newton e quindi IA, dello "spazio", da intendere come lo spazio assoluto di Newton che fa da principio per le deduzioni della teoria, cioè OA.

Sappiamo che invece la chimica classica è basata sulle scelte opposte. In effetti anche esse possono essere espresse alla maniera delle due frasi di Koyré, cioè con concetti che sono metafore di quelli scientifici:

- 1) l'abbandonare (come fece Lavoisier) la idea della forza gravitazionale, suggerita da Newton per spiegare l'affinità chimica e basarci tutta la teoria; quindi, la "evanescenza" dell'idea di "forza", anche intesa come la funzione matematica che nella teoria permette di calcolare le equazioni differenziali; quindi IA; come pure abbandonare l'idea della "causa", che faceva dedurre tutte le leggi da principi-assiomi, quindi OA; e invece
- 2) concepire tutto, anche l'organizzazione della materia, che è il problema fondamentale della chimica (OP) con l'ipotesi atomica; quindi adottare una matematica discreta (IP).

Allora abbiamo ottenuto due nuove frasi caratteristiche, adatte alla chimica:

"Evanescenza della forza causa e discretizzazione della materia". [23]

Ne abbiamo conferma dal maggior storico della chimica, che nelle ultime pagine del suo libro, sintetizza il periodo attorno a Lavoisier appunto con due frasi simili. [24]

Si noti che i concetti delle ultime due frasi possono servire da idee guida alla didattica della chimica; esse marcano con facili concetti essenziali l'identità della chimica classica e la sua distanza dalla fisica newtoniana.

L'insegnamento potrebbe essere arricchito da letture storiche che chiariscano il ruolo delle scelte già individuate come fondamentali della scienza (Venel sulla distanza tra chimica e fisica, D'Alembert e L. Carnot sull'organizzazione alternativa della teoria, Dalton sull'uso della matematica in chimica, Lavoisier sul metodo della chimica, Avogadro sul problema dell'ipotesi atomica, Mendeleieff sulla ciclicità della sua tabella).

6. Dai fondamenti della chimica di Mendeleieff a quelli della Termodinamica e a quelli della Teoria dei computer

In un precedente articolo su questa rivista, con Giovanni Villani abbiamo sottolineato che purtroppo si ignora che Mendeleieff formulò la chimica classica in maniera molto precisa dal punto di vista dei fondamenti, tanto da chiarire l'identità della chimica rispetto a tutte le altre teorie; e che quindi la didattica della chimica avrebbe il dovere di ricordare questa formulazione. [25]

Il testo di Mendeleieff ha chiarito la struttura della fondazione OP della teoria, perché l'ha precisata secondo due problemi fondamentali, ai quali corrispondono due risposte tra loro concatenate. Il primo problema è *quantitativo*: esplorare tutte le reazioni chimiche; il secondo problema è *qualitativo*: chiarire se esista la *hyle*, cioè una particolare sostanza alla quale siano convertibili tutte le altre sostanze. Questo secondo problema era nato con l'alchimia, la quale rispondeva affermativamente. La chimica si distingue dall'alchimia perché dà la risposta opposta; cioè, non esiste una *hyle* (né esistono quattro elementi), ma esiste tutta una serie di elementi della materia.

Nello stesso scritto si mostrava come questi due problemi corrispondano a quelli fondamentali della termodinamica di Sadi Carnot, organizzata sul problema dell'efficienza della macchine termiche.

Inoltre, si può mostrare che questa chiarificazione risolve anche il problema su cui si discute correntemente: è la teoria dei calcolatori (o, come si dice in Europa, l'informatica) una scienza? [26] Esso resta del tutto irrisolto anche nell'apposita didattica delle scuole secondarie, benché oggi la mente e la vita stessa degli studenti siano assorbite dai calcolatori, attraverso l'uso di personal computers, cellulari e internet.

Secondo i fondamenti suddetti, una scienza è una teoria se compie scelte precise sulle due dicotomie fondamentali. Ora la teoria dei calcolatori compie chiaramente la scelta dell'IP, perché tutte le sue operazioni sono costruite fisicamente (non è possibile che un calcolatore calcoli *tutte* le infinite cifre di un numero irrazionale); inoltre il suo problema fondamentale è quello famoso della fermata: data una macchina che compie un calcolo, possiamo se avremo il risultato, o essa (ad es. entrando in un ciclo) non terminerà mai? È questo un problema qualitativo, che ha una risposta negati-

va, così come la chimica e la termodinamica danno una risposta negativa al loro corrispondente problema (l'esistenza di una *hyle*, la trasformazione totale di una forma di energia nell'altra). Questa risposta prende tutta la sua importanza quando, si sappia rispondere al problema quantitativo, quello di esplorare tutte le maniere di compiere fisicamente un calcolo (rispettivamente in chimica e in termodinamica: tutte le reazioni chimiche; tutte le forme di energia), perché solo allora si è sicuri che non esistono altre possibilità (cioè si applica il principio di ragion sufficiente). Nella teoria dei calcolatori il problema quantitativo ha la risposta nella tesi di Church: tutte le maniere di calcolare sono equivalenti a quella formale della macchina di Turing. [27]

In particolare, tutte queste tre teorie presentano un principio di impossibilità. Nella Chimica esso è l'impossibilità di una sostanza che in passato fu chiamata *hyle*, cioè così primordiale da poter essere trasformata in qualsiasi altra e viceversa. In effetti è sull'impossibilità della sua esistenza che si afferma che esistono gli elementi della materia e che la chimica si differenzia radicalmente dall'antica alchimia. La termodinamica di Sadi Carnot (e anche quella moderna) si fonda sulla impossibilità del moto perpetuo, cioè di una macchina che possa trasformare energia senza perdite; è su questa base che si stabilisce che esistono tante forme di energia, in particolare quella del calore che è trasformabile in lavoro solo parzialmente. La teoria dei calcolatori stabilisce che è impossibile decidere, sulla base delle conoscenze a priori (il programma di calcolo), se un calcolo di una macchina avrà un termine o no (problema della fermata). Questa indecidibilità è quella base di numerose altre, che nella teoria dei calcolatori formano una gerarchia.

Quindi, la didattica della chimica, introducendo alla formulazione di Mendeleeff, può chiarire allo stesso tempo i fondamenti della termodinamica, più di quanto faccia di solito la sua didattica. Se lo tratta, pone il problema della efficienza della macchine termiche come risultato finale di una costruzione teorica che inizia parlando di un concetto di energia universale; quando invece si possono misurare solo le espressioni fisiche precise dell'energia nelle singole teorie: meccanica, elettricità, magnetismo, termodinamica, nucleare ecc. Inoltre, la didattica della chimica può sottolineare che i suoi principi sono simili a quelli che fondano la Teoria dei calcolatori.

7. Considerazioni finali sul tipo di didattica qui proposta

Con ciò allo studente di scuola superiore si rivelerebbe, con ampia esemplificazione di teorie specifiche (da quella che nel era passato paradigmatica, la meccanica di Newton, a quelle alternative anche moderne), la struttura della scienza moderna; egli entrerebbe in una comprensione glo-

bale e profonda che darebbe valore culturale ad un insegnamento che altrimenti ai non appassionati risulta arido.

