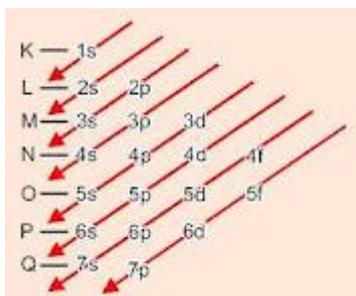
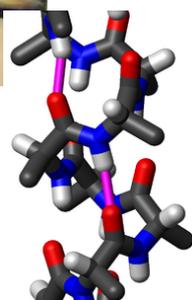
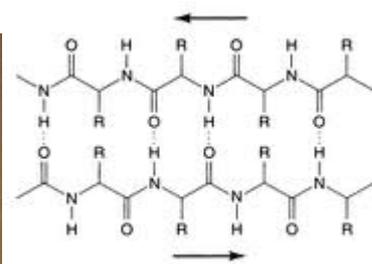
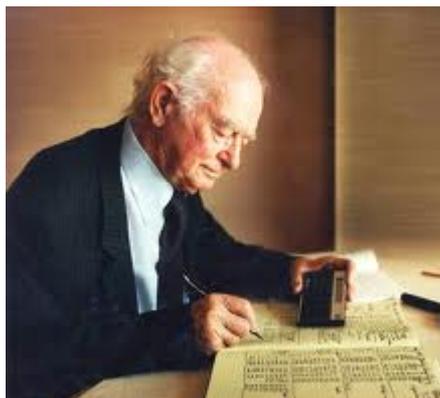


C_nS

**"Facts are the
air of scientists.
Without them
you can never
fly"**

LA CHIMICA NELLA SCUOLA

Linus Pauling



**STORIA E DIDATTICA DELLE SCIENZE
CHIMICA E COMUNICAZIONE
DIDATTICA
EPISTEMOLOGIA
MUSEOLOGIA**

<http://www.soc.chim.it>
<http://www.didichim.org>

73	Editoriale Luigi Campanella	
74	Dalla Copertina Pasquale Fetto	
76	ScuolaEuropa/Euridyce: sistemi scolastici a confronto Luigi Campanella	S
78	Quattro bronzi alle Olimpiadi della chimica 2012 Mario Anastasia	O
79	Una pratica di apprendimento in cui gli studenti sono coinvolti con la propria storia di apprendimento e quindi attuano una riflessione metacognitiva Elisabetta Bulgarelli	M
92	Il concetto di elemento dai filosofi greci alle odierne definizioni Elena Ghibaudi, Alberto Regis, Ezio Roletto	M
99	Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti - Il Parte Sperimentazione del percorso ed esame dei risultati Grazia Cosenza, Fabio Olmi, Alessandro Pezzini, Daniela Sorgente	A
113	Taranto: mare monstrum et finis terrae Edoardo D'Elia	R
115	Un approccio sperimentale – induttivo alla teoria della risonanza Roberto Soldà	I
123	La misura della carica dell'elettrone: un percorso didattico Alessandro Cordelli	O
129	Scienza: dalla storia al futuro. A.M. Cardinale, R. Carlini, M. Maccagno, R. Mosconi, G. Petrillo, L. Ricco	
134	Relazione dei Giochi della Chimica 2012 Mario Anastasia	

2009 -2012: un quadriennio magico per la Chimica legato da eventi nazionali ed internazionali

Centenario della SCI, Anno Internazionale della Chimica, Anno Mondiale della Scienza, ICCEECRICE 2012 in Italia: un filo di certo non sottile unisce questi quattro eventi che ci hanno accompagnato durante gli ultimi 4 anni dal 2009 ad oggi.

Avvicinare la chimica ai cittadini, soprattutto ai più giovani, facendo loro comprendere il ruolo che essa svolge in difesa della qualità della vita; smontare pregiudizi ingiustificati avversi alla nostra disciplina; diffondere la cultura chimica sin dal livello della scuola primaria; esaltare la funzione della chimica come marker economico e di sviluppo sostenibile; educare alle forme di conoscenza induttiva tipiche della chimica, quindi basate sulla sperimentazione e sull'esperienza; rappresentare la chimica come disciplina del giusto equilibrio fra tesi filotecnologiche e tesi filoecologiche della scienza; esaltare il ruolo della chimica all'interno delle scienze come ponte fra le scienze della vita e le scienze dell'universo ed all'interno della cultura come ponte fra l'umanesimo e la scienza così saldando l'improprio gap fra le cosiddette due culture: questi credo siano in buona parte i traguardi che gli eventi citati si erano prefissi e che, tutti insieme, hanno cercato, e con successo, di conseguire.

Tenuto conto del carattere della sede di questo mio editoriale qualche parola in più intendo dedicarla al recente evento ICCE ECRICE 2012, di cui ho avuto l'onore ed il piacere di essere chairman, svoltosi a Roma, Università La Sapienza, dal 15 al 20 luglio scorso. Per la prima volta IUPAC ed EUCHEMs hanno riunito in un'unica conferenza le proprie articolazioni di Chemical Education ed è stato particolarmente esaltante e gratificante per la nostra comunità della SCI che questo sia avvenuto in occasione della manifestazione romana. L'evento è stato coronato dal successo della partecipazione di quasi 600 presenze da oltre 70 Paesi del mondo: in passato in eventi simili mai era stato superato il numero di 350 partecipanti, quindi un primato assoluto nei congressi di Chemical Education. La globalizzazione della formazione chimica, con una tendenza quindi più a modelli universali che locali; l'importanza del ruolo delle nuove tecnologie informatiche e virtuali, ma in una visione del loro supporto alle forme più tradizionali di educazione; l'esigenza di ribadire che la chimica non è mai magia, ma ragione e conoscenza; l'importanza dello sviluppo di programmi nazionali e soprattutto internazionali di collaborazione, finalizzati allo scambio di esperienze ed alla messa in comune di risorse, soprattutto per aiutare e sostenere i Paesi più poveri coraggiosamente presenti al Congresso: queste le indicazioni e soprattutto gli stimoli che ICCE ECRICE ci ha lasciato. Cercheremo in CNS - che peraltro dedicherà ai proceedings del Congresso un fascicolo speciale- di fungere da cassa di risonanza e divulgazione di questi principi.

Luigi Campanella

Linus Carl Pauling

Portland 28 febbraio 1901
Big Sur 9 agosto 1994

di **Pasquale Fetto**



Linus Carl Pauling

Linus Carl Pauling nacque a Portland, nello stato dell'Oregon il 28 febbraio 1901, figlio di Herman Henry William Pauling, farmacista di origine tedesca e di Lucy Isabelle Darling di origine irlandese. Nel giugno del 1910 Herman, padre di Linus, morì a causa di un'ulcera perforante e alla madre restò il gravoso compito di accudire i tre figli Linus, Lucille e Pauline.

La decisione di diventare chimico maturò in Linus dopo aver assistito ad alcuni esperimenti condotti da Lloyd A. Jeffres.

Nel settembre del 1917 fu ammesso all'Oregon State University e nell'ottobre si trasferì negli alloggi universitari. La situazione economica non florida lo spinsero sin dall'inizio a partecipare attivamente alla vita universitaria.

Nel 1922, Pauling si laureò in ingegneria chimica e continuò i suoi studi universitari presso il California Institute of Technology (Caltech) di Pasadena, sotto la guida del professor Roscoe G. Dickinson, conseguendo nel 1925 il dottorato di ricerca in chimica fisica e fisica matematica, ottenendo la lode.

Ancora studente del secondo anno gli fu proposto, dal dipartimento di fisica, di tenere il corso di Analisi Quantitativa, che egli aveva frequentato da studente. Il corso prevedeva lezioni in laboratorio e in aula. Questa opportunità gli permise di proseguire la sua carriera universitaria.

Negli ultimi due anni universitari, Pauling si interessò agli studi di Gilbert N. Lewis e Irving Langmuir riguardanti la struttura elettronica degli atomi e i legami intramolecolari.

Nell'ultimo anno di College gli fu offerto un posto come docente di chimica per i laureandi in economia domestica. Fu in quell'occasione che conobbe Ava Helen Miller che sposò nel 1923

Ava Helen influenzò, sin dall'inizio, un profondo e durevole attivismo per la pace nella vita di Linus che divenne instancabile nel promuovere la causa della pace nel mondo. Da Ava Helen ebbe quattro figli - tre maschi e una femmina. Ava Helen morì di cancro il 7 dicembre 1981.

Nel 1925 fu nominato Ricercatore Associato presso il California Institute of Thechnology e tra il 1925-1926 fu nominato Ricercatore Nazionale in Chimica in questi anni si dedicò con grande passione agli studi di meccanica quantistica e di fisica. Nel 1926 ricevette una borsa di studio dalla Fondazione John Simon Guggenheim per studiare la meccanica quantistica in Europa. Trascorse la maggior parte dei 18 mesi presso l'Istituto per la Fisica Teorica a Monaco di Baviera lavorando con Sommerfeld, Schrödinger e Bohr. Al suo ritorno dall'Europa ebbe l'incarico di Assistente di Chimica che ricoprì dal 1927 al 1929; dal 1929 al 1931 fu professore Associato divenendo nel 1931 Professore.

Pauling applicò la meccanica quantistica per determinare la struttura delle molecole e la natura dei legami. I suoi lavori sul legame chimico, a partire dal 1931, hanno risolto tutti gli enigmi sulla formazione di molecole contenenti atomi uguali.

Nel 1933, all'età di 32 anni, fu nominato membro dell'Accademia Nazionale delle Scienze, e nel 1936 entrò a far parte dell'American Philosophical Society. Nel 1948 divenne membro straniero della Royal Society di Londra.

La Rockefeller Foundation, intorno al 1935, riuscì ad ottenere la collaborazione di Pauling grazie agli stimoli di carattere economico messi sul tappeto; fu così che egli decise di affrontare l'interazione fra chimica e biologia.

I suoi primi studi riguardarono la struttura dell'emoglobina dimostrando che la molecola di emoglobina cambia struttura quando acquisisce o perde un atomo di ossigeno.

Nel 1939 pubblicò il libro dal titolo "The Nature of the Chemical Bond, and the structure of molecules and crystals" frutto delle ricerche che aveva iniziato a pubblicare già alla fine degli anni '20.

Nel novembre del 1949 la rivista scientifica Science pubblicò l'articolo "Sickle Cell Anemia, a Molecular Disease"

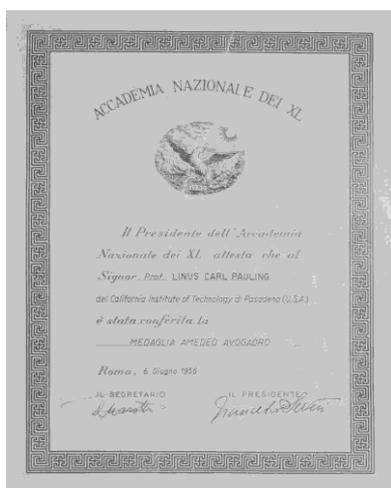
scritto da Linus Pauling, Havery Itano, S.J. Singer e Ibert Wells.

Fu la prima dimostrazione che una malattia umana fosse causata dalla presenza di una proteina anomala. Questi studi segnarono l'inizio della genetica molecolare.

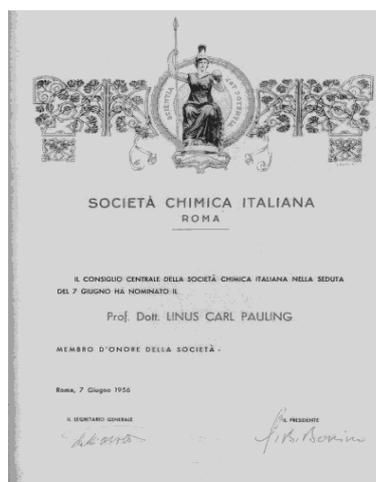
Nel 1951, analizzando le strutture degli amminoacidi e la natura planare del legame peptidico, propose assieme a Robert Corey e Herman Branson i modelli alfa elica e foglietto beta (beta sheet) come modelli geometrici della struttura secondaria della proteina. Pauling studiò inoltre le reazioni degli enzimi e fu tra i primi a dimostrare che gli enzimi creano delle reazioni stabilizzando lo stato di transizione (o complesso attivato) della reazione.

Il Premio Nobel per la chimica gli viene assegnato nel 1954, riconoscimento concesso “per la sua ricerca riguardo alla natura dei legami chimici e alle ricerche per la comprensione della struttura di sostanze complesse”. Pauling ha inoltre ricevuto numerosi prestigiosi premi tra cui il Davy, Pasteur, Willard Gibbs, TW Richards, GN Lewis, Priestley, e la medaglia Lomonosov.

Anche l'Italia non fu da meno nei suoi riconoscimenti a Pauling, a tale proposito ricordiamo: La Medaglia d'Oro “Amedeo Avogadro” e il certificato Conferito dall'Accademia Nazionale Dei XL (1956). La Medaglia ed il certificato attestante la nomina a membro d'onore da parte della Società Chimica Italiana (1957).



Certificato Conferito dall'Accademia Nazionale Dei XL



Società Chimica Italiana-Certificato attestante la nomina a Membro d'Onore della Società

Nel 1979 gli viene conferito il **National Academy of Sciences Award in Chemical Sciences**. Nel 1979 la rivista inglese di divulgazione scientifica *New Scientist* incluse Pauling nella lista dei 20 più importanti scienziati di tutti i tempi.

Tra i riconoscimenti, in campi non spiccatamente chimici, Pauling ricevette anche importanti medaglie e premi in mineralogia, in diritto internazionale, in filosofia e nelle scienze sociali. Nel 1958 scrisse il libro *No more war!* Si impegnò moltissimo affinché si attuasse il controllo delle armi nucleari e il bando degli esperimenti; presentò alle Nazioni Unite una petizione per bandire gli esperimenti nucleari; per la sua attività in favore della pace gli fu conferito nel 1962 il premio Nobel. Gli furono conferiti: il premio Lenin e Gandhi per la pace e la medaglia Albert Schweitzer; fu nominato Umanista dell'anno nel 1961. Pauling ricevette la medaglia d'oro dell'Istituto Nazionale di Scienze Sociali. Molte università hanno creato una propria Linus Pauling Lectureship o Medaglia, per onorare altri scienziati o umanitari in suo nome.

Nel 1975 gli viene conferita la National Medal of Science.

La National Library of Medicine gli ha dato la sua Award Sesquicentennial commemorativa nel 1986, gli vennero dati altri premi importanti in medicina, come la Addis, Phillips, Virchow, Lattimer, e l'Accademia francese conferisce una medaglia per la Medicina. Ha ricevuto il Martin Luther King, Jr. Award Achievement Medical per il suo lavoro pionieristico nel determinare la causa di anemia falciforme

Nel 1989 il National Science Board gli consegna il Premio Vannevar Bush quale riconoscimento per i suoi eccezionali contributi alla scienza, tecnologia e società.

Linus ha trascorso gran parte della sua carriera al California Institute of Technology e si colloca tra i più celebri scienziati del ventesimo secolo ed è considerato “**il padre del legame chimico**”. Pauling spiegò, inoltre, il concetto di **affinità chimica** e compilò la **scala di elettronegatività**.

Negli ultimi anni della sua vita Pauling ridusse i viaggi e le conferenze in tutto il mondo trascorrendo il tempo tra il suo ranch, dove si dedicava al lavoro teorico e scritto per la pubblicazione, e l'appartamento a Stanford per poter seguire, come direttore di ricerca, dopo le dimissioni del presidente, l'attività della fondazione Linus Pauling Institute.

Pauling morì il 19 agosto del 1994 all'età di 93 anni, nella sua casa a Big Sur in California, a causa di un tumore alla prostata. Fu sepolto nel Oswego Pioneer Cemetery in Oregon

Flash
di
Luigi Campanella

**La Scuola
in Francia**



ScuolaEuropa/Eurydice: sistemi scolastici a confronto

Nell'ultimo Bollettino di Informazione Internazionale di Eurydice sono riportate alcune schede descrittive dei sistemi educativi dei paesi UE.

L'Unità Italiana di Eurydice, in collaborazione con l'Ufficio II della Direzione Generale per gli Affari Internazionali del MIUR, cura il Bollettino di Informazione Internazionale, attraverso il quale vengono diffuse informazioni relative a tematiche di particolare interesse per il panorama educativo italiano.

Riteniamo che sia interessante dare uno sguardo al sistema FRANCESE

Come funziona il liceo economico e sociale in Francia

Nel quadro del dibattito in corso sull'educazione economica nell'istruzione secondaria superiore pubblichiamo, parzialmente,¹ un interessante contributo della prof.ssa Doris Valente, membro del Council of Association of European Economic Education, dedicato al modello francese di Liceo Economico e Sociale.

Il liceo economico e sociale ha il suo baricentro nella cosiddetta "terza cultura" - quella delle scienze economiche e sociali. Lo studente acquisisce conoscenze e competenze per comprendere e analizzare il mondo visto come opera degli uomini con gli strumenti teorici e metodologici propri di alcune scienze sociali (economia, sociologia, scienze politiche, statistica).

Lo studente acquisisce contemporaneamente conoscenze e competenze nei campi matematico-scientifico, filosofico e linguistico-letterario.

Discipline di insegnamento lycée ES

Insegnamenti obbligatori comuni	Insegnamenti obbligatori di specializzazione	Opzioni a scelta (in alternativa)	Travaux Personnels Encadrés TPE
* Francese (première) * storia e geografia (première) * lingue straniere 1 e 2 * educazione fisica e sportiva * educazione civica giuridica e sociale	* scienze economiche e sociali * filosofia (terminale) * storia e geografia (terminale) * matematica * scienze (première)	* Economia approfondita * Scienze sociali e politiche	* (première)

In Francia, il sistema dei licei si articola in tre distinte filiere: la generalista, la tecnologica e la professionale.

La filiera generalista prevede tre indirizzi: l'indirizzo scientifico (S), l'indirizzo economico-sociale (ES), il letterario (L). In ogni indirizzo gli studenti devono optare per un approfondimento della disciplina caratterizzante il profilo.

I licei sono organizzati in due cicli:

- il ciclo di "determinazione" con finalità orientativa, della durata di un anno. Alla fine della classe seconde gli studenti scelgono l'indirizzo successivo.
- Il ciclo terminale, che prevede la frequenza di due anni nelle classi première e terminale, differenziate per ciascun indirizzo e la chiusura con la maturità (baccalauréat).

Le prove degli esami finali (baccalauréat) sono uniformi sul territorio nazionale e si svolgono in due tempi, alla fine della classe première e della classe terminale.

Nella classe seconde gli studenti non hanno ancora scelto l'indirizzo del ciclo terminale e, per orientarsi, frequentano per alcune ore settimanali due discipline a scelta, una delle quali vede l'opzione tra "Sciences économiques et sociales – SES" o "Principes fondamentaux de l'économie et de la gestion". Le altre opzioni sono molte diversificate (creazioni e attività artistiche, letteratura e società, scienze, biotecnologie, ...)