Allora qui appare un'opposizione tra accumulo di nozioni e approfondimento dei concetti e dei fondamenti delle teorie. È forse meglio che i professori aiutino giovani "fissati" per tutto ciò che è chimica ad accumulare sempre più nozioni, piuttosto che formare persone di cultura, che sanno vedere la scienza nella sua interezza, nelle sue differenze interne, fino ai fondamenti?

È vero che il seguire le indicazioni suddette porterebbe a sacrificare un po' del tempo disponibile alla didattica (di solito rivolta a trasmettere una data quantità di nozioni), però darebbe un grande guadagno nella qualità della didattica; soprattutto attribuirebbe alla chimica il ruolo di insostituibile materia scientifica che sa introdurre lo studente a trattare il grande tema culturale dei tempi moderni: in che consista quella conoscenza dei fondamenti della scienza che chiarisce il sapere scientifico (anche rispetto all'insegnamento della filosofia[28]).

Ringraziamenti

Sono debitore verso il Prof. Carlo Bauer per alcune discussioni molto proficue. Inoltre ringrazio il Prof. Gustavo Avitabile per preziosi consigli e critiche.

Bibliografia

- [1] A. Drago A., "Lo schema paradigmatico della didattica della Fisica: la ricerca di un'unità tra quattro teorie", *Giornale di Fisica*, **45** (3), 2004, pp. 173-191.
- [2] A. Drago, "I quattro modelli della realtà fisica", *Epistemologia*, **13**, 1990, pp. 303-324. A. Drago, *Le due opzioni*, La Meridiana, Molfetta BA, 1991.
- [3] Galilei ha dedicato la III Giornata dell'ultima sua opera (*Discorsi su due nuove scienze*, 1638) a discutere proprio questo problema, concludendo scoraggiato che non riusciva a risolverlo; il suo discepolo Cavalieri aveva già inventato un calcolo di tipo differenziale; ma Galilei non gli rispondeva su questo argomento e non ha costruito una teoria. Dopo di lui, Newton ha costruito una teoria proprio perché ha scelto l'infinito in atto degli infinitesimi, che gli hanno dato le equazioni differenziali in cui la forza, da semplice grandezza fisica, diventa funzione matematica e dà luogo ad una infinità di traiettorie. Tutto il secolo XX è passato tra i matematici a discutere appunto sui due tipi di matematica, con l'infinito in atto o senza (v. D. Hilbert, "Sull'infinito" in C. Cellucci, *La filosofia della matematica*, Laterza, Bari 1967 e per la posizione costruttivista: homepage.sns.it/lolli/dispense13/Costruttivismo.pdf).
- [4] In effetti la formalizzazione della matematica con il solo IP, cioè la matematica costruttiva, riesce a esprimere anche le equazioni differenziali (sia pure con delle limitazioni). Ma ciò è stato stabilito dalla seconda metà del '900. A.A. Markoff, "On Constructive Mathematics". *Trudy Math. Inst. Steklov*, **67**, (1962) pp. 8-14 (tr. Ingl. in *Am. Math. Soc. Translations*, (1971) **98** (2) pp. 1-9). E. Bishop, *Foundations of Constructive Mathematics*, Mc Graw-Hill, New York, 1967.

- [5] J. Le Ronde D'Alembert, "Elémens", in J. Le Ronde D'Alembert e D. Diderot (edd.), *Encyclopédie Française*, 1754, p. 501. E il suo seguace L. Carnot ha scritto una pagina luminosa per illustrare la differenza tra le due organizzazioni di una teoria. L. Carnot, *Saggio sulle macchine in generale*, CUEN, Napoli, 1994, pp. 92-93.
- [6] A.-L. Lavoisier, *Traité élémentaire de Chimie*. Paris, 1789. p. 8
- [7] Vedasi una presentazione più dettagliata in "Le ipotesi fondamentali della meccanica secondo Lazare Carnot", *Epistemologia*, **12** (1989), pp. 305-330 (con S.D. Manno).
- [8] Sul contenuto idealistico di tutta questa versione del principio di inerzia si veda B. Ellis, "The origin and Nature of Newton's Laws of Motion", in Colodny R.G. (ed.), *Beyond the Edge of Certainty*, Prentice-Hall, Englewood, 1965, pp. 29-68.
- [9] Beninteso, soprattutto quella dell'800, non gli sviluppi dell'ultimo mezzo secolo.
- [10] A. Drago, "Lo schema paradigmatico...", op. cit.
- [11] A. Drago, "An effective definition of incommensurability", in C. Cellucci et alii (edd.), *Temi e prospettive della logica e della filosofia della scienza contemporanea* (CLUEB, vol. II, 1988, pp. 117-120).
- [12] I due epistemologi che hanno introdotto il concetto, solo intuitivo, di incommensurabilità tra teorie, Feyerabend e Kuhn, hanno indicato alcuni esempi di variazioni radicali di significato; ad es. quella subita dal concetto di massa nel passare dalla meccanica newtoniana alla teoria relativistica, dove esso diventa il concetto di massa-energia; sono ovvie le variazioni radicali di significato dei concetti di spazio e di tempo nel passaggio tra le medesime due teorie.
- [13] Nel seguito utilizzo le riflessioni di C. Bauer et al., "Quello che i libri non spiegano", *Naturalmente*, **15** (3), 2002, 55-58; **16** (3) 2003, pp. 35-39; **17** (3), 2004, 44-50; P. Mirone, "Considerazioni sul concetto di reazione chimica", *Chimica nella scuola*, (2), 1998, pp. 49-51; G. Villani, "Due concetti paralleli: molecola e sostanza chimica", *Chimica nella scuola*, **18**, 1996, pp. 19-23.
- [14] G. Villani, "Chimica e fisica a confronto in un'ottica non riduzionista", in P. Riani e M.V. Massidda (edd.), *Atti della III Conferenza Nazionale sull'Insegnamento della Chimica*, S.T.A.R., Pisa, 2004, pp. 65-73 (e anche i miei "Una caratterizzazione della rivoluzione di Lavoisier", G.B. Marino (ed.) *Atti V Conv. Storia Fond. Chimica, Atti Acc. Sci. XL*, Roma, 1994, 127-138; "La incommensurabilità strutturista della chimica rispetto alla fisica", F. Calascibetta (ed.), *Atti VII Conv. Naz. Storia e Fond. Chimica, Rend. Acc. Scienze XL*, 21, pt. II, t. II, 1997, pp. 273-287).
- [15] Soc. Chim. It. Div. Didattica, "Per la definizione del curriculum di Educazione Scientifica generale e in particolare della Chimica", era su internet. Attualmente sembra prevalere un altro atteggiamento, a giudicare dal numero di *La Chimica nella Scuola*, Ottobre – Dicembre 2009 e dalla "Premessa" di Eleonora Aquilini, Aldo Borsese. Questi, pur sottolineando che: "E' necessario conseguentemente un profondo rinnovamento didattico-relazionale che può essere sintetizzato in tre aspetti centrali, tra loro strettamente intrecciati: ricerca, costruttivismo e motivazione." (p. iv) e anche che "...l'insegnante esercita un ruolo fondamentale e la sua visione epistemologica (sia la sua immagine della scienza sia le sue idee sull'apprendimento) influisce sul modo con cui sviluppa il suo insegnamento e con-

seguentemente sul modo di pensare dei suoi studenti” (pp. II-III), nulla poi dicono sull’aspetto fondazionale della chimica. Eppure è notevole in questa direzione la prima indicazione data dalle *Conclusioni parziali del Rapporto Rochard* (“L’educazione scientifica ora: una didattica rinnovata per il futuro dell’Europa” http://ec.europa.eu/research/conferences/2004/sciprof/pdf/final_en.pdf, 2007). Nell’insegnamento scientifico passare dai metodi principalmente deduttivi a quelli di tipo investigativo è un modo di aumentare l’interesse verso la scienza. I metodi basati sull’investigazione (*Inquiry-based Science Education*, IBSE) si sono dimostrati efficaci per l’apprendimento della scienza a livello di *scuola primaria*: essi aumentano sia l’interesse dei bambini sia la motivazione degli insegnanti. Essi sono perfettamente adatti ai bambini della *scuola primaria*, in cui si può far uso dell’“età d’oro per la curiosità” dei bambini. Oltre al pensiero critico e alla riflessione essi sviluppano abilità complementari come lavorare in gruppo, espressione scritta e verbale, esperienza nel risolvere problemi aperti e altre abilità interdisciplinari. I metodi IBSE sono efficaci anche a livello di *scuola secondaria*, anche se i docenti sono più riluttanti a seguire tali metodi che richiedono più tempo, che sembra venir sottratto allo svolgimento del programma. Le tecniche IBSE sono poi efficaci per gruppi di studenti che hanno un *basso rendimento* con i metodi tradizionali (per motivazione, situazioni svantaggiate): in questi casi il loro inserimento ha un importante valore sociale perché, in una società basata sulla conoscenza, l’ignoranza scientifica ha un alto costo sia individuale che sociale. IBSE non esclude l’ambizione di *eccellenza*, anzi questi metodi creano l’ambiente più favorevole allo sviluppo dei livelli più alti per gli studenti dotati di maggior talento e più creativi e motivati. Infine, i due approcci non si escludono ma possono essere usati entrambi nella didattica in classe a seconda degli argomenti e delle attitudini dei gruppi classe. Il rinnovamento dell’insegnamento scientifico basato su IBSE aumenta le possibilità di cooperazione tra i vari attori dell’educazione formale ed informale. Le iniziative che sono state identificate come efficaci nel promuovere IBSE sono spesso organizzate e supportate a livello locale (comuni, associazioni genitori) anche quando fanno parte di organizzazioni più ampie.” (*La Chimica nella Scuola*, Ottobre – Dicembre 2009, p. 15). Essa di fatto sottolinea la dicotomia sull’organizzazione della teoria, quella tra AO e PO e invita gli insegnanti ad insegnare secondo la seconda scelta.

[16] Vedasi ad esempio il libro di testo F.Randazzo, *Chimica, eventi ed idee*, Petrini, Torino, 2000.

[17] A. Drago: “La teoria chimica come la più chiara teoria scientifica moderna”, *La Chimica nella scuola*, Numero Speciale: La chimica e le altre Discipline (a cura di G. Villani), 32, n. 4 (2010) pp. 2-9.

[18] A. Drago e D.S. Manno, “Introduzione” a L. Carnot, *Saggio sulle Macchine*, CUEN, Napoli, 1996.

[19] S. Carnot, *Riflessioni sulla Potenza Motrice del Fuoco*, Bollati Boringhieri, Torino, 1992.

[20] A. Drago, “La teoria chimica come la più chiara teoria scientifica moderna”, *La Chimica nella scuola*, Numero Speciale: La chimica e le altre Discipline (a cura di G. Villani), 32, n. 4 (2010) pp. 2-9; “La Chimica classica di Mendeleev e il suo rapporto con la termodinamica di Sadi Carnot”, *La Chimica nella Scuola*, 36, n.1, 2014, pp. 47-62 (con Giovanni Villani).

- [21] T.S. Kuhn: *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino, 1969, p. 135. Sulla rilevanza della chimica in questo libro vedasi A. Drago e P. Cerreta, “La struttura interpretativa de "La Struttura delle Rivoluzioni Scientifiche" di T.S. Kuhn, rivelata dall'analisi dei suoi esempi storici”, in F. Bevilacqua (ed.), *Atti del X Congr. Naz. Storia Fisica*, Cagliari, 1989, pp. 49-61.
- [22] A. Koyré, *Dal mondo chiuso all'universo infinito*, Feltrinelli, Milano, 1971.
- [23] A. Drago, “Interpretazione delle frasi caratteristiche di Koyré e loro estensione alla storia della fisica dell'ottocento”. C. Vinti (ed.), *Alexandre Koyré. L'avventura intellettuale*, ESI, Napoli, 1994, pp. 657-691.
- [24] A. Thackray, *Atomi e Forze*, Il Mulino, Bologna, 1980, in particolare: "...l'unità e la convertibilità della forza... in termini di atomi boscoviciani. E' in questo quadro intellettuale e filosofico che bisogna vedere il suo lavoro" p. 305. Si noti che quegli aggettivi attribuiti alla forza dissolvevano il concetto di forza newtoniana intesa come causa dei fenomeni meccanici e come iniziatrice di equazioni differenziali. Gli atomi di Boscovich introducevano una concezione essenzialmente discreta della materia. Per il seguito ci sarà utile notare che le due nuove frasi sono chiaramente adatte a rappresentare anche la storia della nascita della termodinamica.
- [25] A. Drago e G. Villani, “La Chimica classica di Mendeleev e il suo rapporto con la termodinamica di Sadi Carnot”, *La Chimica nella Scuola*, 36, n.1, 2014, pp. 47-62.
- [26] P.J. Denning, “Is Computer Science Science?”, *Comm. ACM*, 48, no.4, (2005), pp. 27-31.
- [27] Per una ampia, ma molto attraente, introduzione alla Teoria dei calcolatori si veda J.G. Brookshear, *Informatica, una panoramica generale*, Pearson - Addison Wesley, Milano, 2011.
- [28] A. Drago, “Dalla storia della fisica ai fondamenti della scienza”, e “Dai fondamenti della scienza alla filosofia e alla didattica”, *Nuova Secondaria*, 2015 (in stampa).

Attività Didattica sul DNA terza parte

Chiara Gerardi,¹ Erica Parri,¹ Giada Tuci,¹ Alessandro Lenzi,²
Valentina Domenici^{1,2*}

1. Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Moruzzi 13, 56124 Pisa.
 2. Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, via Monte alla Rena, 41-43, 57016 Rosignano Solvay (LI).
- * E-mail: valentina.domenici@unipi.it

Sommario

In questo articolo, riporteremo un percorso didattico svolto lo scorso anno scolastico (2013-2014) nell'ambito di una attività museale dedicata alla scoperta della doppia elica di DNA da parte di Watson e Crick. In particolare, questa attività era rivolta ai bambini di classi quarte e quinte delle scuole primarie e si è svolta in parte presso il Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay e in parte presso le stesse scuole.

In questo articolo, riporteremo le fasi di tutta l'attività svolta, dall'introduzione alla tematica fino alla verifica delle competenze acquisite dai bambini. Nella parte conclusiva verranno discussi i risultati del percorso svolto.

Parole Chiave:

Didattica della Chimica, DNA, Scuola Primaria, attività laboratoriale, bambini di 8-10 anni.

Abstract

In this paper, we report a didactic unit about D.N.A. performed the last year (2013-2014) during the celebration of the discovery of D.N.A. double helix by Watson and Crick. The didactic activity has been proposed to the 4th and 5th classes of the Primary School (children 8-10 years old). These activities were performed in part at the Museum of Science in Rosignano Solvay, and in part at School, under the supervision of both museum guides and school teachers.