L'anno successivo essi iniziano il ciclo terminale in uno dei tre licei (scientifico, economico-sociale, letterario) nei quali sono presenti insegnamenti obbligatori comuni e di specializzazione, oltre ad un'opzione di approfondimenti nelle discipline di specializzazione.

La disciplina dominante nell'indirizzo ES è "Scienze Economiche e Sociali (SES)" che consiste in una materia composita con finalità di far acquisire agli studenti una cultura polivalente, grazie ai saperi multidisciplinari di riferimento (Economia, Sociologia, Scienze politiche, Statistica) e ai metodi utilizzati.

Nel penultimo anno (classe première) uno spazio è riservato ai cosiddetti TPE (travaux personnels encadrés), che richiedono lavori di ricerca con l'uso di metodologie didattiche attive, in base al principio che gli studenti debbano essere attori della loro formazione.

Tra queste citiamo: l'analisi di documenti in gruppo e individuali, la costruzione di dossier, le inchieste sul territorio, la ricerca di fonti, la riflessione e il dialogo continuo con il professore. Tutti questi strumenti sono considerati utili per affinare nello studente una capacità riflessiva e di presa di distanza critica, necessarie alla costruzione dei suoi saperi. I TPE sono valutati alla fine dell'anno ai fini del baccalauréat (maturità).

Nell'ultimo anno del liceo ES (classe terminale) gli studenti devono scegliere un insegnamento obbligatorio di specializzazione tra questi:

Opzioni

- Economia approfondita
- Scienze sociali e politiche

Le «Sciences économiques et sociales (SES)»

La disciplina SES, grazie ai contenuti e ai metodi previsti e praticati, contribuisce ad un tempo alla formazione del cittadino consapevole e all'acquisizione di conoscenze e competenze teoriche e metodologiche fondamentali per la comprensione del mondo contemporaneo e per l'inserimento nella realtà sociale.

La disciplina Sciences économiques et sociales (SES)

La disciplina SES caratterizzante l'indirizzo, grazie ai contenuti e ai metodi previsti e praticati, contribuisce ad un tempo alla formazione del cittadino consapevole e all'acquisizione di conoscenze e competenze teoriche e metodologiche fondamentali per la comprensione del mondo contemporaneo e per l'inserimento nella realtà sociale.

L'insegnamento delle SES:

- tende ad assicurare l'acquisizione di una cultura generale fondata sul dominio di conoscenze, di strumenti e di metodi di analisi che metta in grado lo studente di saper affrontare in modo rigoroso problematiche economiche e sociali;
- si appoggia sull'osservazione di fatti economici e sociali;
- è guidato da ragionamenti teorici;
- è centrato su saperi accademici delle scienze sociali di riferimento;
- ha carattere pluridisciplinare.

L'osservazione dei fatti, il ricorso a saperi accademici e la pluridisciplinarietà, realizzati mediante la complementarietà delle analisi economiche e sociologiche e grazie a un lavoro su tematiche trasversali, sviluppano le competenze necessarie per la prosecuzione degli studi o per l'inserimento professionale nel mondo del lavoro.

Alla fine del percorso di studi gli studenti (obiettivi)

- saranno in grado di sviluppare ragionamenti rigorosi nello studio di fatti economici e sociali
- sapranno intrecciare problematiche e strumenti di analisi delle discipline di riferimento (economia, sociologia, scienze politiche) secondo differenti prospettive teoriche
- sapranno riflettere criticamente sul senso comune, sulle fonti e sui metodi di analisi

Rispondo in modo affermativo alla domanda iniziale per le seguenti ragioni:

1. Il lycée Es ha una buona reputazione ed è al secondo posto dopo il liceo scientifico nelle scelte degli studenti francesi. Ciò è dovuto, in primo luogo, alla polivalenza della sua offerta formativa. La cultura generale polivalente poggia su tre aree disciplinari: le scienze sociali e umane (SES, storia, geografia, filosofia); le lettere e le lingue; la matematica e le scienze della natura.

2. In secondo luogo, il lycée économique et sociale (ES) ha promosso e valorizzato una formazione liceale in un ambito disciplinare presente da tempo nel mondo accademico, ma spesso ignorato nella cultura liceale.

Il lycée ES ha accolto un numero crescente di studenti con provenienza sociale mista, contribuendo da un lato a "democratizzare" il liceo e dall'altro ad innalzare il livello di competenze dei giovani francesi.

Esaminando l'impianto strutturale del percorso di studi, i programmi e le indicazioni metodologiche sembra che la scelta sia quella di dare pari dignità formativa alle tre culture (quella scientifica, quella letteraria e quella delle scienze sociali).

Gli aspetti particolarmente interessanti sono:

a. *la prospettiva metodologica.*

Nella lettura dei documenti si percepisce una continua attenzione ad una dimensione di complessità: il suggerimento di

Flash

partire dai saperi spontanei degli studenti, le proposte di avvalersi di metodologie didattiche attive, l'uso di strumenti teorici propri delle scienze di riferimento e il confronto tra prospettive teoriche differenti sono pratiche idonee all'affinamento di una capacità riflessiva e di presa di distanza critica, aspetti necessari alla costruzione dei saperi da parte degli studenti.

b. il taglio pluridisciplinare che viene proposto come metodo.

Nella disciplina SES, la proposta di lavorare su tematiche trasversali con la complementarietà degli strumenti di analisi delle diverse scienze sociali (economia, sociologia, statistica, scienze politiche) rende esplicita la trasposizione esterna delle scienze accademiche in coerenti pratiche didattiche. Chi ha preparato il curriculum ha tenuto conto della necessità di trasporre le discipline scientifiche in discipline insegnate ad uno studente di un liceo generalista e non ha semplicemente ridotto i programmi accademici in segmenti più o meno coerenti con le finalità del liceo.

c. le metodologie didattiche attive.

In particolare nell'ambito dei TPE, sono indicate come scelte irrinunciabili in base al principio che gli studenti debbano essere soggetti attivi per il loro apprendimento.

La recente riforma^{2,3} prevede una specializzazione più marcata nell'indirizzo scelto dagli studenti con spazi per gli approfondimenti nelle discipline caratterizzanti. Il liceo economico sociale (ES) offre una formazione generalista che apre ad una pluralità di orientamenti nell'insegnamento superiore.

Fonti

1. Il contributo completo di Doris Valente è disponibile sul sito: <http://www.aeeceitalia.it/documenti/lyceees.pdf>
2. <http://www.education.gouv.fr/>
3. www.loi.ecole.gouv.fr

Quattro bronzi alle Olimpiadi della Chimica 2012.

Le Olimpiadi Internazionali di Chimica (44th IChO; 44^a edizione) quest'anno si sono svolte a Washington DC, negli USA. La squadra italiana era composta da *Alice Balbi*, del Liceo Scientifico Tecnologico "F. Liceti" di Rapallo, *Marco Catalano*, dell'ITIS Luigi di Savoia di Chieti, *Andrea Melani*, dell'ITIS Tullio Buzzi di Prato e da *Ivan Palazzo* dell'ITIS Luigi dell'Erba di Castellana Grotte. I quattro campioni erano accompagnati da due mentor: il Prof Mario Anastasia e la PhD Daniela Meroni. Come gli altri anni, la competizione ha previsto una prova pratica di laboratorio e una prova teorica.

I due mentor hanno ricevuto i dattiloscritti in inglese delle due prove e le hanno tradotte fedelmente in italiano, cercando di usare termini familiari ai nostri studenti. Hanno anche partecipato a lunghe discussioni volte ad affinare il testo e a ridurre o accentuarne le difficoltà. Infatti, in queste discussioni dei mentor, ognuno, sulla base della preparazione di propri allievi tende a far eliminare dalla giuria gli argomenti in cui si è più deboli e a far lasciare quelli in cui si è più forti. Perciò le discussioni sono lunghe e durano fino a notte fonda.

Dai risultati conseguiti nelle due prove nasce la graduatoria di merito che ha visto i nostri campioni premiati con *quattro medaglie di bronzo*.

Come sempre è stato emozionante il momento dell'attribuzione delle medaglie, durante la cerimonia conclusiva della premiazione. Prima i mentor conoscono il punteggio realizzato, che non possono comunicare ai ragazzi, ma non sanno la posizione relativa dei propri atleti. Il risultato ottenuto va ritenuto importante, se si considera il numero dei partecipanti e, come sempre l'impegno che altre nazioni profondono in tale competizione. Oltre che con i ragazzi e con i loro docenti delle scuole secondarie superiori, sentiamo di doverci congratulare con i giovani docenti che hanno tenuto le lezioni degli allenamenti a Pavia nel Collegio Plinio Fraccaro, che cortesemente ci ha messo a disposizione aule e camere per disposizione dal Rettore Prof. Giorgio Panella che si è avvalso dall'entusiastica collaborazione dell'economista Signora Donatella Marchetti, che ha accolto con la generosità e l'affettuosità di sempre i giovani atleti. I validi docenti sono stati: Luigi Falciola, Davide Ravelli, Lorenzo Malavasi, Yuri Diaz Fernandez e Donatella Potenza.

Prof. Mario Anastasia

(Coordinatore Nazionale dei Giochi e delle Olimpiadi della Chimica). 31 luglio 2012

Una pratica di apprendimento in cui gli studenti sono coinvolti con la propria storia di apprendimento e quindi attuano una riflessione metacognitiva

Elisabetta Bulgarelli

ITAS “F. Selmi”, Via Leonardo da Vinci 300, 41126 Modena
elisabetta.bulgarelli@istruzione.it

Riassunto

Le recenti teorie sulla mente e le scoperte in ambito neuroscientifico convergono verso un modello di cervello plastico, autostrutturante il cui sviluppo non è dissociato o parallelo allo sviluppo emotivo. Qui riporto una pratica di insegnamento che mediante il metodo autobiografico porta gli studenti a partecipare con la propria storia di apprendimento. Le valutazioni del progetto da parte degli studenti partecipanti indicano non solo che l'attività li ha coinvolti, ma che la ritengono fedele agli obiettivi prefissati.

Abstract.

Recent theories on the mind and discoveries in neuroscience converge towards a model of plastic autopoietic brain, the development of which isn't parallel or dissociated from the emotional development. I report here below a teaching praxis leading students to participate with their own learning history through the autobiographical method. Evaluations of the project by the participating students not only indicate that the activity involved them, but also that it did stick to the pre-assigned objectives.

Parole chiave: neuroni specchio, empatia, metacognizione, autoipoiesi, intelligenze multiple, pensiero divergente, autobiografia cognitiva, *cooperative learning*, idrolisi.

Introduzione

gli studi sempre più raffinati sulla neurofisiologia del Sistema Nervoso Centrale e sulla neuroendocrinologia, accanto alle sconvolgenti scoperte delle Neuroscienze (neuroni specchio), hanno completamente rivoluzionato, dalla seconda metà degli anni '90, le ipotesi sul funzionamento cognitivo negli umani.

In ambito di psicologia cognitiva siamo passati da una visione del cervello “rigida”, legata ad aree con funzionamento selettivo, a quella di un sistema nervoso plastico, modulare, continuamente in grado di ampliare le connessioni tra popolazioni neuronali, e quindi costantemente in grado di apprendere.

A Jean Piaget si devono alcune intuizioni fondamentali, relative alla comprensione dello sviluppo cognitivo: l'intelligenza è una funzione “interattiva”, che si sviluppa attraverso un costante rapporto con l'ambiente, secondo un percorso in stadi, o tappe evolutive, intimamente connessi con la maturazione biologica dell'individuo.

L'implicazione però più importante, la cui portata rivoluziona completamente il nostro approccio alla mente, è la scoperta dei *neuroni-mirror* nelle aree del cosiddetto “cervello emotivo”: il sistema *mirror* si attiva anche nella espressione delle emozioni, costituendo il fondamento biologico della *risonanza emotiva*, o *empatia*; esso costituisce inoltre la base biologica dell'orientamento sociale dell'individuo (capacità di processare lo sguardo ed il volto). Questo avverrebbe in quanto, come afferma Iacoboni [1], i neuroni specchio inviano messaggi al sistema limbico, che sta alla base della attività sociale e relazionale.

Rizzolatti [2], a cui si deve la scoperta dei *neuroni-mirror*, sulla base dei risultati delle esperienze effettuate, sostiene che intelligenza razionale ed emotiva sarebbero un tutt'uno. I *mirror* hanno un ruolo fondamentale nella capacità di capire le emozioni degli altri, e anche nella capacità di imitare. Per questo sono alla base dell'apprendimento, perché si impara a fare qualcosa guardando. Questo sistema non solo permette di capire ciò che l'altro sta facendo, ma permette anche di prevederlo e razionalmente di mettere in atto azioni per prevenirlo.

La ricerca sul cervello e sul suo funzionamento, quindi, ci aiuta a spiegare le ragioni per cui determinati modi di organizzare l'ambiente di apprendimento e di sostenere lo sviluppo funzionano meglio di altri.

Gli orientamenti più recenti descrivono l'apprendimento come un'abilità complessa, che risulta dall'interazione di processi cognitivi, metacognitivi, emotivo/motivazionali, sociali, e sottolineano il ruolo centrale dell'alunno nella costruzione dei saperi.

Gli studenti attuano una riflessione metacognitiva

L'apprendimento è *autoregolato*: il termine "metacognizione" viene utilizzato in psicologia proprio per indicare la consapevolezza che l'individuo progressivamente acquisisce del proprio funzionamento cognitivo e il controllo e monitoraggio che, attraverso le varie "strategie" cognitive, esercita su tale funzionamento. L'oggetto della "consapevolezza" non è limitato al funzionamento cognitivo e metacognitivo, ma riguarda anche gli aspetti emotivi/motivazionali.

In altre parole l'attività cognitiva è costruttiva e autostrutturante. Maturana e Varela [3] coniarono il termine di *autoipotesi*, per evidenziare che non si può insegnare direttamente qualcosa a qualcuno per pura trasmissione di saperi, ma lo si può aiutare a interagire con le nuove conoscenze secondo il proprio modo di essere, a rielaborare partendo dal contesto in cui si trova collocato, secondo il proprio stile cognitivo.

E' ormai assodato, infatti, che non esiste solo l'intelligenza logico-matematica. gli studi di Gardner [4] hanno messo in evidenza l'esistenza di intelligenze multiple, rendendo i test per la valutazione del quoziente intellettivo (QI) superati. L'individuazione dell'intelligenza interpersonale ha aperto gli studi di Goleman [5] sull'intelligenza emotiva.

Promuovere la capacità di riconoscere le emozioni e di acquisirne consapevolezza ha, secondo Goleman, numerosi effetti benefici per la crescita relazionale e sociale degli adolescenti, tra cui imparare a sfruttare i momenti negativi e frustranti come opportunità di crescita.

In base agli studi di Guilford [6], che introduce la distinzione tra pensiero convergente (capacità logico-matematiche-espressive) e pensiero divergente (capacità gestaltiche-emotive), una buona competenza sulle proprie emozioni facilita lo sviluppo del pensiero divergente, inteso come creatività.

Questa teoria viene ripresa dal modello di Williams [7] sull'intelligenza umana, in quanto gli otto fattori del pensiero divergente e della personalità creativa, vengono suddivisi in due aree di valutazione: ambito cognitivo-intellettivo e ambito emozionale.

Sul piano educativo pedagogico, secondo Demetrio [8], le capacità cognitive del soggetto sarebbero enormemente potenziate nel momento in cui egli acquisisce consapevolezza delle modalità peculiari del lavoro della sua mente. Tale modalità può essere portata alla luce solo dal soggetto stesso attraverso il racconto, l'introspezione e la rievocazione di esperienze cognitive presenti e passate, che gli consentano di ricostruire la propria biografia cognitiva.

La metodologia autobiografica risulta idonea a favorire un apprendimento auto-riflessivo, quindi produttivo di cambiamenti e apprendimenti per le relazioni e sulle relazioni.

La narrazione scritta delle esperienze consente di riguardarle davanti a sé sul foglio di carta e di prenderne distanza oggettivandole, per coglierne gli aspetti positivi e correggere quelli negativi. Questa diventa un'operazione metacognitiva, più in generale un allenamento della mente al rimaneggiamento delle proprie acquisizioni.

L'approccio autobiografico è stato definito un metodo pedagogico che ha come obiettivo il cogliere la soggettività, la vitalità, l'unicità dell'individuo, e le sue traiettorie di apprendimento e di trasformazione, di espressione di sé, di attribuzione di senso del proprio agire. (L. Formenti [9]).

Le condizioni perché questo avvenga possono essere create attraverso varie modalità. Alcune sono state sperimentate da me, insieme ad un gruppo di insegnanti di varie discipline coordinati dalle formatrici della Libera Università dell'Autobiografia di Anghiari Gianna Niccolai e Anna Maria Pedretti, negli anni 2005/2007 nell'ambito del progetto di ricerca "Apprendimento e democrazia", promosso dalla Fondazione Mario del Monte di Modena con il patrocinio degli Assessorati all'Istruzione della Regione Emilia-Romagna, della provincia e del comune di Modena.

In una prima fase della ricerca è stata sperimentata la tenuta di un diario cognitivo, da compilare giornalmente al termine di ogni attività didattica da parte di ciascuno studente e dall'insegnante. I risultati di tale ricerca biennale sono stati pubblicati nel 2007 nel volume dal titolo "Apprendimento e democrazia: un percorso di esplorazione"[10].

Una seconda fase della ricerca (2008/09), scaturita dalle osservazioni e dalle valutazioni degli studenti raccolte nella prima fase, è stata progettata e realizzata da ciascun insegnante nell'ambito disciplinare di appartenenza una pratica didattica tale da consentire allo studente di sperimentare direttamente una modalità di partecipazione attiva alla costruzione del suo sapere, coinvolgendolo sul piano della riflessione personale e dell'attenzione all'individuo.

Il percorso attuato in classe da me è presentato in questo articolo.

Esposizione

Per l'impostazione teorica esposta nell'introduzione, nell'esperienza che intendo presentare il percorso autobiografico precede la lezione di chimica vera e propria, la quale viene svolta con modalità didattiche conformi a quelle messe in atto usualmente. In questo caso la metodologia utilizzata è il *cooperative learning*, che presenta caratteristiche che si combinano meglio con le teorie esposte.

Infatti, secondo Vygotsky [11], lo sviluppo cognitivo è un processo sociale e la capacità di ragionare aumenta nell'interazione con i propri pari e con persone maggiormente esperte.

In generale il percorso autobiografico è volto all'acquisizione di una maggiore consapevolezza emotiva per il singolo, alla condivisione delle emozioni nel gruppo; in particolare in questa esperienza si è voluto offrire uno spazio d'ascolto da usare come via d'espressione e comunicazione di riflessioni e pensieri sull'apprendere.