In this paper, the various steps of these activities are described in details, starting from the introduction to the topic of D.N.A. to the evaluation of the knowledge acquired by the children. Finally, the main results are discussed.

Key-words: Chemical Education, DNA, Primary School, Laboratory activities, kids of 8-10 years old.

1. Introduzione

Questo terzo e ultimo articolo della serie dedicata alle attività didattiche sul DNA svolte lo scorso anno con alcuni studenti delle scuole Primarie, Secondarie Inferiori e Secondarie Superiori, riguarda un *percorso didattico* che è stato proposto ai bambini di cinque classi, quarte e quinte, di tre Scuole Primarie del Comune di Rosignano Marittimo. In tutto hanno partecipato 102 bambini.

Il percorso didattico è stato progettato in collaborazione tra il Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay, che ha ospitato una mostra didattica dedicata alla scoperta della doppia elica del DNA, e un gruppo di giovani laureati e di studenti del corso di *Didattica della Chimica* presso il Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa (con la supervisione della dr.ssa Valentina Domenici).

In questo articolo, riporteremo lo **schema delle attività** proposte, alcune delle quali sono state descritte in dettaglio nei precedenti articoli: “Attività Didattica sul DNA. Parte I” e “Attività Didattica sul DNA. Parte II”. Commenteremo la logica del percorso e alcuni aspetti logistici in modo che possano essere di utilità per altre insegnanti ed educatori. Inoltre, ci soffermeremo su alcuni concetti e sull'efficacia della metodologia scelta nel migliorare le competenze dei bambini. Nella seconda parte dell'articolo, analizzeremo in maniera critica i risultati delle verifiche, cercando di comprendere quali sono stati gli aspetti critici e gli elementi positivi di questo percorso.

2. Schema delle attività sul DNA

Il **percorso didattico** proposto alle cinque classi di bambini delle scuole primarie si è articolato delle seguenti fasi:

1) Incontro con la classe. Introduzione del tema dell'attività: il DNA. Indagine su cosa conoscono i bambini sul DNA (quali sono i preconetti). Introduzione di alcuni **concetti di base**: ereditarietà dei caratteri e complementarietà delle unità (le basi) che costituiscono il DNA. (*luogo: al Museo*)

2) Attività collettiva. Si tratta di un **gioco** sull'ereditarietà dei caratteri da genitori a figli. L'obiettivo del gioco è far capire che le informazioni su “come siamo” sono contenute nel DNA e che ci vengono trasferite dai genitori. (*luogo: al Museo*)

3) Attività laboratoriale. L'**esperimento** proposto è l'estrazione del DNA dalla frutta. L'obiettivo principale dell'attività laboratoriale è capire dove si trova il DNA e “vederlo”. (*luogo: al Museo*)

4) Attività singola. I bambini devono **disegnare** quello che hanno visto durante l'esperimento. (*luogo: al Museo*)

5) Attività collettiva. Si tratta di un **gioco** sulla struttura del DNA e in parti-

particolare sulla complementarietà dei filamenti di DNA. Oltre a consolidare le conoscenze acquisite al Museo, con questo gioco si cerca di far capire che da un filamento se ne possono fare altri (replicazione del DNA). (*luogo: a scuola*)

6) Attività singola. Si tratta di una prima verifica delle conoscenze. I bambini devono rispondere al **questionario**. (*luogo: a scuola*)

7) Attività collettiva. **Discussione** insieme sui concetti principali associati alle varie attività svolte. (*luogo: a scuola*)

8) Attività singola. Come ulteriore **verifica** i bambini devono descrivere l'attività svolta che più li ha colpiti. (*luogo: a scuola o a casa*)

Le attività svolte al Museo hanno visto impegnati i bambini per circa tre ore e mezza. Circa la metà del tempo è stato dedicato all'esperimento. Alla fine della mattinata non tutti i bambini hanno terminato il disegno, e in tal caso lo hanno completato per casa.

Le attività svolte in classe, in particolare, la numero (5), (6) e (7), hanno coperto circa due ore, mentre l'attività di verifica (8) è stata fatta nella maggior parte dei casi come compito per casa.

3. Preconcetti

Contrariamente a quanto si possa immaginare, quasi tutti i bambini hanno già sentito la parola DNA molte volte. Alla domanda: "Avete mai sentito parlare del DNA?" La risposta è positiva nell'80% dei casi.

I bambini associano la parola DNA al mondo dei cartoni animati Figura 1.



Figura 1. A sinistra. Una copertina del fumetto de “L’uomo ragno”. Edizione italiana. A destra. Immagine del cartoon “BEN 10” che utilizza uno strumento chiamato “DNA scanner”.

Queste sono alcune loro risposte:

- A. “Peter Parker diventa Uomo Ragno perché il ragno gli ha dato il suo DNA”;
- B. “Il DNA dà i poteri all’Uomo Ragno”;
- C. “Il DNA trasforma Ben10, che poi diventa con i super poteri”.

I bambini quindi conoscono il termine DNA, ma non esattamente il suo significato; sono comunque consapevoli che il DNA “conferisce alle persone delle qualità o caratteristiche particolari”. Inoltre, anche se non in modo corretto, sanno che il “DNA si può trasferire da una persona all’altra”.

Alcuni bambini invece sanno già che “il DNA ci dice se abbiamo gli occhi marroni o celesti” o che “il nostro DNA è simile a quello dei genitori”.

Partendo da queste loro idee e conoscenze pregresse possiamo parlare dell’ereditarietà dei caratteri (Figura 2) che svilupperemo con un gioco (vedi articolo “Attività Didattica sul DNA. Parte II”).



Figura 2. Attività collettiva legata al concetto di ereditarietà

4. Concetti chiave

4.1 L’ereditarietà

Per i bambini il concetto di ereditarietà dei caratteri non è un concetto difficile da comprendere. Facendoli ragionare sulle somiglianze con i loro genitori e con i loro nonni, comprendono che alcuni aspetti del loro essere sono trasmessi dai familiari (il colore dei capelli, quello degli occhi, la forma del viso, il colore della pelle, ...).

Il gioco (Figura 2), che consiste nel costruire un “DNA” mettendo insieme tanti pezzetti di filamento contenente informazioni specifiche su questi caratteri per poi disegnare il bambino che ha queste caratteristiche, serve proprio per far capire che queste informazioni sono contenute nel DNA.

Parlando di ereditarietà dei caratteri se abbiamo di fronte bambini particolarmente interattivi, possiamo introdurre anche il concetto di caratteri “dominanti” e caratteri “recessivi”. Possiamo infatti chiedere ai bambini quanti di loro hanno gli occhi marroni e quanti hanno gli occhi celesti. A partire da queste informazioni possiamo poi chiedere quale è il colore degli occhi dei genitori e dei nonni. Quasi automaticamente, dalla discussione, emerge una differenza tra il carattere “occhi celesti” e quello “occhi marroni”, il primo più “raro” e il secondo più “comune”. I bambini in generale non hanno difficoltà a capire che alcuni caratteri possono essere portati dalla madre, mentre altri dal padre, e che a loro volta sono stati ereditati dai nonni.

4.2 Complementarietà

Questo concetto invece è molto più difficile e presuppone che i bambini abbiano acquisito alcune nozioni di geometria e di matematica. Nella fase di progettazione ci siamo anche chiesti la necessità di affrontare questo punto con i bambini di 8-10 anni. Quello che ci ha spinti ad approfondire questo concetto è l'evidenza di una certa familiarità dei bambini con la “forma del DNA”. Facendo vedere alcune immagini ai bambini, capiamo che loro hanno già visto, anche se in contesti diversi, la tipica “spirale del DNA” o la “scala a chiocciola del DNA”. Quest'immagine è del resto un'icona del nostro tempo. Il DNA è associato a molte pubblicità, viene proposto in modo evocativo come sfondo di trasmissioni televisive, nonché, come già osservato, in alcuni cartoni animati.

L'immagine stilizzata del DNA, già conosciuta dai bambini, può essere lo spunto per approfondire alcuni caratteri di questa struttura, funzionali a capire le proprietà del DNA, prima tra tutti quella di “contenere e trasferire alcune informazioni su come siamo fatti”.



Figura 3. Attività collettiva legata al concetto di complementarietà dei filamenti di DNA e di replicazione del DNA.

Possiamo infatti dire ai bambini che il DNA è fatto di due filamenti, ognuno dei quali è costituito da una sequenza di quattro mattoncini che si ripetono a formare una lunga catena. I due filamenti però non sono casuali, ma sono costruiti in modo che i mattoncini di un filamento formino, con i mattoncini dell'altro filamento, tante **coppie** secondo delle precise regole.

Per i bambini è un gioco piuttosto semplice, sia capire quali sono le coppie che possono formarsi (in base alla forma geometrica, ad esempio) che costruire, a partire da un filamento, l'altro complementare (Figura 3).

La complementarità delle forme geometriche è facilmente trasferibile alla complementarità delle unità costituenti il DNA, e di conseguenza alla complementarità dei due filamenti.

Attraverso il gioco, possiamo far capire ai bambini che se abbiamo un doppio filamento di DNA, possiamo a partire da questo costruirne due esattamente uguali. Questi concetti, con i quali i bambini prendono familiarità attraverso il gioco, sono alla base dei concetti di replicazione del DNA e quindi del trasferimento del materiale genetico.

I bambini dicono infatti: “possiamo fare tanti DNA a partire da uno solo”, “le informazioni passano da un DNA all'altro”, “le informazioni sono tante, quindi anche il DNA deve essere lunghissimo”.

4.3 Il DNA si vede? Esperienza laboratoriale

L'esperienza laboratoriale è l'estrazione del DNA dalla frutta. Questa esperienza è molto nota ed esistono varie versioni. Nel momento in cui viene proposta, i bambini hanno già acquisito varie competenze, e in particolare sanno che:

- 1) il DNA contiene informazioni che si trasmettono dai genitori ai figli;
- 2) il DNA si trova nelle cellule degli esseri viventi;
- 3) il DNA è un filamento molto lungo con una struttura particolare (a doppia elica, a scala a chiocciola,...).

La motivazione dell'esperimento è quella di cercare di “vedere” il DNA, o per lo meno quello di scoprire se c'è il DNA nella frutta. Alcuni bambini si aspettano di vedere una scala a chiocciola, o un filamento, altri pensano che sia difficile vedere il DNA, altri ancora si aspettano che il DNA di un kiwi sia diverso da quello di una fragola, e di poterlo notare con l'esperimento. Tutti i bambini sono attenti e curiosi di fare l'esperimento. In nessun caso, abbiamo riscontrato difficoltà nel tenere viva l'attenzione dei bambini durante le varie fasi dell'esperienza. L'attenzione e le aspettative sono al massimo livello.

Di seguito riportiamo lo schema dell'attività che si è svolta dividendo i bambini in piccoli gruppi (massimo 5 bambini) che hanno autonomamente lavorato al banco seguendo le istruzioni che via via venivano date dagli operatori.



Figura 4. Attività laboratoriale al Museo: estrazione del DNA dalla frutta

Procedimento:

- Preparazione della poltiglia di frutta: separiamo le cellule! Facilita l'estrazione del DNA (Figura 4).

Con la forchettata si schiaccia il frutto in un piatto fino a farne una poltiglia e la si mette in un beker. Con il pennarello da vetro si scrive sul beker il nome del frutto che contiene.

- Preparazione della soluzione di estrazione: rompiamo la membrana cellulare e quella nucleare! Le membrane sono fatte da lipidi, cioè grassi: usiamo il detersivo per piatti, che toglie il grasso dalle stoviglie di casa! Il sale comincia a liberare il DNA.

In un cilindro graduato si versano: 10 ml di detersivo, 90 ml di acqua e un cucchiaino di sale. Abbiamo fatto una soluzione! Si versa la soluzione di estrazione nel beker contenente la poltiglia di frutto e si mescola.

- Bagno caldo: Acceleriamo la reazione con il calore!

Per accelerare il processo di demolizione si mette il beker in un bagno caldo fatto mettendo in un contenitore (pentola) dell'acqua precedentemente scaldata e mantenuta in un termos.

- Bagno freddo: fermiamo la reazione!

Dopo 10 minuti (non di più, altrimenti si danneggia il DNA!), si sostituisce l'acqua calda con acqua e ghiaccio per 5 minuti continuando a mescolare.

- Filtrazione: separiamo il DNA dal resto della poltiglia!

Mettere sopra un beker pulito un colino con della carta assorbente bagnata con acqua (scottex) e versare sopra il contenuto del primo beker. Si contrassegna il beker contenente il filtrato con "nome del frutto-filtrato".

- Aggiunta di succo d'ananas: demoliamo definitivamente le proteine (istoni) che avvolgono il DNA! Sfruttiamo la bromelina, una sostanza chiamata enzima che è contenuta nel succo d'ananas.

Si prepara il succo strizzando con le mani pezzi di ananas fresco. Si mettono circa 5ml di soluzione filtrata in una provetta, si aggiunge succo d'ananas e si aspettano 2-3 minuti.

- **Aggiunta di alcol:** guardiamo il DNA! Il DNA in acqua si scioglie: questo vuol dire che non lo possiamo vedere, così come non vediamo più il sale quando si scioglie nell'acqua della pentola per la pasta. Aggiungere nella provetta lentamente circa 5ml di alcol etilico al 95% freddo e attendere 5 minuti. Il DNA, solubile in acqua, precipita in alcol: è un **filamento bianco** visibile ad occhio nudo (Figura 5).



Figura 5. Fotografia del DNA estratto dalla frutta

Alla fine dell'esperienza, si confronta ciò che i bambini vedono realmente e ciò che si aspettavano di vedere.

Nel caso di frutti diversi (es. banana, fragole, kiwi, ...): il DNA appare simile per tutti i frutti o è diverso? Perché? Cerchiamo quindi di capire con i bambini il motivo di questo risultato, inaspettato per alcuni di loro.

Materiale (per gruppo):

- 2 Beker	- Carta assorbente (scottex)	- Pennarelli indelebili per scrivere sui beker
- Forchetta	- Banana, kiwi, fragola...	- Bacchette di vetro
- Coltello	- Contenitore (pentola) per bagno freddo/caldo	- Detersivo
- Colino	- Alcol etilico al 95% freddo	- Acqua distillata
- Ghiaccio	- Cilindro graduato da 100ml per fare la soluzione estraente	- Sale da cucina
- Ananas		- Acqua calda in thermos
- Provetta grande		

Tempo necessario:

1 ora / 1 ora e mezza.