In una prospettiva educativa e formativa di carattere autobiografico la scrittura non tende di per sé a favorire immediatamente momenti di rivelazione intima, ma, come dice Maria Zambrano [12], “scrivere aiuta a trattenere le parole, il colloquio aiuta a liberarsene”. In questo *trattenere le parole* si sottintende il tempo di riflessione necessario per ordinarle in uno scritto, tempo in cui l'alunno ne prende distanza, le rilegge/si rilegge, riflette, attribuisce loro un senso, facendo quella che si chiama un'operazione metacognitiva.

Il percorso è stato completato in 6 incontri per un totale di 10 ore.

1° incontro (2 ore)

- *Brain writing* sulla parola “apprendimento”.

- Presentazione di un breve *percorso di autobiografia cognitiva* come momento di riflessione sul proprio percorso di apprendimento, per riflettere più in generale sulle condizioni che favoriscono l'apprendimento.

All'inizio, attraverso un'introduzione sulla metodologia autobiografica, è stato specificato il patto tra docente e gruppo-classe, che consiste nel rispetto dell'anonimato da parte del docente e degli alunni durante la lettura delle restituzioni, ma anche di segretezza, se richiesta, e sicuramente la non valutazione degli scritti autobiografici.

Ho iniziato il percorso con la lettura dell'invenzione della bottiglia tratta da “*Arte di ascoltare e mondi possibili*” di M. Sclavi [13]. Questa lettura ha lo scopo di introdurre il concetto di apprendimento attraverso esperienze, inteso nel senso di sperimentazioni, ma soprattutto fa capire che ogni scoperta avviene per variazione del proprio punto di vista, con le parole di M. Sclavi “uscendo dalla cornice”, ovvero usando il pensiero divergente.

Prima esercitazione scritta da eseguire in 15 minuti è “*Quella volta che ho imparato...*”. La consegna viene data spiegando l'opportunità di fare emergere attraverso la scrittura le emozioni legate all'apprendimento indicando fatti specifici in attività scolastiche o extrascolastiche, legate a persone o a luoghi di adesso o dell'infanzia. Distribuisco fogli bianchi di formato A4 e auguro buon lavoro...

Dopo avere raccolto i fogli, è importante chiedere come si sono sentiti.

2° incontro (2 ore)

*Restituzione*¹ del testo “Quella volta che ho imparato...”. La lettura non deve essere seguita da commenti sulle esperienze lette, ma è importante che tutti si sentano a loro agio ed è meglio chiedere se tutti si sono ritrovati e come si sentono dopo la lettura. Poi vengono lasciati 15 minuti per la scrittura del secondo testo “*Io e la chimica*”. Tenendo conto del senso di spaesamento dimostratomi da alcuni davanti ad un foglio A4, distribuisco a ciascuno la metà di un foglio bianco di formato A4 e auguro buon lavoro.

3° incontro (2 ore)

*Restituzione*² del secondo testo “Io e la chimica”. Anche dopo questa restituzione si richiede lo stesso comportamento della precedente.

La riflessione autobiografica viene conclusa con la produzione di un disegno: “*Disegno la mia mente mentre pensa...*”. Spiego di rappresentare come visualizzano la loro mente mentre funziona, possono rappresentare anche i loro pensieri. Distribuisco a ciascuno un foglio bianco di formato A4 in modo che tutte le pagine siano uguali e auguro buon lavoro. La condivisione dei disegni avviene immediatamente dopo il ritiro: mostro i disegni e ne metto in luce peculiarità, diversità e similitudini. Alcuni disegni a titolo di esempio sono riprodotti nelle Figure 1, 2, 3, 4.

4° incontro (1-2 ore)

Esperienza di laboratorio con scheda dei risultati da compilare prima singolarmente poi a gruppi, discussione dei risultati.³

5° incontro (2 ore)

Lezione frontale sugli aspetti teorici dell'idrolisi acida e basica.

Lo studio e la comprensione della risoluzione dei problemi viene affrontato con il metodo Jigsaw di Aronson, una specifica tecnica di cooperative learning. La classe viene suddivisa in gruppi di 4-5 ragazzi, disomogenei per abilità, che costituiscono il *gruppo casa*. Ognuno di essi dovrà spiegare agli altri la risoluzione di un tipo di problema, dopo averne discusso la soluzione con altri ragazzi con lo stesso compito nel *gruppo esperti*.⁴

Negli ultimi 20 minuti ciascuno ha effettuato la verifica singolarmente: si è trattato della soluzione di due problemi.

6° incontro (1 ora)

Consegna delle verifiche corrette e valutazione del percorso con apposito questionario.⁵

1. Il testo è in appendice.

2. Il testo è in appendice.

3. La scheda è in appendice.

4. I testi dei problemi sono in appendice.

5. I risultati della valutazione del percorso sono in appendice.

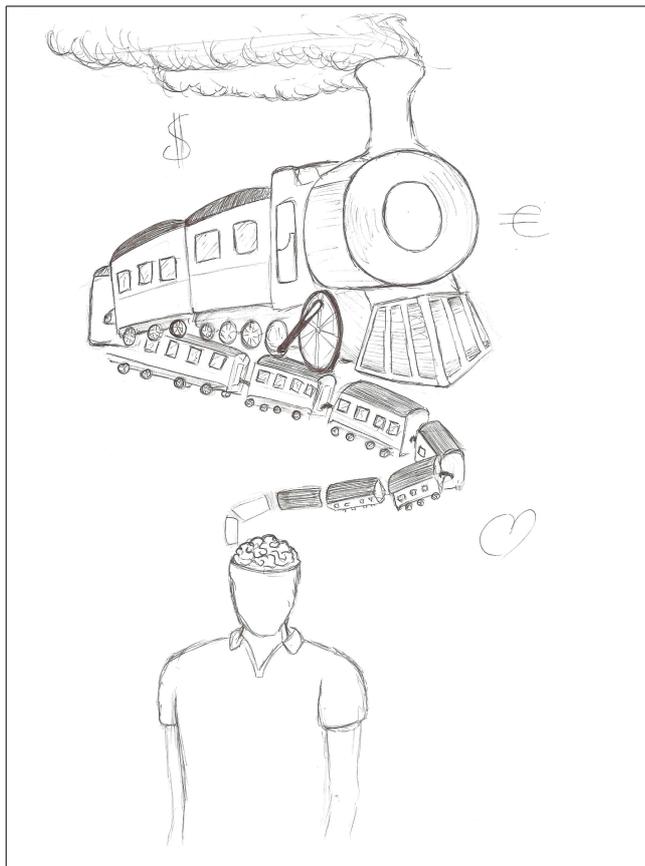


Figura 1 *Disegno la mia mente mentre pensa...*

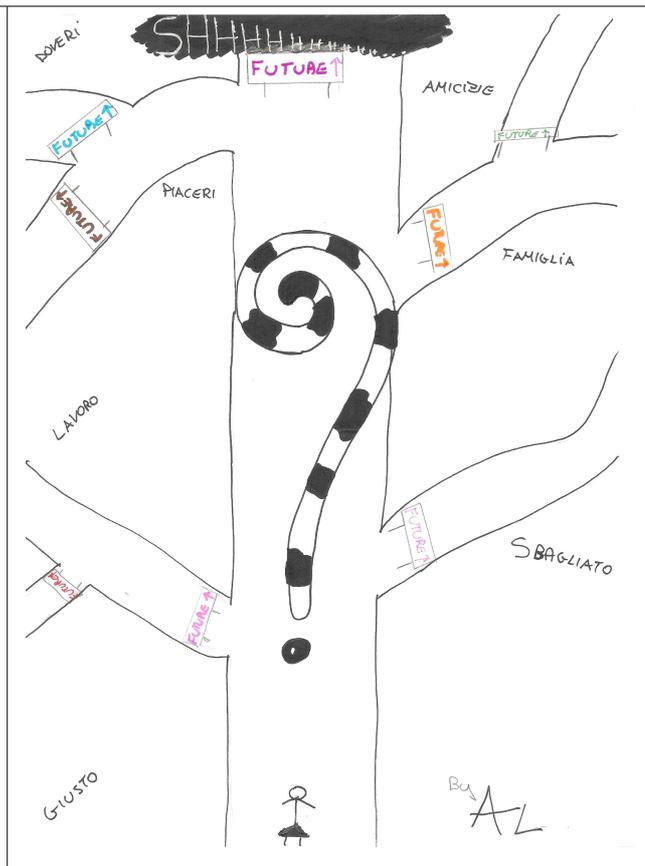


Figura 2 *Disegno la mia mente mentre pensa...*

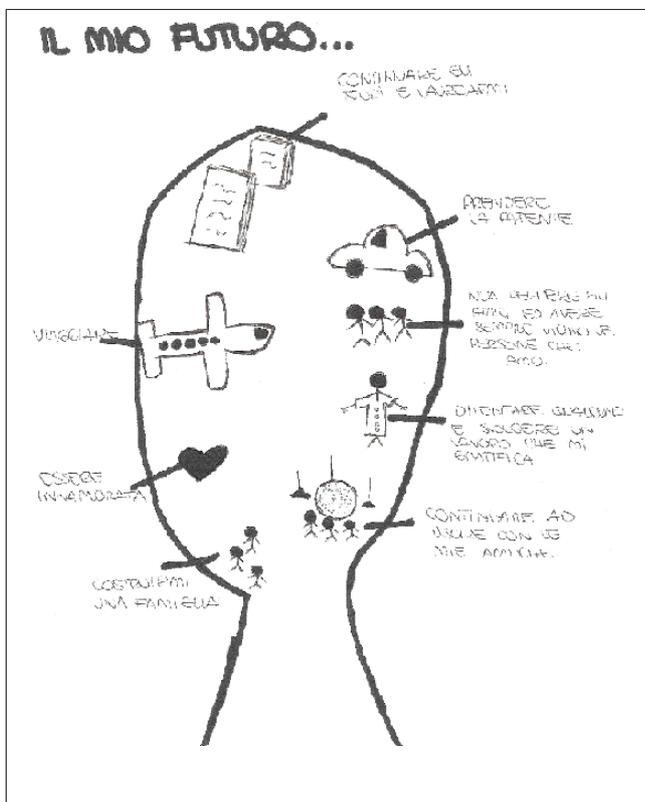


Figura 3 *Disegno la mia mente mentre pensa...*

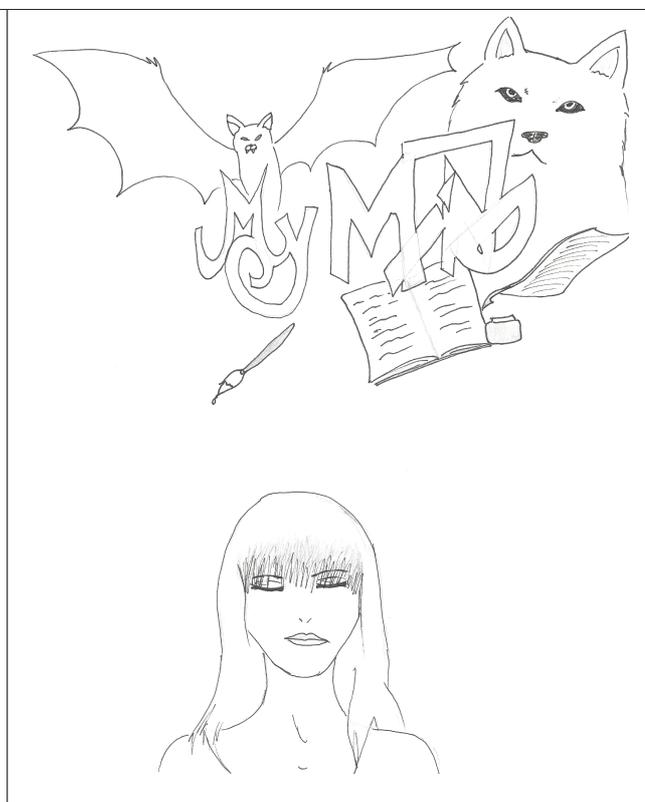


Figura 4 *Disegno la mia mente mentre pensa...*

Risultati e discussione

Questo approccio didattico non prevede il raggiungimento di risultati quantitativi, ma per sua struttura, per gli spazi e i tempi di condivisione che offre diventa un'indagine qualitativa, in cui le restituzioni degli scritti autobiografici preparate dall'insegnante sono il mezzo che ha permesso di mettere le persone in comunicazione tra di loro uscendo dalla cornice scolastica.

Il segno del voler mettersi in gioco e non solo eseguire passo passo il progetto proposto è stata la loro richiesta di aggiungere un'altra attività. Quindi, dopo le scritture, ho proposto un'attività con la caratteristica dell'immediatezza, la rappresentazione grafica "*Disegno la mia mente mentre pensa...*".

L'attività di laboratorio è stata sicuramente accolta con entusiasmo ed ha generato la necessaria curiosità per accogliere una lezione teorica impegnativa come quella sull'idrolisi.

I voti conseguiti dagli studenti nella verifica scritta largamente positivi, proprio perché su una parte molto limitata del programma e quindi non complicati da altri fattori, confermano in modo anche quantificabile che il tempo dedicato alle emozioni è produttivo di risultati, per questo applicabile anche per le materie scientifiche.

Conclusione

I risultati del progetto condotto hanno confermato quanto sostenuto in letteratura, ovvero l'esistenza di una stretta relazione tra emozioni, creatività e abilità cognitive.

I ragazzi stessi con la loro partecipazione attiva hanno dimostrato che a scuola hanno il desiderio di partecipare anche con i loro pensieri, di aver voglia di confrontarsi non solo sul piano delle conoscenze, ma di voler condividere le emozioni che riemergono rileggendosi.

Per questo motivo è indispensabile superare un approccio frammentato al processo di apprendimento (Tuffanelli [14]) tutto giocato sulle abilità verbali e logico-matematiche.

Anche in questa esperienza appare infatti evidente il ruolo centrale che il coinvolgimento emotivo gioca nell'organizzare il lavoro di classe e nei risultati positivi ottenuti, poiché, come sostiene Galimberti [15], non si ha apprendimento senza emozione.

Bibliografia

1. M. Iacoboni, *I neuroni specchio. Come capiamo ciò che fanno gli altri*, Bollati Boringhieri, Torino 2008.
2. G. Rizzolatti, L. Voza, *Nella mente degli altri. Neuroni specchio e comportamento sociale*, Zanichelli, Bologna 2008.
3. H. Maturana, F. Varela, *Autopoiesi e cognizione. La realizzazione del vivente*, tr.it., Venezia, Marsilio 1988.
4. H. Gardner, *Formae mentis. Saggio sulla pluralità dell'intelligenza*, Feltrinelli, Milano 1987.
5. D. Goleman, *Intelligenza emotiva*, Rizzoli, Milano 1996.
6. J.P. Guilford, *Intelligence, creativity and their educational implication*, Knapp, San Diego 1968.
7. F. Williams, *TCD Test della creatività e pensiero divergente*, ed. Erickson, Trento 1994.
8. D. Demetrio, *Per una didattica dell'intelligenza. Il metodo autobiografico nello sviluppo cognitivo*, Franco Angeli, Milano 1995.
9. L. Formenti, *La formazione autobiografica*, Guerini e associati, Milano 1998.
10. "Apprendimento e democrazia: un percorso di esplorazione" (a cura di G. Niccolai e A. M. Pedretti) Fondazione del M. Monte, Modena 2007. (<http://www.mariodelmonte.it/DesktopPortalMain02fa.html?menuid=998>)
11. L. S. Vygotsky, *Pensiero e linguaggio*, Giunti, Firenze 1966.
12. M. Zambrano, *Verso un sapere dell'anima*, Cortina, Milano 1996.
13. M. Sclavi, *Arte di ascoltare e mondi possibili*, Bruno Mondadori, Milano 2003.
14. L. Tuffanelli, *Intelligenze, emozioni, apprendimenti*, Erickson, Trento 1999.
15. U. Galimberti, "La Repubblica" del 13/02/2001.

Appendice

Le citazioni dei testi dei ragazzi sono in corsivo.

Restituzione "Quella volta che ho imparato...(emozioni, luoghi, persone, fatti)" (1)

Nell'infanzia e nella giovinanza le occasioni per fare scoperte sono veramente numerose.

I 23 testi riportano emozioni che indicano la valenza trasformativa degli apprendimenti.

Gli apprendimenti significativi sono quelli che modificano noi stessi o nel saper fare o nel modo di essere o che siamo capaci di fare nostro e riutilizzare.

Volendo considerare che gli ambiti dell'apprendimento sono tre: il sapere, il saper fare e il saper essere, i testi analizzati ci consegnano il racconto di apprendimenti significativi in tutti gli ambiti così individuati.

Sono relativi al sapere i testi che parlano dell'acquisizione di contenuti, nozioni, metodiche, riconducibili a saperi concettuali.

Gli studenti attuano una riflessione metacognitiva

Per esempio saper riconoscere i funghi, l'amore in senso teorico, il fuoco.

- *Percepivo l'emozione della ricerca scrosciarmi addosso come l'acqua di una cascata, ero in costante attenzione, lanciando lo sguardo prima qua poi là. Ad un certo punto mi bloccai e intravidi un fungo dal cappello bruno erigersi sopra a una macchia di muschio(lo raccoglie)mio zio... mi insegnò i caratteri di riconoscimento e infine concluse che era un *Boletus edulis*. Non ne avevo mai presi e la felicità mi invase per la scoperta.*
- *Non mi piace pensare al mio passato, ma se proprio devo, mi viene da ricordare quella volta in cui ho imparato che cosa significa l'amore. Ero abbastanza piccola 3-4 anni vivevo insieme ai miei nonni. Fidanzati all'età di 14 anni e sposati a 16 loro vivevano e vivono tuttora insieme. Innamorati sempre più di prima. Sentivo felice, mi davano sicurezza era come se diffondessero anche a me tutto quello che provavano....ero eccitata dall'idea di quanto le persone potessero dare. Fu allora che imparai che cosa vuol dire l'amore in senso teorico.ritornando a casa con i miei la situazione era opposta.*
- *Divorzio ...affidamento....odio. Questo era quello che vedevo ed ero amareggiata delusa ferita da tutto ciò e quello che credevo e avevo imparato finì per crollarmi addosso.....in tutta la mia infanzia e adolescenza ho imparato 2 cose importanti: amore = ti fa sentire protetta, felice, in grado di affrontare tutto, sicura di non essere mai sola, soprattutto la vita fatta di ostacoli da superare, delusioni gioie che ti fanno crescere....*
- *Quella volta che ho imparato che il fuoco brucia avevo circa 7-8 anni, quando giocavo coi miei fratelli vicino al camino la mia bambola ci finì vicino e mentre stavo iniziando a bruciarsi io la presi così che mi bruciai una mano. In quel momento, non so ancora adesso, se era più grande il dolore per la bruciatura o per la bambola. Quello che posso assicurare è che da quel giorno non mi sono più avvicinata al fuoco.*

Sono relativi ad un saper fare i testi che parlano di un sapere pratico o manuale: si possono imparare procedure facendo esercizio come ballare, usare la bici.