Abilità acquisite:

- manualità in laboratorio.
- usare vetreria graduata per misurare volumi di liquidi;
- filtrare;
- preparare una soluzione;
- seguire le istruzioni / il procedimento;
- lavorare in gruppo.

Principali conoscenze acquisite:

- il calore accelera i processi, il freddo li rallenta;
- il DNA, come il sale, in acqua si scioglie e non si vede;
- Cosa vuol dire estrarre una sostanza;
- per estrarre il DNA dalla frutta occorrono diverse operazioni in successione, per rompere le cellule, per rompere il nucleo delle cellule e per liberare il DNA dalle proteine che lo circondano;
- il DNA ha lo stesso aspetto, a livello macroscopico, nei diversi tipi di frutta.

5. Verifica delle competenze

Questo percorso didattico offre vari momenti all'insegnante per poter valutare le competenze degli alunni, in quanto le attività svolte sono molto diverse tra loro. E' possibile infatti valutare la partecipazione e l'interesse all'argomento, durante la visita al Museo, la partecipazione alle discussioni collettive, il comportamento dei bambini nelle varie fasi dei giochi, la propensione o meno alla collaborazione.

Per quanto riguarda i contenuti e i concetti trattati durante le attività, con gli operatori del Museo avevamo predisposto un questionario da dare ai bambini alla fine delle esperienze (Figure 6, 7).

I questionari sono stati consegnati a tutti i bambini e poi restituiti agli operatori del Museo una volta completati. Vediamo in breve alcuni risultati.

3-

MOSTRA SUL DNA AL MUSEO DI ROSIGNANO SOLVAY

cari bambini,

GRAZIE per aver partecipato alle nostre attività sul DNA !!



Vi chiediamo qualche minuto in più per rispondere alle nostre domande...

1) E' la prima volta che vieni al Museo di Rosignano?

NO

2) Ti è piaciuta la mostra sul DNA?

SÌ, TANTO

3) Cosa ti è piaciuto di più di questa mattinata dedicata al DNA?

La parte dell'esperimento quando nell'alcool c'era il D.N.A. che traballava quando si scuoteva la provetta.

4) Sapresti dire in poche parole cosa è il DNA?

Il D.N.A. è la memoria che viene trasmessa dai parenti e che ci fa assomigliare a loro.

5) Perché il DNA viene chiamata "MOLECOLA DELLA VITA"?

Perché è la molecola che ha tutte le informazioni sui parenti e che contiene tutte le loro caratteristiche.

Figura 6. Pagina 1 del questionario dato ai bambini alla fine delle attività.

MOSTRA SUL DNA AL MUSEO DI ROSIGNANO SOLVAY

Le seguenti affermazioni sono VERE (V) o FALSE (F)? Fai un cerchio attorno alla lettera giusta.

1) Le piante contengono DNA V F

2) Le rocce contengono DNA V F

3) Il gatto ha il DNA V F

4) Il DNA si trova nel nucleo delle cellule V F

5) Il DNA è una molecola piccola e semplice V F

6) Il DNA è una molecola molto grande che contiene informazioni su come siamo fatti V F

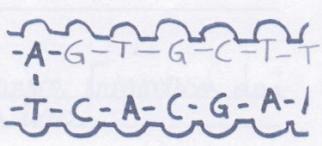
7) Il DNA ha la forma a stella V F

8) Il DNA ha la forma di una scala a chiocciola V F

9) I geni sono fatti di proteine V F

10) I geni sono fatti di DNA V F

COMPLETA LA SEQUENZA DI QUESTO DNA



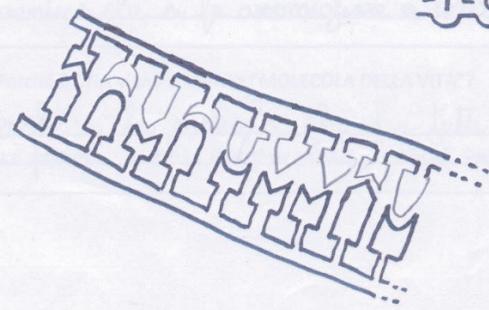


Figura 7. Pagina 2 del questionario dato ai bambini alla fine delle attività.

5.1 Risposte alle domande libere

Le riflessioni più significative vengono dalle definizioni dei bambini del DNA. Alla domanda cosa è il DNA e perché viene chiamata “molecola della vita”, queste sono alcune delle risposte date dai bambini:

A: “è come la nostra carta di identità, è racchiuso nella cellula e sta in tutti gli essere viventi sulla Terra”.

B: “è una specie di filo tutto attorcigliato su se stesso”.

C: “è una molecola che è contenuta nel nucleo della nostra cellula”.

D: “è una molecola tutta aggrovigliolata, che dice come siamo: occhi, capelli, ...”.

E: “è come un gomito, però, più piccolo. E ha la forma di una scala”.

F: “E’ una striscia a due lati, e ha la forma di una scala a chiocciola.”

G: “Se si srotola è lungo due metri”.

H: “E’ molto importante perché dà informazioni su come siamo fatti”.

J: “Ce l’hanno solo le persone, gli animali e le piante”.

K: “Senza il DNA non si potrebbe vivere”.

I: “Il DNA è la memoria che viene trasmessa dai parenti e ci fa assomigliare a loro.”

L: “E’ una grande molecola rannicchiata in una parte nascosta delle nostre cellule.”

M: “Il DNA è come la nostra rubrica, perché contiene le nostre informazioni.”

N: “Nel DNA c’è scritto che aspetto ho e che malattie avrò.”

O: “Il DNA contiene tutti i nostri file vitali.”

Da queste risposte risulta chiaro che alcuni concetti sono stati acquisiti e i bambini riescono anche ad usare esempi e paragoni, che evidenziano la comprensione completa del concetto. E’ il caso del legame tra DNA e informazioni fenotipiche, DNA ed esseri viventi. Circa il 50% dei bambini ha molto chiaro che il DNA si trova dentro il nucleo delle cellule. Riguardo alla forma e alla struttura della molecola di DNA i bambini tendono a confondere l’aspetto macroscopico con quello microscopico. Questo è abbastanza comprensibile, perché le unità di cui il DNA è composto non sono a loro accessibili, mentre, dopo l’esperienza dell’estrazione del DNA dalla frutta, i bambini identificano il DNA con un gomito o un filamento attorcigliato, perché questo è ciò che vedono.

5.2 Risposte alle domande multiple

Le risposte alle domande a risposta “Vero / Falso” ci permettono di aggiungere a quanto detto finora che i bambini sanno che:

- il DNA è una molecola posseduta dagli esseri viventi (oltre il 95%);

- il DNA è una molecola molto grande che contiene le informazioni su come

siamo fatti (oltre 95%);

- il DNA ha una struttura molto particolare, ad elica, e che le sue caratteristiche sono importanti per la funzione stessa del DNA (oltre il 90%).

- i geni sono fatti di DNA (circa il 70%).

Da questi risultati capiamo che la parola “geni” è meno conosciuta della parola “DNA”.

5.3 Considerazioni sulla parte grafica e sui disegni

Sia dal questionario che dalla visione dei quaderni dei bambini possiamo fare alcune considerazioni sulle abilità e sulle competenze. In particolare, nel questionario è presente una parte in cui i bambini devono completare una sequenza di DNA sia con delle lettere che con delle forme geometriche. In entrambi i casi il tema è la “complementarità” del DNA.