- *Quella volta che ho imparato a danzare, che è ben più difficile che ballare è stato alle medie. E' stata la prima volta che ho indossato le scarpette di gesso...la prima cosa che ho pensato è stata "che dolore, ma chi me lo ha fatto fare???" Nonostante tutto avere imparato è stata una soddisfazione tremenda, una vera conquista, soprattutto nei momenti in cui è tempo di assegnare gli assoli nei balletti e magari dopo tanti sacrifici e impegno, li assegnano a te. Il pensare a tutte quelle ore spese a provare e a tutti i sacrifici fatti, mi rende ancora più contenta, perché in parte penso di avercela fatta, anche se il cammino è ancora lungo.*

Alcuni scritti ricordano come primo emozionante apprendimento l'andare in bici, per qualcuno la rabbia è la molla per sforzarsi ed ottenere risultati.

- *Provavo tutti i giorni finché mi venne a trovare un mio amico in bicicletta e io mi sentivo inferiore, perché lui c'era riuscito mentre io ancora no. Così appena lo vidi dalla rabbia presi la bici e cominciai a provare finché riuscii a stare in equilibrio senza cadere. Fui contentissima perché voleva dire che ce l'avevo fatta e che i miei sforzi erano contati finalmente a qualcosa.*
- *Avevo circa sei anni e tutti i miei amici sapevano già andare in bici senza ruote. Ero triste ed arrabbiata con me stessa perché non riuscivo.....quel pomeriggio decisi che entro sera dovevo imparare ad andare in bici senza ruote. Ero caduta tantissime volte e ormai era serami davo la colpa, magari non mi ero impegnata abbastanza, mi sentivo malissimo, il giorno peggiore della mia vita. Il giorno seguente mi alzai presto..... presi la mia bicicletta e cominciai a provare a fare dei giri nel giardino di casa. Anche quel giorno ero caduta tantissime volte, però non mi detti per vinta, ci riprovai e vedevo che ero riuscita a fare un giro completo del giardino, continuai a girare per molto tempo ero orgogliosa di me, ce l'avevo fatta, dopo molti tentativi, lividi e graffi avevo imparato ad andare in bicicletta. Alla sera feci vedere ai miei genitori.....tutti erano orgogliosi di me io ero felicissima per questo.*
- *La cosa più bella e divertente che ho imparato è andare in bicicletta. Ora sembra una cosa normalissima, ma quando ho iniziato ad andarci ero felicissima di fare una cosa che facevano anche gli adulti*
- *Sembrava impossibile restare in equilibrio solamente con due ruote. È stato fantastico, ero in cortile e mio padre mi ricordò di usare i freni quando avessi raggiunto una difficoltà troppo alta. Il problema è che mi accorsi troppo tardi che non arrivavo ai freni...una volta fatto il giro della casa e ho visto il portone del garage il senso di ebbrezza si tramutò in paura. Mi schiantai e per un pezzo non salii più in bicicletta.*

Fino a quel momento mi fermavo schiantandomi contro i muretti che trovavo nel cortile del nonno.Ma poi chiusi gli occhi, non pensai a niente con grande stupore mi accorsi che le mie mani ero dove dovevano essere e io non ero contro il muretto. Quell'episodio non mi ha solo insegnato ad usare i freni della bici, ma che stare calmi e rilassarsi aiuta a superare momenti di panico e crisi.

Qualcuno descrive quando ha imparato a fumare....

- *Ho iniziato perché mi sentivo sola...ero in vacanza con mio padre e mio fratello, e sentivo la mancanza di mia madre che era dovuta rimanere a casa...non avevo quella persona che mi aiutava a ragionare e quindi ho voluto provare.....all'inizio non capivo cosa ci trovassero di così buono, perché ad essere sinceri è una cosa disgustosa, però la voglia di scoprire il vero piacere era più forte.*

Mentre sono relativi ad un saper essere i testi che traggono conclusioni più generali sulla vita.

- *Quella volta che ho imparato ad andare in bicicletta ho provato la sensazione di essere grande nei miei 2 anni...l'emozione dei genitori mentre provi pedalare e un attimo dopo sei per terra a piangere per un ginocchio sbucciato. Ora mi rendo conto che era molto più facile piangere per il dolore fisico, mentre ora fa tremendamente male il dolore al cuore a causa dei sentimenti...bisogna imparare a vivere in un mondo fatto di sofferenza e di felicità in egual misura. L'esempio della bicicletta perché quando si è bimbi è un gran traguardo, ora a 16 anni cresci e maturi grazie alle tue esperienze passo dopo passo e non basta dimostrare di essere abili nello sport o a scuola per considerarsi grandi. Man mano che vai in bicicletta cadi sempre meno fino a che non cadi più, sarebbe bello imparare a non cadere più nemmeno ora.”*
- *Quella volta che ho imparato a non fidarmi delle persone è come un ricordo sfuocato nella mente.....da quando mio padre se ne è andato, ho imparato che non ci si può fidare di nessuno, per quanto lo si ami o lo si rispetti.... Bisogna imparare a prepararsi ad un qualsiasi tradimento....*
- *Quella volta che ho imparato a aver paura delle curve in macchina.*
- *Quella volta che ho imparato l'ammettere che anche io potevo sbagliare e convivere poi con questa scoperta....*
- *Quella volta che ho imparato che nella vita bisogna impegnarsi per andare avanti è stato un anno fa, quando in seguito ad un grosso fallimento ho deluso la mia famiglia, ma soprattutto me stesso/a. Mi sono sentito come se la mia vita fosse finita lì e sono caduto/a in depressione perché sono stato/a io la causa di tanta sofferenza. Ma questa cosa mi è servita tantissimo, perché mi ha fatto capire quanto sia dura la vita e che per sopravvivere dobbiamo dare il massimo di noi stessi.*
- *Prima della scomparsa di mia nonna con cui avevo un rapporto stupendo pensavo alla morte ...quasi fosse una pausa temporanea....incurante del terribile vuoto che realmente lascia. Ma solamente quando ti accade ti rendi conto che i bei momenti passati insieme sono lontani più che mai e purtroppo non ne passerai altri, ne rimarrà solo il triste ricordo.*

La scoperta dell'amicizia è una sensazione speciale, con una valenza trasformativa per la crescita.

- *Un rapporto di amicizia ti insegna tante cose: a voler bene ad essere sinceri, disponibili, ad essere presenti nel momento del bisogno.....ti senti forte perché accanto a te c'è qualcuno che condivide tutto con te e ti sarà vicino...*
- *E' molto importante perché per la prima volta ho provato emozioni di affetto e dolcezza per delle persone che non erano i miei genitori.*
- *Quella volta che ho imparato ad ascoltare, a non imporre le mie idee, ma a sentire gli altri, a sentire le loro ragioni, a provare a capire che non sono io al centro del mondo, ma le persone a me care, i miei amici, la mia famiglia e gli amori, sentire che la vera emozione è sacrificare tempo e impegno per loro, sentirsi ricambiati nell'affetto che dai, sentirsi più vivi aiutando a vivere gli altri....*
- *Quel giorno in cui ho capito cosa vuol dire amare. E' successo tutto grazie ad un ragazzo fantastico che è ancora nella mia vita. Lui mi ha dimostrato l'immenso bene che si può avere per una persona. Anch'io sto provando ancora questo sentimento grazie al quale ho vissuto i momenti più belli della mia vita.....è stato come se la vita mi si illuminasse...*
- *Per me la vita era complicata, tutto sembrava andare storto. Mi sembrava che il mondo non fosse adatto a me, mi sentivo inutile, soffocare, come se fossi avvolta da una perenne nebbia.....era una vita vuota o almeno io la vedevo così.....ho pensato che l'unico modo di sentirmi libera fosse la morte in un luogo dove chi mi aveva fatto male potesse vedere a che punto mi aveva spinto.....però alla fine mi sono fermata...fin quando non ho incontrato una persona che mi ha fatto capire che non mi dovevo arrendere. Allora ho visto per la prima volta e ho sentito altro, ho sentito il suo amore, la sua voce, che questa persona aveva bisogno di me quanto io di lui. Mi sono sentita finalmente libera, amata e davvero felice per la prima volta in vita mia, utile perché rendevo felice qualcuno.*

Gli studenti attuano una riflessione metacognitiva

In nessun caso gli apprendimenti descritti sono veicolati da adulti. Gli adulti sono solo una presenza di sfondo, poco partecipi oppure persone di cui non ci si può fidare; in un caso adulti positivi come i nonni che danno amore e sicurezza, vengono contrapposti ai genitori, che danno amarezza e delusione; oppure la loro assenza è scatenante di comportamenti compensatori come fumare. In un caso, non è un adulto, ma un'adolescente, la sorella che tenta di aiutare, ma non viene percepita come facilitatore.

- *Mi ricordo che mia sorella mi urlava dietro inseguendomi a piedi di spingere sulle barrette nere davanti alla mia mano e io mi sentivo angosciata, perché non riuscivo a collegare l'uso delle mani alla vista di un ostacolo e siccome per mia sorella era così banale io provavo ancora più sconforto.*

Restituzione "Io e la chimica" (2)

I testi sono 19.

Analisi dei contenuti

Alcuni hanno amato le scienze sin da piccoli o da piccoli hanno rappresentato per loro un rafforzamento delle sicurezze.

- *Quando ero bambino/a mi divertivo a giocare al piccolo chimico.... Mi piaceva scoprire come erano fatte le cose e come funzionavano, ma quando sono andato alle superiori è stato meno piacevole perché le cose si studiavano in modo così approfondito che perdevano tutto il loro fascino. Infatti adesso la chimica e la scienza mi piacciono molto meno.*
- *9 anni fa Marco stava passando un periodo non troppo felice della sua vita, i suoi genitori si stavano separando!(un giorno l'insegnante di italiano a cui era molto affezionato, gli parlò e gli disse che non doveva preoccuparsi per la scuola ma doveva riacquistare sicurezza ed essere felice, che non era colpa sua delle scelte dei suoi genitori). Il pomeriggio di quello stesso giorno Marco sfogliò un libro del fratello più grande.....e lo sentiva mentre parlava con la mamma mentre cucinava. Marco seguì il fratello che stava mescolando in un tegame l'acqua e il sale, in un altro l'olio e l'aceto. Marco restò stupito da quello che accadeva alle sostanze. Il giorno seguente andò dalla maestra d'italiano che assieme all'insegnante di scienze si mise d'accordo per far esporre a Marco quello che aveva visto fare dal fratello. Marco era orgoglioso di sé e sicuro aveva ripreso ad essere il piccolo chimico della mamma, quello che si nascondeva in bagno per fare i "pocci" con profumi e bagnoschiumi.*
- *Mi è cominciata a piacere fin dalla prima ...nella scelta della scuola mi attirava molto come materia e non vedevo l'ora di iniziarla per vedere se era come me l'ero immaginata. Col passare degli anni mi piaceva sempre più. nonostante la mia media...*
- *Inizialmente mi sembrò un po' strana, perché iniziai a sentire cose che già conoscevo come l'acqua, ma appunto in un altro modo H₂O. col passare del tempo non mi sembrò più così difficile, perché ora si lega spesso con altre materie come la biologia.*

Alcuni scrivono che a loro piace per la metodologia utilizzata che prevede il laboratorio.

- *Ti sorprende delle cose che possono venir fuori da esperienze vissute in prima persona...sono molto più belle le materie dove fai tu delle cose. prendono e ti entusiasmano di più.*
- *Ho scoperto che è una teoria in grado di attirarmi come un banchetto sfizioso di nuove scoperte e idee. Come gli esperimenti in laboratorio, forse perché suscita in me una reazione chimica di scoperta.*
- *...Quando abbiamo iniziato a fare esperienze in laboratorio tutto è cambiato...sono contenta di aver imparato almeno in parte a fare reagire diversi composti notando quello che succede.*
- *La cosa che mi interessa di più è il laboratorio perché riesco a capire meglio quello che succede e perché mi interessa come reagiscono tra di loro queste sostanze e l'esperienza che mi è piaciuta di più e interessata di più è il saggio alla fiamma.*
- *Chimica è la materia secondo me più importante, perché è l'unica che può darti delle vere soddisfazioni... scoprire il nome di sostanze che abbiamo sempre usato a casa, vedere delle reazioni...sono cose che messe insieme ti fanno sentire più grande...e vedere che queste reazioni le hai fatte tu è molto soddisfacente...*
- *La chimica sia molto affascinante e utile. Dalla mia prima ora di questa materia ho capito che ci sarei andato molto d'accordo. Mi diverto moltissimo nei laboratori osservando o creando in prima persona fenomeni particolari, presenti anche in varie sostanze industriali o perfino commerciali. Però essendo pur sempre una materia scolastica la si guarda sempre con superficialità e un po' di noia.*

Alcuni si sentono orgogliosi di studiare cose che prima di loro hanno studiato “gli scienziati”.

- *..Il solo pensiero di dover studiare chimica mi metteva in ansia terribile perché la vedevo come una materia studiata da grandi personaggi, grandi scienziati e mi sentivo sicuramente non all'altezza.Ora studiare la chimica e capire lo studio mi dà grandi soddisfazioni, pensare che anche io ho capito un concetto molte volte complicato, che anche grandi scienziati sanno, mi fa sentire molto fiero/a di me e devo dire un po' più intelligente ☺.*

Un certo gruppo non è entusiasta di studiare chimica, perché è un ostacolo grosso; sottolinea soprattutto le difficoltà incontrate; qualcuno riconosce che serve più impegno.

- *Mi piaceva e mi piace andare in laboratorio nonostante non mi sia mai piaciuto studiarla, non è una materia che mi entusiasma particolarmente, ma fino all'anno scorso non l'ho mai disprezzata. Quest'anno invece le ore sono aumentate insieme alla difficoltà ...e sono arrivata anche a pensare che fosse come un “incubo”, l'ho vista anche come un grosso ostacolo da superare..., ma per ora sono soddisfatta del lavoro che ho fatto e delle conoscenze che ho appreso e spero di continuare così ...*
- *Tra biologia, chimica e scienze le sensazioni sono diverse. Se la biologia affascina, la chimica deprime!!! Nel senso che se non capisci un meccanismo sei fregato e io per prima se non capisco qualcosa vado nel pallone. Sembrava tutto facile in prima tra miscugli vari e le prime esperienze di laboratorio eccitanti ora in terza è tutto più complicato, ovvio, Uffi!! ma ammetto che ci siano esperienze emozionanti nella chimica*
- *...Le materie scientifiche non sono proprio il mio forte...chimica per fortuna sono riuscita a recuperarla all'ultimo momento, ed è stata una gioia immensa, perché non avrei mai creduto di farcela. Quei problemi mi mettevano troppo in difficoltà, ma dopo un po' di tempo che ci stavo sopra, li ho capiti e l'interrogazione è andata bene.... Ero troppo soddisfatta di me stessa perché quel giorno ho capito che se mi impegno davvero tanto posso riuscire a fare qualsiasi cosa. non bisognerebbe mai arrendersi.*
- *E' una materia difficile, ma non impossibile, infatti, me la sono sempre cavata. È una materia che mi piace e che aprirà molte strade per il futuro All'inizio facevo molta fatica, infatti c'era anche molto sconforto, però poi ho capito che ci voleva più impegno e più dedizione, perché era difficile e ce l'ho fatta avendo tante soddisfazioni personali e anche i miei genitori erano molto contenti.*

Talvolta la chimica si lega a esperienze particolari.

- *In prima superiore c'è stato un episodio che mi ha lasciato impresso una lezione di chimica in particolare. Ero alla lavagna, mentre stavo scrivendo lo schema dei passaggi di stato, mi è venuto un caldo improvviso e sono svenuta. Tuttora a ripensare alle ore di chimica di prima mi viene sempre in mente....*

Figure significative

Solo tre testi focalizzano la narrazione sugli insegnanti.

In un testo viene dato rilievo al saper essere con gli insegnanti.

- *La prima cosa che ho imparato a scuola è stata quella di rapportarmi nel modo più giusto con i professori... Non sempre mi riesce bene e la maggior parte delle volte ne subisco le conseguenze...ma quando vedo che ci riesco e che, soprattutto, la voglia di instaurare un rapporto è condivisa allora la soddisfazione è forte...*

Negli altri due testi l'insegnante è stata una figura significativa per il percorso di apprendimento scientifico: un insegnante è stato mediatore di passione, l'altro ha insegnato il farsi rispettare ed esigere una certa condotta.

- *Era abbastanza bravo e pur essendo abbastanza severo riusciva a farmi venire interesse, specialmente quando andavamo a fare gli esperimenti in lab. direi di non aver mai trovato un professore che mi abbia fatto apprezzare così l'insegnamento.*

Con lei andare alla lavagna è una lotta con le proprie conoscenze, un minimo errore e sei morto ... Forse ho un po' esagerato, ma esprimo bene l'idea...una donna dai capelli rossi che entra in classe sicura di sé (e conscia del fatto che noi speriamo stia a casa una buona volta) e varca la soglia della nostra pace portando formule ed equazioni....simpatica e ben disposta allo scherzo, ma poi...è la fine...quando decide che è ora di stare attenti alla lezione, sai che sarà un pandemonio... no, no ...niente di così esagerato....” Poi conclude “Però lei ci ha fatto capire (spero) come sia importante farsi rispettare ed esigere una certa condotta, anche se il mezzo per ottenerlo deve essere un infarto cardiaco... Impressionante...

Gli studenti attuano una riflessione metacognitiva

Scheda di laboratorio. ⁽³⁾



MATERIALI E STRUMENTI OCCORRENTI:

- 5 provette;
- cucchiari;
- bacchette di vetro;
- indicatore universale.
- Nitrato di ammonio solido (NH_4NO_3)
- Acetato di sodio solido (CH_3COONa)
- cloruro di sodio solido.
- soluzione di HCl 0,1 M
- soluzione di NaOH 0,1 M
- acqua distillata.

PROCEDIMENTO:

- Poni in una provetta (che indicherai con A, una punta di spatola di NH_4NO_3 , aggiungi 5 ml di acqua distillata e mescola con la bacchetta di vetro fino a completa dissoluzione del sale.
- Mediante l'indicatore universale determina il pH della soluzione e annotane il valore.
- Servendoti ogni volta di una provetta pulita ripeti l'operazione per CH_3COONa (provetta B), per NaCl (provetta C).
- Prepara le provette di confronto con HCl e con NaOH con l'indicatore universale liquido.

SCHEDA DI ELABORAZIONE DEI DATI DELL'ESPERIENZA

Domande a cui ciascuno da solo e poi in gruppo deve rispondere:

1. I sali utilizzati derivano da acidi e basi forti o deboli?
2. Indica per ciascuno dei sali da quale reazione acido-base deriva:
A.....
B.....
C.....
3. Mettili a confronto l'origine chimica e il pH della soluzione salina:

Sale	Acido da cui deriva	Base da cui deriva	pH della soluzione salina osservato
A			
B			
C			

Osservazioni e conclusioni

Problemi proposti. ⁽⁴⁾

Problema 1

Calcolare il pH per le seguenti soluzioni acquose:

- soluzione 0,1 M di acetato di potassio ($K_{a, \text{acetico}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
- soluzione 0,1 M di cloruro di ammonio ($K_{b, \text{ammoniacale}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$)

Problema 2

Calcolare la concentrazione di acido cianidrico e di OH^- in una soluzione 0,2 M di cianuro di potassio.

($K_{a, \text{cianidrico}} = 4 \cdot 10^{-10}$)

Problema 3

Calcolare il pH e la costante di idrolisi di una soluzione acquosa 0,3 M di bicarbonato di sodio

($K_{a, \text{carbonico}} = 5,6 \cdot 10^{-11}$).

Problema 4

Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando 100 cm^3 di acido fluoridrico 0,4 M con 80 cm^3 di una soluzione 0,50 M di idrossido di sodio. ($K_{a, \text{fluoridrico}} = 6,9 \cdot 10^{-4}$)

Problema 5

Calcolare i grammi di acetato di sodio che si devono sciogliere in 30 ml di soluzione acquosa perché il pH sia 9,77.

($K_{a, \text{acetico}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

I risultati della valutazione del percorso. ⁽⁵⁾

Questionario di valutazione.

Secondo gli insegnanti che hanno partecipato alla ricerca “Apprendimento e democrazia” che si è svolta negli anni 2005/2007, gli elementi che favoriscono un apprendimento consapevole e partecipato, quindi democratico, sono:

- *universalismo*: cioè l’attenzione a garantire diritti uguali per tutti nei diversi momenti dell’attività scolastica
- *visibilità*: cioè la chiarezza, la trasparenza con cui vengono esplicitate le scelte, le decisioni, l’organizzazione del lavoro didattico, i criteri di valutazione
- *co-costruzione*: cioè le modalità attraverso cui avviene la costruzione dei saperi, con un coinvolgimento attivo degli studenti
- *problematizzazione dei saperi*: cioè ripensare in modo critico l’impostazione delle materie a seconda della classe e degli studenti
- *riconoscimento*: cioè tener conto delle caratteristiche individuali degli studenti e valorizzare l’apporto che essi possono dare al lavoro scolastico
- *fiducia*: cioè un rapporto tra insegnante e allievi basato sul rispetto e la fiducia reciproci
- *responsabilità*: cioè la partecipazione attiva e consapevole alla vita scolastica
- *riflessione sull’apprendimento*: cioè la consapevolezza dei diversi stili e modalità in cui ciascuno apprende

Invitati a riflettere nel suo complesso sull’esperienza appena conclusa, e tenendo conto di quanto scritto sopra, siete stati sollecitati ad esprimere la vostra opinione su questi punti.

- In quali aspetti pensi che l’attività svolta si sia dimostrata democratica? Perché?
- Quali obiettivi tra quelli elencati sopra ti sembra siano stati raggiunti? In che modo e perché?
- Dell’attività che cosa ti ha colpito? Ti ha interessato? Ti ha gratificato? Ti ha sorpreso? Ti ha stupito? Ti ha confermato? Ti ha deluso? Ti ha fatto riflettere?.....

Gli studenti attuano una riflessione metacognitiva

Restituzione sul questionario di valutazione del percorso.

Riguardo al punto a, tutti, tranne tre che non si sono espressi in merito, hanno scritto che l'attività è sembrata democratica, le motivazioni sono diverse (riportate di seguito).

Tredici mettono l'accento sull'opportunità di esprimere idee ed emozioni liberamente nell'anonimato:

“sicuramente facendo in modo che i pensieri che ognuno di noi ha espresso fossero nascosti ed anonimi. Ognuno era libero di esprimere il proprio parere senza essere giudicato da nessuno”, “tutti hanno avuto spazio per parlare”, oppure “secondo me questa attività si è dimostrata democratica perché non bisogna essere dei geni, bisogna solamente esprimere quello che si pensa”, “in quanto non vengono attribuite valutazioni, ma ne sono usciti esclusivamente pensieri personali riguardanti la vita di tutti i giorni”.

Qualcuno sottolinea, inoltre, l'opportunità di conoscenza reciproca, scrivendo:

“ci ha dato l'opportunità per esprimerci e fare capire com'è fatta la nostra classe”; un altro: “penso che questa attività sia stato un modo per mettere sullo stesso piano tutte le persone della classe. Il fatto di far scrivere a tutti in modo anonimo ciò che si pensa dell'apprendimento è stato utile per dare la parola anche a chi di solito sta in silenzio. Sentire le risposte degli altri miei compagni mi ha aiutata a riflettere e a capire quello che pensano gli altri”.

Due sottolineano l'opportunità di esprimersi sull'apprendimento, per esempio:

“è stato bello ascoltare le opinioni, i pensieri, i racconti dei miei compagni di classe...è servito anche per conoscerli meglio. E' stato bello anche per me scrivere le mie emozioni, paure o opinioni sulla scuola e sull'apprendimento”; “penso che l'attività svolta sia stata democratica, perché ha lasciato ad ogni persona di esprimere le proprie emozioni e pensieri con la massima libertà. Specialmente quando ciascuno ha dovuto pensare che cos'era per lui l'apprendimento, in modo anonimo, in modo che ciascuno potesse liberare i propri pensieri senza preoccupazione di essere giudicato dagli altri.”

Quattro ritengono che l'esperienza sia stata democratica per il lavoro che è stato svolto in gruppo per preparare la lezione da presentare al resto della classe, occasione che ha dato a tutti un ruolo. Un testo riporta:

“penso si sia dimostrata democratica perché ognuno di noi doveva fare qualcosa, perché alla fine ogni persona di ogni gruppo doveva spiegare agli altri quello che lui aveva svolto”; “l'esperienza si è dimostrata democratica quando la prof. ci ha fatto esporre quello che pensavamo di un argomento, ma soprattutto quando ci ha ascoltato”; “questa è un'esperienza democratica perché ci ha dato l'opportunità di imparare in un modo diverso dagli altri e soprattutto non era più l'insegnante, ma noi alunni ad insegnare. Quindi anche a noi è servito per capire cosa si prova ad essere l'insegnante”.

Riguardo al punto b, sei hanno scritto di non sapere rispondere o hanno risposto senza individuare uno degli indicatori riportati o non hanno risposto affatto.

Numerose (ben otto) sono le osservazioni che si riferiscono specificamente al clima della classe per quello riguarda il rapporto di **fiducia/sfiducia** che ha a che fare con la maggiore o minore attenzione e disponibilità dell'insegnante verso lo studente e la libertà dello studente di esporre dubbi e difficoltà.

Tre di queste mettono l'accento sull'assenza di fiducia che permane:

“nonostante questa attività sono rimasti molti problemi. Tra alunni e insegnante è comunque rimasta una barriera non oltrepassabile. Continuano ad esserci incomprensioni e mancanza di rispetto gli uni verso gli altri.”.

Un altro testo, dopo avere riconosciuto di avere raggiunto una nuova consapevolezza sulle modalità dell'apprendimento (indicatore: riflessione sull'apprendimento) riporta:

“il problema della fiducia è risultato abbastanza evidente, non solo tra insegnanti ed allievi, ma anche molte volte tra studenti.”

Il terzo riconosce che sono stati raggiunti tutti gli obiettivi, tranne quello della fiducia e del rispetto direzionato da entrambe le parti e prosegue

“sicuramente l'esperienza ha contribuito a far capire meglio le parti dell'altro, ma non ad instaurare un rapporto in cui umanamente allievi e insegnanti sono allo stesso livello.”

Due testi parlano di presenza di **fiducia**; uno riporta

“ci può essere fiducia tra i prof, ma molte volte non ne si tiene conto, in questo caso con la prof con cui abbiamo fatto questa esperienza si è venuta a creare molta fiducia”; l'altro indica “la fiducia, perché è stata rispettata la privacy”.

Gli studenti attuano una riflessione metacognitiva

Alcuni testi hanno indicato degli obiettivi raggiunti senza commentarli: quattro hanno indicato universalismo, responsabilità e co-costruzione; uno ha indicato la riflessione sull'apprendimento e il riconoscimento.

Il testo che indica co-costruzione e universalismo, specifica: “sono i punti più semplici ed immediati da rispettare, il resto purtroppo dipende dai professori e non sempre viene rispettato.”

Nella costruzione di conoscenze possono rivestire un ruolo importante come facilitatori e stimolatori, oltre agli insegnanti, anche i compagni; ciò avviene quando la co – costruzione porta al riconoscimento della buona relazione all'interno del gruppo classe o della volontà di cercare una relazione.

Un testo che indica più indicatori (universalismo, riconoscimento, fiducia, responsabilità, riflessione sull'apprendimento), riporta:

“abbiamo parlato e discusso molto sul modo di imparare e su che cosa vuol dire per ciascuno di noi la parola imparare (dove, quando, con chi, se...), la prof. penso abbia capito il nostro punto di vista, sulla chimica e sull'imparare la sua materia.”

Un altro testo indica universalismo:

“a tutti è stata concessa la libertà di intervenire e partecipare”, e riflessione sull'apprendimento: “abbiamo parecchio parlato dell'azione “imparare”, tante sono state le riflessioni che ci hanno permesso di “imparare ad imparare”.

Due ragazzi scrivono che gli obiettivi sono stati raggiunti tutti.

Uno dei testi commenta l'affermazione

“perché c'era la voglia da parte nostra di fare un'esperienza nuova all'interno della scuola e di conoscerci nel nostro passato e presente. Credo che un buon aiuto per questa formazione sia dato dalla nostra prof.”

Una voce fuori dagli schemi proposti scrive

“l'obiettivo più importante è che questo progetto ha fatto conoscere a tutti noi aspetti del nostro carattere che solo sui libri non è possibile conoscere”

Rispetto al punto c. si possono raggruppare alcune risposte, altre invece fanno osservazioni diverse. Due testi dichiarano “non so”.

Quattro opinioni indicano sinteticamente che sono stati colpiti dalla disponibilità dei compagni e della prof. Due testi dichiarano che l'attività svolta li ha fatti riflettere sullo studio coadiuvato da altri.

Uno scrive

“la prof ci ha conosciuto meglio e viceversa, noi abbiamo conosciuto meglio lei. Mi ha fatto molto riflettere su quanto importante è imparare e venire a scuola. Mi ha stupito e sorpreso perché non pensavo che esistessero attività di questo tipo in 3° superiore. È stata molto creativa e coinvolgente”

Un'altra voce dichiara di essere

“sorpreso da un'attività di questo genere e argomento, ma credo che la maggior parte dei problemi legati all'imparare si debbano risolvere coinvolgendo i prof con progetti rivolti alla crescita del rapporto di cooperazione studenti-professori”.

Quattro testi indicano che sono stati colpiti perché l'attività li ha aiutati a conoscersi meglio:

“non credevo fossimo in grado di instaurare un dialogo e di avere delle cose in comune.”

Voci singole scrivono

“mi è piaciuto come pausa”, “è interessante”, “mi è piaciuto come è stata svolta, la libertà di parola e pensiero”.

Alcuni sono stati colpiti da fasi specifiche del progetto

“mi ha fatto piacere scrivere delle mie esperienze”, “nell'insieme tutti gli aggettivi mi hanno lasciato delle emozioni e sensazioni verso i miei compagni.”, “mi ha colpito il fatto che abbiamo potuto esporre un argomento a nostra scelta”, “l'esperienza è stata una cosa molto carina. Di questa attività mi ha colpito il fatto che coinvolge direttamente gli studenti rendendoli insegnanti della loro lezione. Credo che sia un modo intelligente e originale per imparare la materia.”

Il concetto di elemento chimico: dai filosofi greci alle odierne definizioni

Elena Ghibaudi, Alberto Regis, Ezio Roletto

Gruppo SENDS, Università di Torino - Dip. Chimica, Università di Torino, Via Giuria 7, 10125 Torino
E-mail: elena.ghibaudi@unito.it; Tel. 011 6707951; Fax 011 6707855

Riassunto

La Tavola Periodica degli elementi, presente in quasi tutti i laboratori di chimica della scuola, dell'università e dell'industria, è senza dubbio una delle più potenti icone della scienza [1]. In essa è riassunto il sapere scientifico essenziale sugli elementi chimici. Ma come è nato il concetto di elemento chimico e come si è sviluppato nel corso del tempo, dai filosofi dell'antichità sino ai nostri giorni? La disamina delle tappe attraverso le quali il concetto di elemento chimico si è evoluto consente di evidenziare incongruenze e contraddizioni, in parte ancora presenti nelle definizioni di elemento riscontrabili nei libri di testo scolastici e nella letteratura scientifica. La questione è particolarmente rilevante sul piano didattico, dove emerge l'esigenza di evitare ogni possibile confusione fra i concetti di elemento e di sostanza semplice. Nella parte finale dell'articolo, a partire dall'analisi critica di alcune definizioni di elemento disponibili nella letteratura scientifica e scolastica, si discute una definizione ritenuta adeguata nel contesto delle attuali conoscenze.

Summary

The Periodic Table of Elements is undoubtedly one of the most powerful icons of science [1]. It summarizes the essential scientific knowledge on chemical elements. A survey of the stages through which the concept of chemical element has evolved, from Greek philosophy to modern science allows to highlight inconsistencies and contradictions that are often still present in the definitions of element found in school textbooks and scientific literature. This is a relevant teaching problem that underlines the need for avoiding any confusion between the concept of element and that of simple substance. In the final part of the article, we critically examine some definitions of element found in the scientific literature and in school textbooks and we discuss a definition that appears suitable within the context of the present scientific knowledge.

1. L'EVOLUZIONE STORICA DEL CONCETTO DI ELEMENTO

La nozione di elemento fu introdotta da alcuni filosofi greci del V secolo avanti Cristo nel tentativo di trovare una spiegazione del mondo che si presenta come estremamente vario nello spazio e nel tempo. L'obiettivo era quello di spiegare la grande varietà di cose ed eventi dell'esperienza concreta con un numero limitato di principi generali. Nacquero così due correnti di pensiero: quella che individuava questi principi più semplici negli *elementi* e quella che li individuava negli *atomi*.

1.1 L'elemento nell'antichità

La dottrina degli elementi fu proposta nella sua versione più articolata da Aristotele (IV secolo a.C.), il quale individuò quattro principi o elementi (aria, fuoco, acqua, terra) dalla cui mescolanza prendono origine gli infiniti oggetti del mondo. Secondo Aristotele vi è un substrato, la materia indeterminata, presente come pura potenzialità, e vi sono i principi ultimi, qualità primordiali cui possono ridursi tutte le altre qualità osservabili. Esse sono divise in due coppie di opposti – caldo e freddo, secco e umido – i quali, agendo sulla materia indeterminata danno origine ai quattro elementi secondo le seguenti combinazioni: il fuoco è secco e caldo, l'aria è calda e umida, l'acqua è fredda e umida, la terra è fredda e secca; se le qualità cambiano – da secco a umido, da caldo a freddo e viceversa – gli elementi mutano uno nell'altro, in un ciclo perpetuo.

Mentre materia e forma sono principi dei corpi, ma non sono corpi, gli elementi sono corpi semplici: «*elementi sono le parti in cui i corpi vengono definitivamente divisi, mentre esse stesse non si dividono più in altre parti specificamente differenti*» ... «*tanto se queste cose siano una sola quanto se siano di più*» ... «*Si chiama elemento ciò che è piccolo e semplice e indivisibile*» ... ; tali sono «*le cose sommamente universali*» ognuna delle quali «*essendo una e semplice, è immanente a una pluralità di cose*» [2]. Le sostanze materiali possono essere differenziate in base alle loro proprietà osservabili le quali, a loro volta, sono determinate da quali elementi, e in quale proporzione, entrano nella loro composizione. Per i filosofi dell'antichità e per i loro seguaci, "elemento" significava "principio", inteso come compo-

nente di sostanze complesse. L'associazione diretta degli elementi, intesi come principi, con qualità specifiche osservabili – caldo e freddo, secco e umido – suggerisce che essi non vadano intesi come componenti materiali, ma piuttosto come universali, come *portatori di qualità* o come *modi di essere*, ossia come entità astratte responsabili delle caratteristiche percepibili dei corpi, sebbene siano di per sé non percepibili.

Questa concezione degli elementi risponde al problema filosofico di conciliare l'unicità dell'essere con la molteplicità delle sue manifestazioni, che si presentano ai nostri sensi. Dunque, la ricerca di “costituenti ultimi” della realtà fisica, suscettibili di mantenersi immutati attraverso le pur evidenti trasformazioni della materia, è un problema che emerge molto presto nella storia del pensiero e che si manifesta prepotentemente nella storia del pensiero scientifico.

1.2 L'elemento nel XVIII secolo

La concezione dell'elemento come “potenzialità” che dava origine alle proprietà osservabili dei corpi sopravvisse fino alla rivoluzione chimica operata da Lavoisier, il quale fu fortemente critico nei suoi confronti giudicandola in questo modo nell'introduzione del suo trattato di chimica [3]:

«Questa tendenza ad ammettere che tutti i corpi della natura siano composti unicamente da tre o quattro elementi è un pregiudizio che ci viene dai filosofi greci. L'ammissione dei quattro elementi che, per la varietà delle loro proporzioni, compongono tutti i corpi che noi conosciamo, è una pura ipotesi immaginata molto tempo prima che si avessero le prime nozioni della fisica sperimentale e della chimica. Non si disponeva di alcun fatto e si avanzano delle supposizioni; e oggigiorno che noi abbiamo riunito dei fatti, sembra che ci sforziamo di respingerli quando non sono in accordo con i nostri pregiudizi; questo perché il peso dell'autorità di questi padri della filosofia umana si fa sentire, e senza alcun dubbio peserà ancora sulle generazioni a venire[...]. Ciò che si può dire sul numero e sulla natura degli elementi si limita, secondo me, a discussioni puramente metafisiche; si tratta di problemi indeterminati, che sono suscettibili di un'infinità di soluzioni, ma è probabile che nessuna vada d'accordo con la natura.»

Adottando un punto di vista decisamente empiristico, Lavoisier cercò di sradicare la concezione filosofica dell'elemento come entità astratta o principio, sostituendola con la concezione degli elementi come sostanze materiali semplici, isolabili e non ulteriormente decomponibili. Egli modificò la natura filosofica del concetto di elemento, poiché non pensava più, come Aristotele, che esistesse una materia primordiale che, assumendo determinate qualità (caldo, freddo, umido, secco), dava origine agli elementi. Egli riteneva invece che vi fosse un numero finito di costituenti elementari o sostanze semplici che manifestavano proprietà osservabili.