Se nel caso della sequenza di lettere, quasi tutti i bambini completano in modo corretto, questo non si può dire per la parte in cui devono disegnare forme complementari. Da questo semplice esercizio è evidente una certa difficoltà, che probabilmente riflette una minore abilità grafica, rispetto a quella linguistica, e una relativamente bassa conoscenza delle forme geometriche e del concetto di complementarità dal punto di vista geometrico.

6. Conclusioni

In questo articolo, abbiamo riportato un percorso didattico applicato su circa cento bambini di quarta e quinta elementare (scuole primarie del Comune di Rosignano Marittimo) sul tema del DNA. La scelta di questo tema, che potrebbe sembrare troppo difficile per una trattazione a livello delle scuole elementari, rientra in un lavoro più ampio di sperimentazione di nuovi percorsi didattici che da un lato siano legati a temi di attualità e dall'altro che offrano vari livelli di approfondimento in un'ottica di curriculum verticale. Inoltre, in questo caso, la tematica era strettamente legata alla visita della mostra didattica presso il Museo di Storia Naturale dedicata alla ricorrenza della scoperta della doppia elica del DNA. Al di là delle numerose valenze didattiche ed educative di questa esperienza, non ultima la possibilità di approfondire un argomento scientifico fondamentale per due discipline quali la Chimica e la Biologia (aspetto interdisciplinare); in particolare in questo articolo abbiamo focalizzato l'attenzione sulle varie fasi di cui si è composto il percorso didattico proposto a bambini di 8-10 anni. Come si evince dal lavoro, tale approccio didattico è molto vario nei metodi e comprende lavori collettivi, attività singole, discussioni e giochi, esperienze laboratoriali e una parte di elaborazione e verifica delle competenze.

I concetti chiave che sono stati affrontati, dall'ereditarietà dei caratteri e il ruolo del DNA, agli aspetti strutturali del doppio filamento di DNA e il suo

legame con la vita, presentano diversi livelli di difficoltà e sono stati presentati ai bambini in modo graduale, dedicando attività specifiche ad ognuno di essi.

Complessivamente, dall'analisi e dalla verifica delle varie attività, fatta anche con la collaborazione degli insegnanti, possiamo concludere che sono stati ottenuti risultati positivi in termini di:

1. Coinvolgimento attivo e interessamento di tutti gli alunni sulle tematiche proposte e in particolare, nei confronti della Chimica;
2. Abilità manuali e organizzative per quanto riguarda le attività laboratoriali svolte in gruppo;
3. Conoscenze acquisite (cosa è il DNA, il suo ruolo nella trasmissione dei caratteri, il legame tra la sua struttura e la sua funzione di contenere e trasmettere informazioni, ...);
4. Competenze acquisite (capacità di spiegare l'esperienza fatta usando termini scientifici appropriati, seguire in modo logico il procedimento dell'esperienza di laboratorio comprendendo i vari passaggi, ...).

Concludendo, pensiamo che questa esperienza sia stata molto positiva ai fini didattici e che possa quindi essere utile per avvicinare i bambini alle scienze sperimentali e a sviluppare uno spirito critico, prendendo spunto anche da argomenti apparentemente lontani dalla sfera dei bambini delle scuole primarie.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano i dirigenti scolastici dei due circoli didattici di Rosignano Marittimo: Enzo Magazzini e Tania Pascucci. Inoltre, ringraziano le insegnanti delle classi V (TN) e V (TP) della Scuola Elementare "A. V. Novaro" di Vada (LI); della classe V della Scuola Elementare "S. Lega" di Castelnuovo della Misericordia (LI) e della classe IV (TP) della Scuola Elementare "Europa" di Rosignano Solvay (LI) dell'anno scolastico 2013-2014. Inoltre, si ringrazia Laura Leoni e tutto lo staff del Museo di Storia Naturale di Rosignano Solvay (LI). Valentina Domenici ringrazia i ragazzi del Corso di Didattica della Chimica (anno 2013-2014) per l'entusiasmo e per la partecipazione alla programmazione e alla discussione delle attività didattiche.

Riferimenti

- AA. VV., *"La Chimica alle Elementari"*. Firenze: Giunti Lisciani Editori. 1996.
- AA. VV., *"Teaching school chemistry"*, Edizione UNESCO (Ed. J. Waddington) 1984.
- AA. VV., *"I musei di Chimica e la Chimica nei Musei della Scienza"*. (curatori: L. Campanella e V. Domenici), Sapienza Università Editrice, Roma: 2014.
- R. Cervellati, D. Perugini *"Guida alla didattica della chimica"*. Bologna: Zanichelli, 1985.

- R. Cervellati, F. Olmi: “*Tecniche di verifica dell'apprendimento della chimica*”. Bologna: Zanichelli, 1987.
- V. Domenici, “The role of Chemistry Museums in Chemical Education for the students and the general public: Italy, a case of study”. *Journal of Chemical Education*, 2008, **85**, 1365.
- V. Domenici, C. Gerardi, E. Parri, A. Lenzi, “Attività didattica sul DNA. Parte I.”, *CnS-La Chimica nella Scuola*, (Ed. Aracne), 2013, **3**, 25.
- W. Harlen, “*The teaching of Science in Primary School*”. Londra: David Fulton Publisher, 2000.
- C. Gerardi, E. Parri, P. H. Maraglia, I. A. R. Lima, K. S. L. Silva, L. V. Oliveira, N. L. F. Tavares, G. Tuci, C. Micheletti, V. Domenici, “Attività didattica sul DNA. Parte II.”, *CnS-La Chimica nella Scuola*, (Ed. Aracne), 2014, **3**, 43,.
- E. Parri, L. Cetti, M. Macelloni, L. Rossetti, E. Magazzini, A. Lenzi, V. Domenici, “Studenti delle Classi Terze della Scuola Primaria al Museo: Attività e Feedback in Aula”, *CnS-La Chimica nella Scuola*, (Ed. Aracne), 2013, **1**, 15.
- J. P. VanCleave, “*Chemistry for Every Kid*”, WILEY: 1989.
- J. D. Van Horn, “DNA Structure and Supercoiling: Ribbons and a Yo-Yo Model”, *J. Chem. Edu.* 2011, **88**, 1264.
- J.D. Watson, A. Berry, “*DNA. Il segreto della vita*”, Adelphi Ed; 2006.

Sitografia:

- <http://www.musrosi.org/>
- <https://www.facebook.com/events/279956698827609/?source=1>
- <http://www.raiscuola.rai.it/articoli/il-dna-la-struttura-storia-della-scienza/7708/default.aspx>
- http://www.funsci.com/fun3_it/dna/dna.htm
- <http://www.federica.unina.it/medicina-e-chirurgia/biochimica/struttura-del-dna-struttura-del-rna/>
- <http://it.wikihow.com/Costruire-un-Modellino-di-DNA-usando-Materiale-Comune>

Notizie Flash

Progetto peer education sulla “scienza dell’alimentazione”

Valentina Domenici

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Moruzzi 13, 56124 PISA
E-mail: valentina.domenici@unipi.it

A partire dal mese di dicembre 2014 fino alla fine di maggio 2015, presso le scuole del Comune di Rosignano Marittimo è in corso un progetto promosso dal Comitato UNICEF della Provincia di Livorno dedicato ai temi della sicurezza ed educazione alimentare.