Gli elementi di Lavoisier non hanno più lo status di cause astratte del comportamento dei corpi, ma sono corpi tangibili, con proprietà osservabili ben definite. Ecco cosa scrisse nel suo *Trattato di Chimica Elementare* (1789) [3]:

*«Se, con il termine elementi, intendiamo designare le molecole semplici e indivisibili che compongono i corpi, è probabile che non li conosciamo: se, al contrario, noi attacchiamo al nome di **elementi** o di principi dei corpi l'idea del **termine ultimo al quale perviene l'analisi**, tutte le sostanze che non siamo ancora riusciti a decomporre con alcun mezzo, sono per noi degli elementi; questo però non significa che noi abbiamo la certezza che tali corpi, che noi consideriamo semplici, non siano composti essi stessi di due o anche più principi.»*

Secondo Lavoisier non si può stabilire *a priori* il numero degli elementi; soltanto *a posteriori* è possibile determinare quante siano in natura le sostanze non ulteriormente decomponibili in sostanze più semplici. Dunque l'elemento è individuabile solo sulla base di dati sperimentali ed è considerato lo stadio finale dell'analisi chimica dei corpi. In questo passaggio, Lavoisier introduce due idee fondamentali: quella di corpo puro semplice o sostanza semplice (un corpo puro che non può essere ulteriormente decomposto con procedimenti chimici) e quella di elemento come corpo materiale che egli identifica con la sostanza semplice, eliminando così la distinzione fra sostanza semplice, corpo materiale ed elemento, inteso come controparte astratta di ogni sostanza semplice.

1.3 L'elemento nel XIX secolo

L'atteggiamento antimetafisico di Lavoisier non sradicò completamente la radice filosofica del termine elemento. Essa infatti riappare negli scritti di Mendeleev, attraverso l'utilizzo del termine “essenza immutabile” [4].

*«In questo senso è utile fare una chiara distinzione fra la concezione di un elemento come sostanza omogenea isolata e come **parte materiale ma invisibile di un composto**. [...] Anche se oggi confondiamo spesso le espressioni **sostanza semplice** ed **elemento**, tuttavia ciascuna di esse ha un significato ben preciso che è importante tenere presente al fine di evitare confusioni tra i termini usati in filosofia chimica. Una sostanza semplice è qualcosa di materiale, metallo o metalloide, dotato di proprietà fisiche e che mostra determinate proprietà chimiche. [...] Gli elementi non vanno soggetti a varietà e trasformazioni reciproche e appaiono, stando almeno alle attuali risultanze, **l'essenza immutabile di una sostanza** che invece muta (sotto il profilo chimico, fisico e meccanico), **essenza che entra a far parte sia dei corpi semplici sia di quelli composti**. Questa concezione ci presenta gli elementi chimici come qualcosa di astratto, dato che non siamo in grado in particolare né di vederli, né di sapere alcunché relativamente ad essi.»*

Cosa intendono i Chimici quando parlano di elementi?

Per Mendeleev gli elementi, intesi come essenze delle sostanze semplici, restano invisibili, come per i filosofi greci, ma sono caratterizzati da una proprietà principale: il peso atomico. In questo senso, l'elemento non è più un'entità priva di proprietà, ma una componente della realtà empirica: ciò che in una trasformazione chimica conserva la propria identità. Al termine "elemento" Mendeleev attribuisce un carattere astratto, ma sempre strettamente associato all'esperienza empirica: una parte materiale ma invisibile di un composto.

Mendeleev ammise la natura astratta dell'elemento per una ragione fondamentale: poiché la chimica deve spiegare le trasformazioni chimiche, il sistema periodico degli elementi che stava elaborando doveva comprendere entità in grado di conservare la propria identità nelle combinazioni chimiche. Inoltre, era ben noto che a una stessa sostanza semplice potevano corrispondere molte forme osservabili, come avviene per il carbone, il diamante e la grafite nel caso dell'elemento carbonio. Il termine *essenza*, in mancanza di un modello dell'atomo di cui Mendeleev non poteva ancora disporre, rispondeva perfettamente all'esigenza di designare ciò che, in tutti questi casi, resta immutato, al di là dell'evidenza empirica.

Un'altra osservazione fondamentale di Mendeleev, più volte ribadita nei suoi scritti, è l'invito a non confondere il concetto di sostanza semplice con quello di elemento. La sostanza semplice, in analogia alla definizione di Lavoisier, è una porzione di materia che può essere isolata e non ulteriormente decomposta: il prodotto finale dell'analisi chimica, «*dotata di proprietà fisiche e che mostra determinate proprietà chimiche*», al contrario degli elementi che «*non vanno soggetti a varietà e trasformazioni reciproche*» e che indicano «*qualcosa di astratto, dato che non siamo in grado in particolare né di vederli, né di sapere alcunché relativamente ad essi*».

Soltanto l'adozione di questa concezione astratta degli elementi permise a Mendeleev di uscire dall'apparente paradosso relativo alla conservazione degli elementi nei composti. Se si considera il cloruro di sodio, ci si può chiedere in che senso il sodio e il cloro continuano a esistere in questo composto. Sicuramente non si conservano le sostanze semplici come tali; se ciò avvenisse, esse sarebbero osservabili e si avrebbe una miscela di sodio e cloro che dovrebbe esibire le proprietà di queste due sostanze. La risposta di Mendeleev a questo interrogativo era che le sostanze semplici non conservavano la propria identità nei composti: gli unici a conservarsi erano gli *elementi (astratti)*, che egli riteneva più fondamentali delle sostanze semplici [4]:

«L'ossido di mercurio non contiene due sostanze semplici, un gas e un metallo, ma due elementi, il mercurio e l'ossigeno, che, quando sono liberi, sono un metallo e un gas. Né il mercurio come metallo né l'ossigeno come gas sono contenuti nell'ossido di mercurio, il quale contiene soltanto le loro essenze, così come il vapore contiene soltanto l'essenza del ghiaccio, ma non il ghiaccio medesimo, o come il frumento contiene l'essenza del seme ma non il seme stesso».

Il sistema periodico è una classificazione degli elementi, non delle sostanze semplici di Lavoisier che costituiscono i termini finali delle analisi chimiche: «*L'idea principale, con la quale si può giungere a spiegare la legge della periodicità, consiste proprio nella differenza radicale dei concetti di elemento e di sostanza semplice*». L'elemento, essenza della sostanza semplice, deve essere inteso come entità formale, il cui carattere identificativo è il peso atomico, grandezza misurabile: come l'elemento si conserva nella formazione delle sostanze composte, così il peso atomico è la sola grandezza che si conserva come attributo sperimentale [4]:

«Per quanto possano cambiare le proprietà di una sostanza semplice, qualcosa rimane costante, e quando l'elemento forma dei composti, questo qualcosa ha valore materiale e stabilisce le caratteristiche dei composti che sono costituiti da quel determinato elemento. Da questo punto di vista, noi conosciamo soltanto una caratteristica costante di un elemento: il peso atomico.[...] Il peso atomico non è caratteristico del carbone o del diamante, ma del carbonio».

Soltanto se si ammette che gli elementi sono presenti nei loro composti come *essenze*, si può comprendere come mai Mendeleev abbia fatto riferimento alle proprietà dei composti per costruire il sistema periodico degli elementi. Infatti, le analogie ricorsive che stanno alla base della definizione dei gruppi nel sistema periodico si fondano sulle proprietà dei composti dei diversi elementi del gruppo e non quelle delle sostanze semplici, che sarebbero state fuorvianti ai fini della classificazione. Per esempio, gli elementi del gruppo degli alogeni (fluoro, cloro, bromo e iodio) si presentano come profondamente diversi uno dall'altro quando sono considerati come sostanze semplici isolabili, in quanto consistono rispettivamente di due gas, un liquido e un solido a temperatura e pressione ambiente. Le somiglianze fra i membri del gruppo emergono solo considerando, per esempio, i composti che ciascuno forma con il sodio, essendo tutti delle polveri cristalline bianche, solubili in acqua. Secondo Mendeleev, tali somiglianze sono dovute proprio al fatto che, in questi composti, fluoro, cloro, bromo e iodio sono presenti non come sostanze semplici, ma in una forma *latente* o *essenziale*.

1.4 L'elemento nel XX secolo

Il problema di definire in modo non ambiguo ciò che permane immutato in una trasformazione chimica ha continuato a stimolare i chimici e a essere oggetto di discussione anche dopo la comparsa dei primi modelli dell'atomo. Nel 1931 Friedrich Adolf Paneth [5], uno dei fondatori della radiochimica, rimarcò che al termine elemento erano associati due

diversi significati: uno era quello che gli aveva attribuito Lavoisier, identificando l'elemento con la sostanza semplice; l'altro era quello che gli aveva attribuito Mendeleev, intendendo l'elemento come il componente materiale, non percepibile dai sensi, delle sostanze semplici e composte. Paneth ritiene che questi due significati debbano essere nettamente distinti perché non è corretto attribuire all'elemento, inteso come ciò che si conserva nelle trasformazioni chimiche, le proprietà della sostanza semplice corrispondente. Per esempio, non è corretto descrivere l'elemento zolfo come una sostanza di colore giallo, inodore e insapore, insolubile in acqua, ecc. perché queste sono le proprietà della sostanza semplice zolfo. In effetti, queste proprietà dello zolfo non si ritrovano nei suoi composti.

Al fine di tenere separati i due significati, Paneth ricorre alle espressioni “sostanza di base” e “sostanza semplice”. Per sostanza di base egli intende «la sostanza indistruttibile presente nei composti e nelle sostanze semplici»; con sostanza semplice designa «quella forma in cui si manifesta ai nostri sensi una sostanza di base isolata, non combinata con altre sostanze di base» [5]. Alla sostanza di base non è possibile attribuire le proprietà della sostanza semplice, poiché essa contribuisce alla generazione delle svariate proprietà che esibisce sia quando si manifesta da sola (sostanza semplice) sia quando è in combinazione con altre sostanze di base (sostanze composte). Secondo Paneth, il principio fondamentale della chimica, in base al quale gli elementi si conservano nei loro composti, vale soltanto se gli elementi sono intesi come sostanze di base; in qualsiasi altro senso, questo principio risulta incomprensibile.

In Paneth si ritrova dunque l'idea, già espressa da Mendeleev in riferimento all'elemento, che la sostanza di base appartiene a un mondo formale. Come Mendeleev attribuisce all'elemento, inteso come essenza della sostanza semplice, una proprietà specifica (il peso atomico), così Paneth riconosce all'elemento, inteso come sostanza di base, un attributo fondamentale: il numero atomico. Il passaggio dal peso atomico al numero atomico fu conseguenza della scoperta degli isotopi. L'esistenza di atomi aventi lo stesso numero atomico, ma pesi atomici differenti, pose il problema dell'opportunità di modificare il sistema periodico, costruito originariamente sulla base dei pesi atomici. Gli studiosi si chiedevano se il sistema periodico potesse sopravvivere come in passato, oppure se dovesse essere modificato per accogliere gli isotopi. Paneth sostenne che tale cambiamento non era necessario, dal momento che il sistema periodico raccoglie gli elementi intesi come “sostanze di base”, caratterizzate dal numero atomico.

Paneth quindi intende l'elemento come un «principio trascendentale che sta alla base dei fenomeni (a transcendental principle underlying the phenomena)» e constata che nell'insegnamento della chimica la definizione abituale di elemento è ancora quella di Lavoisier, ossia “un elemento è una sostanza che non può essere decomposta in sostanze più semplici mediante procedimenti chimici”. Evidentemente egli ritiene non accettabile questa definizione, così come considera insoddisfacente anche un'altra definizione di natura più teorica che suona: “un elemento chimico è una sostanza i cui atomi hanno la stessa carica nucleare”. Le sue riserve dipendono dal fatto che, tenuto conto dell'esistenza degli isotopi, risulterebbe che un elemento è una sostanza costituita da una miscela di isotopi; questa espressione è chiaramente contraddittoria perché una sostanza non può essere una miscela. Paneth sostiene quindi che una definizione accettabile di elemento è la seguente: “un elemento chimico è la classe di tutti gli atomi aventi la stessa carica nucleare” perché soltanto con questa formulazione l'elemento viene definito in modo del tutto generale come sostanza di base e non più come sostanza semplice.

2. INSEGNAMENTO DELLA NOZIONE DI ELEMENTO

Una rapida disamina delle definizioni di elemento chimico presenti nei testi della letteratura scolastica è sufficiente a dare conto della grande confusione che, nel contesto didattico, regna intorno al concetto di elemento.

La maggior parte dei libri di testo in circolazione riporta definizioni analoghe a quella proposta da Lavoisier:

- 1) Le sostanze pure che non possono essere scomposte in sostanze più semplici sono dette **elementi**. (F. Tottola, A. Allegrezza, M. Righetti, *Nuovo corso di chimica*, Minerva Italica, 2009)
- 2) Un **elemento** è una sostanza che non può essere scissa in sostanze più semplici. (N. J. Tro, *Chimica oggi*, Petrini, 2008)
- 3) Le sostanze che possono essere scomposte in altre sostanze si chiamano **composti**, quelle che non sono scomponibili in altre sostanze sono chiamate **elementi**. (F. Bagatti, A. Desco, E. Corradi, C. Ropa, *A tutta chimica*, Zanichelli, 2008)
- 4) Gli elementi sono sostanze pure non ulteriormente decomponibili in sostanze più semplici. (M. Crippa, D. Nèpgen, *Al centro della chimica*, Mondadori Education, 2010)
- 5) Un elemento è una sostanza pura non scindibile in sostanze pure più semplici. (F. Randazzo, P. Stroppa, *Chimica. Una scienza attenta al futuro*, A. Mondadori Scuola, 2007)
- 6) Le **sostanze pure** a loro volta si distinguono in due categorie:
 - **elementi**, o sostanze semplici, che non si possono decomporre in altre ancora più semplici
 - **composti**, sostanze che si possono ulteriormente decomporre in quanto formate da altre più semplici. (S. Rodato, *Il libro di chimica*, CLITT, 2008)
- 7) Si definisce **elemento** una sostanza pura che non può essere scomposta in sostanze più semplici. (S. Passannanti, C. Sbriziolo, *Chimica attiva*, Tramontana, 2008)
- 8) Si definisce elemento una sostanza pura che non può essere trasformata, con gli ordinari mezzi chimici, in altre sostanze ancora più semplici. (G. Valitutti, A. Tifi, A. Gentile, *Le idee della chimica*, Zanichelli, 2008)

Cosa intendono i Chimici quando parlano di elementi?

In alcuni casi si trovano definizioni che mettono l'elemento chimico in relazione con l'atomo:

9) Per **elemento** s'intende una sostanza pura che non può essere decomposta in altre sostanze più semplici con mezzi chimici o fisici. [...] Possiamo quindi definire **elemento** una sostanza pura costituita da un solo tipo di atomi. (P. Pistarà, *Le basi della chimica*, Atlas, 2007)

10) Una **sostanza elementare** (o anche elemento) è una porzione di materia omogenea, costituita da un solo tipo di atomi. (G. Lisi, *Chimica e laboratorio*, Loffredo, 2008)

Nessuna di queste definizioni è esente da critiche. Quelle che definiscono l'elemento come una sostanza semplice lasciano insoluto il problema della conservazione dell'elemento nelle sostanze composte. Quelle che fanno coincidere l'elemento con l'atomo portano a pensare che gli atomi siano i veri elementi delle sostanze; però questa concezione non è corretta. Gli atomi isolati non sopravvivono come tali nelle sostanze semplici (per esempio H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , ecc.) e nelle sostanze composte; le loro nuvole elettroniche interagiscono e quindi l'atomo come entità individuale, definita dal nucleo e dagli elettroni, non esiste più.

Rispetto al problema della conservazione dell'elemento nei composti, ci pare utile la riflessione di G. Villani [6], il quale osserva che:

«Dal punto di vista scientifico odierno è evidente che gli atomi all'interno di una molecola sono particolari: essi non sono uguali a quelli isolati e si parla di atomi in situ. Consideriamo per es. 4 molecole che contengono atomi di idrogeno: acqua, metano, alcol etilico e benzene. Ogni chimico sa bene che l'idrogeno dell'acqua è diverso (per es. è più acido) rispetto a quello del metano, che nell'alcol etilico vi sono 2 tipi differenti di idrogeni [...] ambedue differenti da quelli di acqua e metano e lo stesso dicasi del benzene. [...] Ovviamente se indichiamo con lo stesso simbolo (H) questi atomi qualcosa devono pure avere di simile e, tuttavia, non sono identici».

Questo brano ripropone il problema di ciò che si conserva e ciò che si modifica in una trasformazione chimica. Le proprietà degli atomi di idrogeno entro le molecole citate sono evidentemente differenti, eppure essi conservano alcuni aspetti identitari che ci consentono di designarli come appartenenti alla classe dell'idrogeno, indicato dal simbolo H. In tale simbolo si ritrova quel carattere formale dell'elemento già presente in Mendeleev. Secondo Villani, il problema cela il confronto tra una visione riduzionista e una visione complessa della chimica. In realtà, la chimica ha un carattere intrinsecamente complesso in quanto "scienza di relazioni".

Rispetto al secondo problema, quello delle definizioni di elemento che rimandano alla nozione di atomo, è interessante leggere le indicazioni della IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), secondo la quale per elemento si deve intendere [7]:

1. *A species of atoms; all atoms with the same number of protons in the atomic nucleus.*
2. *A pure chemical substance composed of atoms with the same number of protons in the atomic nucleus. Sometimes this concept is called elementary substance as distinct from the chemical element as defined under 1, but mostly the term chemical element is used for both concepts.*

Purtroppo, queste definizioni ripropongono due problemi già segnalati: la confusione concettuale tra sostanza pura, atomo ed elemento e il non riconoscimento del valore formale del concetto di elemento, che pure era già stato invocato da Mendeleev. Infatti, secondo la definizione 1, per atomo si deve intendere atomo libero, atomo in molecole, atomo in ioni. Quindi l'atomo libero di idrogeno (H), lo ione idrogeno (H^+), gli isotopi dell'atomo di idrogeno (D e T), gli atomi di idrogeno e degli isotopi nei composti come CH_4 , D_2O , CH_3T , tutti appartengono alla categoria *elemento chimico idrogeno*. Si tratta di due definizioni differenti, di due diversi significati del termine elemento come riconosce la stessa IUPAC quando scrive «*the term chemical element is used for both concepts*».

Secondo Peter Nelson [8], l'inconveniente di queste definizioni consiste nel tuffare lo studente che inizia lo studio della chimica nel mondo degli atomi e della struttura atomica. Egli ritiene che questo approccio sia contrario alla psicologia dell'apprendimento: la chimica può essere compresa dagli studenti soltanto se insegnata in modo progressivo, cominciando dal livello macroscopico e passando poi gradualmente ai concetti e ai modelli del livello microscopico. Sulla base di queste premesse, Nelson ha proposto a sua volta una definizione di elemento. La prima formulazione di Nelson – molto vicina alla concezione di Lavoisier – è la seguente: *a substance that does not undergo chemical decomposition into, and cannot be made by chemical composition of, other substances.*

In seguito ad alcune critiche, Nelson ha rivisto la definizione [9], introducendo la distinzione fra "sostanza elementare" ed "elemento". Egli definisce la sostanza elementare come "*a substance that does not undergo chemical decomposition into, and cannot be made by chemical composition of, other substances*". È evidente che Nelson usa l'espressione "sostanza elementare" per indicare la sostanza semplice. Egli poi definisce l'elemento come "*a basic type of matter existing as elementary substances that can be interconverted without change in mass*". Nelson perviene a questa definizione di elemento per tenere conto del fenomeno dell'allotropia. Alcune sostanze naturali possono essere trasformate l'una nell'altra senza che si abbiano variazioni di massa: questo avviene, per esempio, per la grafite e il diamante operando a temperature e pressioni elevate. Sostanze elementari di questo tipo, afferma Nelson, sono varianti dello stesso elemento, il carbonio.

È interessante notare che nel secondo caso Nelson distingue nettamente “sostanza elementare” da “elemento”, ammettendo così che il concetto di elemento non deve essere confuso con quello di “sostanza” e quindi riconoscendo come non adeguata la sua prima definizione in cui l’elemento è equiparato alla sostanza. Nella seconda definizione Nelson fa appello a un “*basic type of matter*”, ossia a un “*tipo basilare di materia*” o “*tipo di materia di base*” che richiama la nozione di “sostanza di base” introdotta da Paneth. In effetti, Nelson afferma che la materia di base esiste come sostanza elementare, così come Paneth afferma che la sostanza semplice è il modo di manifestarsi della sostanza di base. La definizione di Nelson ha il vantaggio di sottolineare la distinzione tra sostanza ed elemento, ma la scelta terminologica (a *basic type of matter*) alimenta la confusione tra il piano astratto e quello concreto, materiale (richiamato dalle “*elementary substances*”), senza mai chiarire la natura formale dell’idea di elemento. Un limite di questa definizione consiste nella commistione di due piani di pensiero che, in realtà, devono restare distinti.

Tenendo conto del modo in cui viene concepita la struttura degli atomi, Willard Roundy [10] ha proposto questa definizione di elemento chimico: “*Ogni elemento è definito dal suo numero atomico (o numero di protoni nel nucleo)*”. A sua volta, Robert Luft [11] ha elaborato la seguente definizione: “*L’elemento è un’entità immateriale priva di proprietà fisiche e chimiche, radice di una determinata specie chimica, caratteristica comune ai suoi atomi, alle sue molecole, ai suoi ioni e isotopi. Esso è caratterizzato da due dati: un simbolo e un numero d’ordine, il numero atomico, che indica la posizione della specie chimica nella tavola periodica*”. In questo testo colpisce il ricorso ad alcuni termini dal sapore antico (“radice”, “entità immateriale”), quasi traccia fossile dell’eredità filosofica greca. Tuttavia, in queste due definizioni la nozione di elemento chimico viene finalmente messa in relazione con quella di nucleo atomico, definito dal numero atomico. Il nucleo è sicuramente presente come tale nelle sostanze semplici e in quelle composte, negli ioni come Na^+ e Cl^- e si conserva nelle trasformazioni chimiche. Si può quindi ritenere che un elemento sia individuato da un nome, un simbolo, una posizione nella Tavola Periodica, un numero atomico [12]. L’individuazione di questi attributi essenziali colloca il concetto di elemento nel campo dei concetti formali.

Inoltre, il riferimento al numero atomico come caratteristica identitaria consente di tener conto del fatto che gli elementi si presentano come miscele di isotopi. In base a queste considerazioni, Jensen [13] sostiene che con il termine “elemento” si fa riferimento a un particolare tipo di nucleo, o più accuratamente, a *una classe di nuclei che hanno tutti lo stesso numero atomico*. A nostro avviso, la definizione proposta da Jensen, che riprende quella avanzata da Paneth, presenta diversi vantaggi: è semplice, non è ambigua ed evidenzia con chiarezza il carattere formale, classificatorio del concetto di elemento. Quest’ultimo aspetto è fondamentale, se si pensa che tale carattere è stato premessa necessaria e indispensabile alla costruzione della classificazione sistematica che i chimici chiamano Sistema Periodico.

Il problema della definizione di elemento è particolarmente importante per coloro che operano in ambito didattico. Infatti, se è vero – come sostiene J. Hammond in un dibattito su Chemistry International [14] – che i chimici, pur usando il termine “elemento” come descrittore sintetico, comprendono perfettamente la differenza tra elementi e sostanze elementari, altrettanto non si può dire per gli studenti, per i quali una mancata distinzione tra piano formale e piano concreto può essere fonte di comprensione distorta del concetto di elemento. Per questa ragione la definizione avanzata da Jensen ci sembra particolarmente efficace nell’evidenziare e nello sciogliere il nodo concettuale sottinteso dal termine elemento.

2.1 Problemi di linguaggio

A conclusione di questa panoramica, ci pare utile sottolineare l’importanza di un utilizzo accurato della terminologia nella definizione di elemento: scelte terminologiche non appropriate, per non dire apertamente infelici, hanno talora generato ambiguità poi trasmesse e amplificate nel contesto didattico. La prima fonte di ambiguità consiste nell’utilizzo di uno stesso termine (elemento) per designare sia una determinata “classe di nuclei” sia la “sostanza semplice”. Ciò è ben esemplificato dallo stesso Mendeleev, che scriveva [4]: «*Così idrogeno è chiamato sia la sostanza semplice in stato gassoso sia l’elemento, contenuto nell’acqua e nella massa di altre sostanze composte liquide, gassose e solide*».

Questo duplice significato è forse ammissibile nei discorsi fra specialisti, i quali sono in grado di distinguere la corretta accezione del termine in relazione al contesto, ma è deleterio nell’ambito dell’insegnamento della chimica, perché gli studenti sono dei principianti con i quali deve essere utilizzato un linguaggio che non si presti a equivoci. È quindi opportuno riservare il termine *elemento* per indicare una “classe di nuclei” mentre il termine *sostanza semplice* va riferito al corpo materiale nel quale si concretizza l’elemento.

Solo in qualche raro caso la differenza tra elemento e sostanza semplice ha un riscontro in termini linguistici: non è casuale che tale separazione linguistica si manifesti in presenza del fenomeno della allotropia, che ha imposto la necessità di nomenclature capaci di distinguere tra le diverse sostanze semplici e l’elemento in esse presente. Tipicamente è questo il caso del *carbonio* (che indica l’elemento), mentre i termini *carbone*, *grafite* e *diamante* designano sostanze semplici. Si parla dunque correttamente del contenuto in carbonio delle sostanze organiche e delle proprietà della grafite o del diamante. La distinzione linguistica può essere ulteriormente favorita usando i termini (raccomandati dalla IUPAC) di diidrogeno, diossigeno, diazoto, dicloro, ecc. per indicare le sostanze semplici, riservando i termini idrogeno, ossigeno, azoto, cloro, ecc. agli elementi che le costituiscono.

Cosa intendono i Chimici quando parlano di elementi?

Una seconda fonte di ambiguità (non disgiunta dalla prima) nasce dall'attribuire al concetto di elemento uno status di concretezza, invece di specificarne il carattere formale e categoriale. Ciò risulta evidente da espressioni quali:

1) *L'elemento chimico sodio, appartenente alla prima colonna della classificazione periodica, ha proprietà chimiche analoghe a quelle degli altri elementi di questa colonna.*

2) *Gli elementi chimici di una colonna della classificazione periodica hanno proprietà chimiche simili.*

Un elemento chimico è definito dal numero di protoni del nucleo atomico; le proprietà chimiche delle sostanze semplici dipendono dagli elettroni, in particolare da quelli del guscio più esterno. Affermare che la «sostanza semplice» potassio possiede proprietà chimiche simili a quelle della «sostanza semplice» sodio è del tutto corretto. Non è invece corretto confrontare le proprietà chimiche degli elementi di una stessa colonna. Un elemento chimico è un nome, un simbolo, un numero atomico, una posizione nella tavola periodica; un elemento chimico non possiede proprietà in senso macroscopico.

Il rischio di tradurre le ambiguità di linguaggio appena analizzate in ambiguità concettuali può essere evitato in ambito didattico illustrando agli studenti la seguente struttura concettuale:

Piano fisico		Piano formale
Livello macroscopico	Livello microscopico	Elemento
Sostanze semplici (un elemento) o composte (più elementi)	Atomi, ioni	

3. CONCLUSIONE

Dall'antichità ai nostri giorni, la nozione di elemento ha subito una costante evoluzione, che dall'ambito strettamente filosofico è poi rientrata in ambito scientifico. A questa evoluzione concettuale non sempre è corrisposta un'evoluzione terminologica, con il risultato di generare ambiguità ancora riconoscibili nelle indicazioni della IUPAC e nelle definizioni di elemento disponibili in vari testi scientifici e didattici.

Per i filosofi greci, gli elementi erano principi, entità non osservabili portatrici di qualità. Questo punto di vista è abbandonato da Lavoisier che identifica gli elementi con le sostanze semplici, isolabili mediante procedimenti chimici. La concezione astratta riappare in Mendeleev, per il quale gli elementi, intesi come "essenze" delle sostanze semplici e composte, rimangono invisibili, ma sono caratterizzati da una proprietà fisica: il peso atomico. Mendeleev, pur ricorrendo a un termine mutuato dalla metafisica, modifica sostanzialmente la natura di questo concetto, attribuendo agli elementi una proprietà misurabile, non preclusa all'osservazione; Paneth riprende il concetto suggerito da Mendeleev, proponendo l'elemento come entità immateriale caratterizzata da un numero atomico. Tuttavia l'utilizzo dell'espressione "sostanza di base" per designare l'elemento stesso non mette in sufficiente evidenza il carattere formale del concetto di elemento e finisce per alimentare la confusione linguistica. Anche la scelta più recente di Nelson di definire l'elemento come "basic type of matter" non pare risolvere le ambiguità, mentre un decisivo passo avanti viene compiuto da Luft, che evidenzia la relazione tra il concetto di elemento e quello di nucleo. Sul piano didattico ci sembra decisamente condivisibile la soluzione proposta da Jensen che, riprendendo le posizioni di Paneth e di Luft, perviene a una definizione semplice e priva di ambiguità, che ha il merito di sottolineare la natura formale di tale concetto.

BIBLIOGRAFIA

- [1] E. Scerri, *The Periodic Table*, Oxford University Press, 2007, p. xiii
- [2] Cit. in M. Dal Pra, Elementi, *Enciclopedia Einaudi*, Vol. 5, Giulio Einaudi Ed., Torino, 1978
- [3] A. L. Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie*, I, *Discours préliminaire*, pp. XIV-XVIII, Cuchet, Paris 1789, pp. 6-7 (ed. 1864)
- [4] D. Mendeleev, La legge della periodicità degli elementi chimici (1871). In: *Il sistema periodico degli elementi* (a cura di S. Tagliagambe), Teknos Ed., Roma, 1994
- [5] F. Paneth, The epistemological status of the concept of element, *Foundations of Chemistry*, 2003, **5**, 113-145
- [6] G. Villani, *La chimica: una scienza della complessità ante litteram*, in: *Strutture di mondo* (a cura di Lucia Urbani Ulivi), Il Mulino Ed., 2010, p. 80.
- [7] IUPAC. *Compendium of Chemical Terminology*, 2nd ed. (the "Gold Book"), compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1997. Available at the URL: <http://goldbook.iupac.org> (2006)
- [8] P. Nelson, Basic Chemical Concepts, *Chemistry Education: Research and Practice*, 2003, **4**, 19-24
- [9] P. Nelson, Definition of "element", *Chemistry Education: Research and Practice*, 2006, **7**, 288-289
- [10] W.H. Roundy, What is an element?, *J. Chem. Educ.*, 1989, **66**, 729-730.
- [11] R. Luft, *Dictionnaire des corps purs simples de la chimie*, Cultures et Techniques, Nantes, 1997
- [12] A. Regis, Ma cosa è un elemento?, *Atti del XII Congresso Nazionale della Divisione di Didattica della Società Chimica Italiana Trieste 7-10 novembre 2001*, 133-138
- [13] W. Jensen, Logic, History, and the Chemistry Textbook, *J. Chem. Educ.*, 1998, **75**, 817-828,
- [14] J. Hammond, Up for discussion: simple and compounds, *Chemistry International*, 2005, **27**, n°3

Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti

Il Parte

Sperimentazione del percorso ed esame dei risultati

Grazia Cosenza, Fabio Olmi, Alessandro Pezzini, Daniela Sorgente *

fabio.olmi@gmail.com

Riassunto

Questo contributo costituisce il proseguimento di quello apparso sul n.1/2012 di questa rivista (I- Il progetto) e sviluppa la narrazione del docente che ha realizzato il percorso quest'anno con la propria classe seguendo ormai una consuetudine espositiva già sperimentata con successo in precedenti nostri contributi. Lo sviluppo del percorso ha comportato l'impiego di circa 10 ore di tempo-scuola e un'intera giornata per l'uscita sul campo. Da segnalare una buona collaborazione tra diversi docenti coinvolti nella realizzazione del percorso e un costante interesse da parte degli alunni e buoni-ottimi risultati da loro riportati. Due precedenti sperimentazioni sono state realizzate lo scorso anno e ne viene dato conto in appendice

Abstract

This paper follows the previous one that has been published in the issue n. 1/2012 of this magazine (I- The project)..Here the authors describe the development of a project carried out in cooperation with students in the current year. The method used is the same successfully tested in our previous education itinerary. Ten hours of school-time and one full day for field work were necessary to fulfill the whole project. A good collaboration among the teachers involved in the project was obtained and the students showing a constant interest achieved positive results. Two performances of the same project were also completed last year, they are reported in the appendix.

L'insegnante racconta...

Fase 1- Creiamo un contesto di senso

17 aprile 2012 – 1 ora

La lezione si svolge nell'aula della scuola dove è disponibile una lavagna interattiva multimediale (LIM) collegata ad un PC con la connessione alla rete internet.

Il percorso inizia lanciando la parola chiave "territorio" attraverso un brain storming centrato sul significato della parola, sul suo uso corrente, sulle immagini evocate da tale parola.

Dagli alunni sono emersi gli interventi più disparati: dal territorio del gioco del risiko, al cane che marca il territorio, territorio in senso puramente geopolitico ma anche osservazioni attinenti all'aspetto fisico (montagnoso, collinare, pianeggiante, etc..). A questo punto ho proposto di approfondire mediante una ricerca di immagini nel web con la parola "territorio".



Figura 1



Figura 2



Figura 3

Sono comparse sulla lavagna moltissime immagini di paesaggi...tra questi ho scelto di indirizzare la discussione su quelli che meglio permettevano di evidenziare la trasformazione del paesaggio mediante antropizzazione, in contrasto con il paesaggio naturale evolutosi spontaneamente.

*Si tratta del Gruppo di Ricerca e Sperimentazione Didattica di Firenze coordinato dal prof. F.Olmi.

Hanno collaborato alla sperimentazione di quest'anno i seguenti colleghi del prof. Pezzini: Antonio Baratta (Tecnica), Barbara Cuda (Lettere), Cristina Aiazzi (Arte)



Figura 4



Figura 5



Figura 6

In alcune delle immagini riportate appaiono evidenti gli interventi umani che hanno plasmato il territorio, dalla presenza di zone urbanizzate a coltivazioni, a differenza di altre foto in cui appaiono paesaggi apparentemente incontaminati.

Gli alunni non hanno avuto difficoltà a seguirmi in tali considerazioni. Allora ho domandato loro: nei paesaggi dove è presente antropizzazione, come sarebbe secondo voi il paesaggio se l'uomo non vi avesse messo mano? Quali delle foto proposte si assomiglierebbero senza l'azione umana?

A questo input gli allievi sono rimasti un po' interdetti, non sapendo bene a cosa riferirsi per rispondere. Tra le foto qualcuno ha associato la 2 con la 1, ma senza troppa convinzione perché le piante sembravano troppo differenti...

Certo che queste considerazioni sono apparse anche agli alunni assai approssimative, perché da foto come queste non si può capire certo di che tipo sono le piante e poter dire quindi se quella boscaglia è o non è effettivamente compatibile con la vegetazione dell'altra foto....Francesco ha detto: "bisognerebbe poter andare a vedere da vicino, ma è impossibile!"

Effettivamente, ho risposto, è impossibile poter "entrare" nei paesaggi di queste foto sparsi un po' per il mondo, ma su una cosa hai ragione: se vogliamo conoscere un territorio è necessario "calarsi dentro" per osservarlo da vicino, vedere le sue forme antropiche e naturali, gustare i suoi colori, sentire i suoi profumi...

Poiché noi abitiamo in Toscana, ritengo che possa essere interessante *andare alla scoperta del territorio della nostra Regione*. Però la Toscana offre parecchi territori, anche molto diversi tra loro, e dovremo scegliere, non vi pare? Giulia ha subito parlato della zona dell'Abetone dove ha la casa di montagna, mentre Mirko ha nominato la Maremma studiata alle elementari e molti hanno nominato vari luoghi di mare.. Ma quale territorio occupa il "cuore" della Toscana? Come si presenta la nostra Regione proprio vicino al nostro capoluogo? Niccolò ha detto un po' provocatoriamente: non c'è nulla....campagna e basta! Qualcun altro ha detto: "No, ci sono le colline con i cipressi, le viti e gli olivi!". Bene, vediamo allora di andare alla scoperta del territorio del Chianti con la nostra prossima uscita ...Vedrete che scopriremo molte cose interessanti!

Nel frattempo per la prossima volta fate una piccola indagine sulle tre piante nominate dalla vostra compagna: il cipresso, la vite e l'olivo. Della vite e l'olivo potete anche riportare quegli argomenti che avete sviluppato con il vostro insegnante di tecnologia quando avete studiato le tecniche di produzione dell'olio e del vino.

19 aprile 2012 – 1 ora

"Chi di voi ha una casa in campagna? " esordisco. Sara: " Io ci abito in campagna, abito vicino a San Vincenzo a Torri!" Ed io: "allora sicuramente in giardino avrai di quei grossi vasi rosso-mattone o grosse giare...." E lei: "Certo, ne ho tanti". Cristian: "Per avere di questi vasi non c'è mica bisogno della casa in campagna, ce ne sono tanti anche in città!" "E' vero, rispondo, e non solo vasi; di quel materiale troviamo mattoni, pavimenti, e addirittura statue, piatti ornamentali....tuttavia questo stile "rustico" è tipico dei casolari di campagna non trovate? Quando martedì andremo in gita potrete osservare anche queste cose...So che con la prof.ssa di Arte avete imparato che dalle nostre parti l'argilla è stata per molto tempo utilizzata per creare anche oggetti d'arte."Gli alunni, tra i vari esempi, fanno riferimento all'arte dei della Robbia, ricordando alcune loro opere. Faccio presente tuttavia che la ceramica "robbiana" veniva invetriata. Chiedo agli alunni se sanno come vengono fabbricati oggetti dall'argilla.

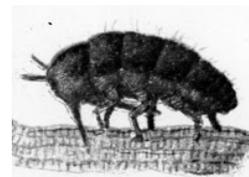
Tutti mostrano di sapere che vengono fabbricati facendo cuocere l'argilla; tuttavia chiedendo la temperatura alla quale avviene tale cottura emergono risposte molto varie...dai 150 gradi ai 5000 gradi! Ebbene...ho anticipato agli alunni che avranno la possibilità di visitare una delle fornaci di Impruneta dove la cottura avviene ancora in un forno a legna tradizionale a volte di stile romano. Ho precisato poi che le temperature di cottura si aggirano attorno ai 1000-1100 gradi.