Il progetto ha visto la partecipazione di vari enti, oltre al Comune e alla Provincia, il gruppo di educazione del Comitato UNICEF ha potuto infatti contare sulla collaborazione a titolo volontario di due dietisti e medici dell’azienda USL di Livorno, alcuni ricercatori e diversi studenti dell’Università di Pisa.

Una caratteristica distintiva del progetto è stata la modalità “peer education”. Gli “esperti” (UNICEF, UNIVERSITA’, USL) hanno formato con una serie di incontri un gruppo di circa quaranta studenti della scuola superiore “E. Mattei” di Rosignano, provenienti sia dal Liceo che dall’ITI, su vari temi, tra cui:

- a) elementi di Chimica degli alimenti;
- b) principi alimentari per una corretta e sana alimentazione;
- c) sicurezza e tracciabilità degli alimenti;
- d) malattie legate all’alimentazione;
- e) la malnutrizione nel mondo.



Figura 1 - Fotografie di alcune attività svolte nelle scuole elementari sul tema dell’alimentazione.

Dopo questa prima parte di formazione, i ragazzi sono stati suddivisi in gruppi ed hanno preparato delle attività e delle lezioni da svolgere presso le

scuole medie e le scuole elementari sui temi sopra individuati.

Questo approccio ha permesso di responsabilizzare i ragazzi delle scuole superiori, che hanno curato nei minimi particolari i loro interventi presso le scuole.

I bambini più piccoli hanno seguito certamente con maggiore attenzione e curiosità le lezioni fatte dagli studenti.

Alla fine del progetto, il materiale sviluppato durante queste attività verrà esposto e reso pubblico anche alle famiglie in una giornata dedicata alla sicurezza e all'educazione alimentare che si terrà presso la scuola superiore il prossimo 4 giugno.

Avvicinare i ragazzi alla Scienza attraverso la lettura di saggi e romanzi: la prima edizione di Pagine di Scienza.

Si è conclusa il 21 marzo scorso la prima edizione di PAGINE DI SCIENZA, un progetto culturale per avvicinare i ragazzi delle scuole superiori alla lettura di romanzi e saggi che abbiano come filo conduttore o come elemento caratterizzante la Scienza.

Il progetto si è svolto nel Comune di Rosignano Marittimo ed ha visto la partecipazione di molti ragazzi, studenti dell'ITI e del Liceo Tecnologico Enrico Mattei di Rosignano Solvay.

Nella giornata conclusiva i ragazzi hanno letto le loro recensioni scaturite da una lettura critica di tre testi, proposti da un comitato scientifico molto autorevole, guidato dal giornalista e scrittore Pietro Greco.

I testi su cui i ragazzi hanno lavorato sono stati:

1. "La realtà non è come ci appare" di Carlo Rovelli;
2. "L'America dimenticata" di Lucio Russo;
3. "Almanacco del giorno prima" di Chiara Valerio.



Figura 1. Momento finale della lettura delle recensioni dai libri finalisti del premio Pagine di Scienza da parte degli studenti delle scuole superiori.

Il primo testo, che è risultato essere il più gradito dai ragazzi, è un vero e proprio saggio, dedicato all'evoluzione della concezione del mondo nella Fisica, dalle teorie classiche alle più recenti, di cui l'autore è uno degli studiosi più affermati.

Il secondo testo è invece un libro di storia della scienza e filosofia della scienza, ed ha destando grande interesse e curiosità non solo dal pubblico dei ragazzi, ma anche degli adulti.

Il terzo è un romanzo vero e proprio, dove la matematica entra a vari livelli, e con punti di vista non banali. Sicuramente questo era un testo difficile per i ragazzi, ma ugualmente stimolante.

Letteratura e Scienza quindi sono stati oggetto di intense riflessioni, e questa formula nuova di parlare di scienza ha sicuramente avvicinato di più i ragazzi al mondo della Scienza.



Figura 2. Il libro che si è aggiudicato la prima edizione di PAGINE DI SCIENZA 2015, e una fotografia dell'autore, il professor Carlo Rovelli.

Riferimenti:

<http://www.scienzainrete.it/contenuto/articolo/pietro-greco/rovelli-vincitore-di-pagine-di-scienza/marzo-2015>

Valentina Domenici

L'Educazione Ambientale

L'Educazione Ambientale è la new entry delle materie scolastiche: dall'anno scolastico 2015-16 diverrà obbligatoria dalla scuola materna alla superiore.

Le linee guida del nuovo progetto scolastico, a cura del Sottosegretario all'Ambiente Barbara Degani, puntano ad insegnare ai bambini a porsi in modo corretto nei confronti dell'ambiente stesso da cui sono circondati.

Il riciclo dei rifiuti, la biodiversità, l'alimentazione sostenibile, la tutela del mare e del territorio in un primo tempo entreranno nelle aule durante le le-

zioni di scienze, geografia, arte in attesa di divenire contenuti di ore ad hoc di insegnamento.

Un commento non può che essere positivo, non trascurando però di focalizzare su forme di educazione in vivo, quali l'uso di libri digitali, il risparmio dell'acqua e dei saponi, l'utilizzo dei mezzi pubblici per andare a scuola, compatibilmente ovviamente con l'età.

Luigi Campanella

Alla scoperta della pressione atmosferica

Giovedì 4 giugno all'I.I.S. "F. Filelfo" di Tolentino si è svolto lo spettacolo "Alla scoperta della pressione atmosferica".

Il successo deriva dall'impegno e dalla bravura dei nostri insegnanti ai quali desidero inviare un sincero Grazie!

La Fiera della Scienza

Il giorno 6 giugno la Fiera della Scienza è andata benissimo: al mattino c'è stata la visita di 14 scuole: un grande impegno per i nostri insegnanti e i loro studenti. Il valore maggiore è la motivazione degli studenti. Più di 40 di loro, anche senza dover svolgere dei compiti, erano di buon ora in piazza a manifestare la loro simpatia ai loro insegnanti. Gli studenti coinvolti nella Fiera erano molto preparati negli esperimenti e nelle spiegazioni: penso e spero che non dimenticheranno in futuro concetti imparati.

Giochi Matematici - Fase regionale

Mi viene segnalato dalla professoressa Manuela Felicetti che a Belforte del Chienti (MC) si è tenuta la fase regionale dei giochi della matematica e per la seconda volta uno studente della classe II C della Scuola Secondaria di 1° grado "S. De Magistris" ha superato la selezione accedendo alla prova finale dei Campionati Internazionali di Giochi matematici promossi dall'Università Bocconi di Milano.

Si possono avere ulteriori informazioni consultando la newsletter # 7. (<http://www.profiles.univpm.it>)

PROFILES

In figura riporto la copertina del nostro libro. Spero risulti gradevole. Perché 'La buona scuola'? Non esistono molti esempi di pratiche esemplari. E' facile dire parole: grazie al vostro lavoro noi possiamo mostrare degli esempi che se utilizzati in modo esteso, migliorerebbero sul serio la scuola.

Suggerimenti son sempre ben accolti.



Liberato Cardellini
Università Politecnica delle Marche
l.cardellini@univpm.it

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

Il catalogo delle pubblicazioni di Aracne editrice è su

www.aracneeditrice.it

Compilato il 11 settembre 2015, ore 16:37
con il sistema tipografico \LaTeX 2 ϵ

Finito di stampare nel mese di settembre del 2015
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)