Successivamente ho chiesto agli alunni di leggere ciò che avevano riportato sui loro quaderni riguardo all'olivo e alla vite affrontate nelle lezioni del professore di tecnologia. Erano state affrontate le caratteristiche della pianta di vite, le differenze tra vari vitigni e il riconoscimento di alcuni di essi attraverso l'osservazione della foglia in riferimento alla

profondità dei seni e dall'ampiezza dei lobi. Si è discusso poi della tecnica dell'innesto e di come essa sia stata utilizzata nel secolo scorso e venga tuttora utilizzata per far sviluppare le viti nostrane innestandole su vite americana resistente agli attacchi della Fillossera.

Siamo andati sul web a cercare la foto della fillossera. (Vedi immagine a fianco)

Abbiamo poi parlato delle tecniche di produzione del vino dalla pianta alla bottiglia e ho approfittato per consegnare a ciascun alunno la scheda sul vino (presentata in appendice nel primo contributo). Ho spiegato agli alunni le tecniche che permettono di determinare il grado alcolico nel vino e riconoscere gli zuccheri presenti nel mosto. Infine sono stati riassunti i passaggi per la produzione dell'olio come è stato spiegato nelle lezioni di tecnologia.



E' rimasto appena il tempo di dire agli alunni cosa portare nel giorno dell'uscita per campionare le piante ed il terreno del territorio che saremmo andati a scoprire: palette da giardiniere, buste di plastica, pennarelli indelebili, guanti da lavoro, forbici, macchina fotografica, scarpe e giacca impermeabili... perché le previsioni dicono pioggia!

Come compito per casa ho assegnato un'indagine un po' più estesa sulla Fillossera e sul personaggio "inventore" del vino Chianti Classico, il Barone Bettino Ricasoli.

Fase 2 – Esploriamo il territorio del Chianti

24 aprile 2012 – Uscita didattica (intera giornata)



Fig. 7 - Lavorazione manuale di un vaso di argilla ad Impruneta

La pioggia battente del mattino ha messo in apprensione un po' tutti per il timore di non essere in grado di scendere nella boscaglia a prelevare i campioni e dover lasciare inutilizzati i materiali preparati negli zaini. Tuttavia al mattino erano previste le visite guidate alla fornace del cotto e alla villa-fattoria "Le corti" a San Casciano (FI) dove avremmo visto non solo vigneti e oliveti ma visitato anche le cantine ed il frantoio. Il tempaccio ed i vetri del pullman appannati non invogliavano alla visione del paesaggio. Siamo arrivati all'Impruneta alla fornace d'arte del signor Mariani: era lì ad attenderci e ci ha condotto subito dentro il capannone dove alcuni operai stavano modellando dei vasi con le loro mani. (Fig. 7)

Il signor Mariani ci spiega che la fornace fu aperta da suo nonno al ritorno dalla prima guerra mondiale. Evidentemente l'arte della terra cotta aveva origini molto antiche ma il signore lì presente era per noi un esempio di come un mestiere

antico, artigianale, manifatturiero si possa tramandare di generazione in generazione rimanendo immutato nel modo di operare, ma mantenendo tuttavia un grande apprezzamento ancora oggi.

Il signor Mariani ci dice che il segreto del pregio del cotto dell'Impruneta sta nella terra: un'argilla dalla composizione così particolare da conferire ai manufatti caratteristiche di resistenza e refrattarietà uniche, come pure quel colore rosso così apprezzato nel mondo. Dopo averci mostrato il mucchio di argilla secca con cui tutte le mattine viene preparato l'impasto con una vera e propria impastatrice, la nostra guida ci spiega alcune tecniche di fabbricazione a mano: come la tecnica a colombino, o a calco o a lastre con cui si possono realizzare le festonature a mano. Inoltre ci mostra come si fanno i comuni mattoni da costruzione (con un semplice stampo), la cui produzione è massiccia, e ci spiega che questi sono anche gli oggetti ideali per riempire completamente il forno ad ogni cottura per garantire la stessa temperatura in tutta la camera.

La visita del forno, il cuore della fornace, ha molto stupito gli allievi: il grande camino appena fuori dalla bocca della fornace, la camera sottostante dove viene bruciata la legna, la struttura ad archi a sostenere un telaio di mattoni su cui vengono appoggiati gli oggetti da cuocere. (Fig. 8)



Fig. 8 - Storico forno a legna per la cottura dell'argilla

Purtroppo al termine della visita, la pioggia ancora scrosciante ci ha impedito di fare un giro per il cortile per ammirare le numerose opere d'arte in esposizione o in attesa di essere consegnate a qualche cliente e così, ringraziando il sig. Mariani per la visita veramente interessante, abbiamo raggiunto il pulmino.

Poiché eravamo in anticipo sulla nostra tabella di marcia abbiamo potuto visitare la piazza dell'Impruneta e sottolineare l'importanza storica del borgo con il celebre santuario di Santa Maria che custodisce all'interno opere di Luca della Robbia.

Alle ore 11 siamo arrivati a villa "Le Corti" e abbiamo potuto ammirare le coltivazioni a vite ed ulivo (Fig. 9), ed anche alcune cascate con la tipica colombaia.



Fig. 9 - Coltivazioni a vite ed ulivo di "Villa le Corti" a San Casciano.

La nostra guida era pronta per accompagnarci a visitare le cantine ed il frantoio della villa. Mentre la ragazza parlava dei vitigni coltivati, Sangiovese, Canaiolo e Colorino, Francesco chiede informazioni riguardo al Colorino perché non si ricordava di averne sentito parlare durante le lezioni di Tecnologia: la nostra esperta risponde che si tratta di un vitigno di sicura origine toscana, detto il *Colorino di Valdarno*, che è riconoscibile per le foglie e i tralci con evidenti sfumature rossastre e per la buccia dell'acino abbondantemente colorata (da cui il nome) e che è utilizzato per rinforzare il colore del Chianti. All'inizio abbiamo visitato la stanza della pigiatura meccanica con i tini di acciaio dove, per vari giorni (fino a 18), avviene la fermentazione e, con l'ausilio di bracci meccanici semiautomatici, si effettua la follatura, cioè la rottura del cappello di bucce che si forma in superficie, affinché tali bucce, permanendo nel mosto, possano conferire le volute colorazioni al vino e la fermentazione prosegue.



Fig. 10 - Le botti (barriques) in rovere francese

Siamo passati poi alle cantine che contenevano moltissime botticelle (barrique) tutte disposte in file ordinate. (Fig. 10). Nella cantina (con il grande stemma della famiglia dei Principi Corsini), la guida ci parla dei tre vini prodotti dall'azienda dei quali il "Don Tommaso" è il vino più pregiato e quindi anche il più costoso: la cantina, infatti, non è associata al consorzio "Chianti Classico" e produce in proprio. Alla vista delle botticelle di rovere francese, gli alunni hanno fatto molte domande, come ad esempio: quanto tempo sta il vino dentro le botti? Alla fine le botti vengono riutilizzate? Il vino dentro le botti può ammuffire?... La guida ha risposto che il Don Tommaso, ad esempio, permane dentro le botti per 20 mesi e poi ancora 8 mesi in bottiglia, mentre il "Cortevicchia" permane per 15 mesi nelle barrique e solo 6 mesi in bottiglia.

Infine siamo passati nella stanza della "vestizione" delle bottiglie: un sistema di macchinari automatizzati che attacca le dovute etichette e il "cappuccio" e rende il prodotto finito, pronto per essere venduto.

Molto più breve è stata la visita al frantoio: si tratta di un'unica stanza che contiene i macchinari necessari alla frangitura delle olive fino all'ottenimento dell'olio. Nel centro della sala è posta una grande macina, ma ci è stato spiegato, rappresenta solo un cimelio ed lì per bellezza...in realtà la frangitura avviene "a freddo" in un macchinario molto più piccolo che consegna direttamente il miscuglio olio-acqua pronto per essere centrifugato al fine di ottenere l'olio extravergine di oliva puro. tutti i pezzi dei macchinari del frantoio erano smontati e puliti, pronti per essere utilizzati il prossimo autunno.

Abbiamo poi visitato il locale dove viene conservato l'olio, l'orciaia con i tipici orci di terracotta. (Fig.11)

Conclusa la visita, passando ai margini di uno splendido giardino all'italiana, siamo entrati nella sala dei ricevimenti della Villa dove abbiamo consumato lo spuntino (pranzo!) con affettati ed una pasta al ragù di cinghiale, anch'esso assiduo frequentatore del territorio del Chianti!

Dopo aver pranzato, fortunatamente la pioggia è cessata e abbiamo potuto recarci nei luoghi prescelti per il campionamento.

Gli alunni hanno svolto i loro compiti con precisione, mostrando molto entusiasmo in ciò che stavano facendo. Hanno prelevato vari campioni di suolo (Fig.12) e la maggior parte delle varietà di piante presenti nel territorio (Fig 13,14), aiutati anche dai fiocchetti di nastro colorato che il giorno precedente avevo posizionato sulle piante che imprescindibilmente avrebbero dovuto prelevare. In fondo al sentiero che abbiamo percorso c'è un lago per irrigazione che gli alunni hanno girato fino a



Fig. 11 - L'orciaia



Fig. 12 - Campionamento del suolo



Fig.13 - Campionamento delle piante: taglio e classificazione del rametto.



Fig.14 - Alunni "a caccia" di piante

raggiungerne la sponda opposta. Da questa, oltre l'argine, hanno potuto osservare vaste coltivazioni di vite sia a giro-poggio che a ritto-chino e abbiamo discusso sui relativi vantaggi e svantaggi di queste modalità di coltivazione.

Dopo il campionamento ci siamo diretti verso Montefioralle, un borgo molto caratteristico e ben conservato sulla cima di un piccolo colle, dove l'insegnante di Storia che ci accompagnava ha potuto approfondire le lezioni sui castelli medievali e sul ruolo che essi hanno avuto nella evoluzione fisica del territorio. Da Montefioralle siamo scesi infine a Greve, dove il nostro giro si è concluso con la visita della celebre piazza triangolare dedicata al famoso navigatore ed esploratore Giovanni da Verrazzano.

Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti – Il Parte

Sono ormai circa le quattro e mezza del pomeriggio e il giro si è concluso, ma non il nostro lavoro....Infatti, tornati a scuola, abbiamo avuto un'ora di tempo per sistemare i campioni di piante tra fogli di giornale e schiacciarli con alcuni libri tra i più pesanti, ed inoltre per riporre una parte del campione di suolo in frigorifero e per stendere l'altra parte sui giornali per effettuarne l'essiccamento.

Fase 3- Preparazione dei campioni di suolo ed effettuazione delle analisi

26 aprile 2012 – ¾ ora

Sono stati cambiati i fogli di giornale ai campioni di alberi ed arbusti, è stato rigirato e ancora sminuzzato il campione di suolo in fase di essiccamento (Fig. 15), poi è stata data lettura della scheda-guida per le analisi sul suolo spiegandone le varie fasi.

Il programma per la prossima lezione sarà infatti: divisione della classe in due gruppi (esecuzione delle analisi in doppio) ed inizio delle analisi sul suolo.



Fig. 15 - Campione di suolo lasciato ad essiccare su foglio di giornale

3 maggio 2012 – 1e 1/2 ora

Appena entrato in classe molti allievi si sono accertati che li avrei portati nell'aula di scienze....erano molto impazienti di andare a vedere i loro campioni e di iniziare le analisi sul suolo. La prima operazione è stata quella di setacciare il suolo ormai completamente essiccato (Fig.16).



Fig.16 - Setacciatura del suolo essiccato

La quantità di suolo a nostra disposizione ci consentiva di eseguire le analisi in doppio e quindi gli alunni hanno lavorato, come abbiamo accennato, suddivisi in due gruppi. Rapidamente sono state pesate le quantità di suolo fresco (conservato in frigo) da utilizzare per l'analisi dell'umidità. E' stata utilizzata una piastra elettrica per dare calore al suolo alloggiato dentro un beker di pyrex su una rete di ferro (per distanziarlo dal contatto diretto con la piastra).

Gli alunni mantenevano mescolato il terreno durante la fase di riscaldamento. La Tab.1 riporta i risultati ottenuti:

Tab 1- Determinazione dell'umidità del suolo

	P tara	P campione + P tara	P campione fresco	P campione secco + tara	P campione secco	P acqua	% umidità = P acqua / P campione fresco x 100
Gruppo 1	255,5 g	295,5 g	40 g	284,3 g	28,6 g	11,4 g	28,50%
Gruppo 2	260,3 g	320,3 g	60 g	304,5 g	44,2 g	15,8 g	26,30%

Mentre alcuni alunni controllavano l'andamento del riscaldamento altri si sono dedicati alla determinazione della porosità: in due cilindri da 100 ml sono stati introdotti 50 ml di suolo setacciato e successivamente 70 ml di acqua. Lo stesso è stato fatto con la sabbia asciutta per confrontare le due porosità. Gli alunni hanno avanzato un'ipotesi: erano convinti che la porosità maggiore sarebbe stata quella della sabbia. Le Tab.2a e 2b forniscono i risultati della determinazione

Tab. 2a- Determinazione della porosità del suolo

	SUOLO		
	V finale (Vf)	V spazio vuoto (Vs) = 120 - Vfinale	% porosità = Vs/50 x 100
Gruppo 1	90 ml	30 ml	60%
Gruppo 2	90 ml	30 ml	60%

Tab.2b- Determinazione della porosità della sabbia

	SABBIA		
	V finale (Vf)	V spazio vuoto (Vs) = 120 - Vfinale	% porosità = Vs/50 x 100
Gruppo 1	98 ml	22 ml	44%
Gruppo 2	100 ml	20 ml	40%

Trascorsi circa 15 minuti dall'inizio del riscaldamento, il suolo ha smesso di "fumare".

Dopo circa 20 minuti la piastra con i due beker è stata spenta e, dopo circa altri 20 minuti di raffreddamento sono stati pesati nuovamente.

Riflettiamo e cerchiamo di interpretare i risultati ottenuti

I valori dell'umidità del nostro suolo sono stati tra loro leggermente diversi: se questo può essere dovuto ad errori commessi nella misura, non si può però ignorare che il suolo non è omogeneo e il prelievo in due punti diversi può fornire valori diversi della misura. Il valore medio della misura dell'umidità di circa il 27% è un valore elevato se confrontato con i due estremi di riferimento: un suolo essenzialmente sabbioso ha un'umidità inferiore al 10% mentre un suolo essenzialmente argilloso può superare il valore del 40% e ci suggerisce che il nostro suolo è assai argilloso. Tale valore, poi, ci dice anche che la fertilità del suolo è discreta.

Ma da cosa dipende la capacità del suolo di trattenere acqua? Questa capacità del suolo di trattenere più o meno acqua dipende dalla *natura* e dalla *dimensione* delle particelle di cui è composto. Si chiama *porosità* la frazione del volume di suolo non costituito da materiale solido. I pori, però, possono essere molto piccoli (micropori) o assai grandi (macropori): la sabbia, come abbiamo visto, ha porosità inferiore a quella del nostro suolo perché in essa prevalgono i grandi pori (che non trattengono acqua) mentre nel nostro suolo prevalgono i micropori che conferiscono ad esso valori elevati di porosità. L'acqua viene trattenuta essenzialmente dai micropori per cui si comprende il valore elevato di umidità misurato sul nostro suolo rispetto a quello che si avrebbe per la sabbia. E' chiaro che l'elevata umidità costituisce un fattore molto importante per la vita delle piante.

Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti – Il Parte

Tra le varie determinazioni sul suolo, avevamo previsto nella scheda anche la determinazione del pH. Molti alunni avevano sentito nominare il pH alla TV nelle pubblicità di alcuni saponi. Naturalmente ho lasciato che esprimessero le loro domande ed osservazioni...”che vuol dire pH di preciso?”, “...io ho sentito parlare di pH neutro”, “...anche nell’etichetta dell’acqua c’è scritto pH..... A questo proposito ho precisato ai miei alunni che per sapere esattamente di cosa si tratti avrebbero dovuto attendere ancora qualche anno, tuttavia per adesso avrebbero potuto accontentarsi di sapere che il pH è la misura di una delle caratteristiche, ad esempio, di un miscuglio liquido ed esprime col suo valore il “grado” di acidità. Ho fatto alcuni esempi di miscugli acidi come il succo di limone o l’aceto o al contrario basici come l’acqua saponata o il bicarbonato; ho detto che quando l’acidità o la basicità sono elevate possono anche recare danni (a volte importanti) ai nostri tessuti (sia in senso di vestiario che in senso biologico!). Infine ho specificato che l’acqua distillata (tenuta in un recipiente ben chiuso) è l’unico liquido che è neutro, né acido, né basico.. e il suo pH misura 7; per valori inferiori a 7 il pH indica “acidità”, via via sempre più spiccata man mano che il valore diminuisce; mentre per valori maggiori di 7 basicità sempre più spiccata man mano che il valore aumenta.

“Ed ora occupiamoci del nostro terreno: leggiamo la scheda e seguiamo le indicazioni per determinarne il pH....”

Pesati 25 g di terreno asciutto setacciato e posti in un beker con 100 ml acqua distillata (pH=7), abbiamo mescolato bene, abbiamo coperto con pellicola trasparente da cucina e l’abbiamo riposto sulla mensola del banco da lavoro. La prossima volta ci occuperemo della misura, perché occorre lasciare che molte sostanze presenti nel terreno si sciolgano nell’acqua.

Stiamo eseguendo la determinazione del pH del suolo perché questo è legato al tipo di piante che poi possono crescere su di esso: alcune vivono meglio in suoli a pH acido, altre in suoli a pH basico. Ad esempio, i lupini spontanei, il mirtillo, le eriche, il faggio si trovano su suoli acidi. Invece le graminacee e in genere le leguminose preferiscono suoli basici (solitamente calcarei).

Ci sono anche piante spontanee indifferenti al tipo di suolo che possono ritrovarsi indifferentemente sia su suoli acidi sia su suoli basici, come il rosmarino.

Sono rimasti 10 minuti prima del suono della campanella per discutere con gli alunni il concetto di percentuale...ho chiesto loro di osservare bene i risultati ottenuti con l’umidità. Abbiamo ottenuto una umidità del 27%: su 100 g di terreno fresco, abbiamo scoperto che 27 g erano di acqua. Come compito a casa ho dato la consegna agli alunni di disegnare un rettangolo costituito da 100 quadretti e colorarne 27 di colore azzurro, mentre i restanti 73 di marrone. Poi disegnare un rettangolo di 50 quadretti e stabilire quanti quadretti colorare di blu, ed infine fare un rettangolo di 5 quadretti e fare la stessa cosa.

8 maggio 2012 – 1 ora

Per prima cosa abbiamo lavorato sul compito per casa sulla percentuale...alcuni non sono stati in grado di terminare da soli il lavoro a casa. Mentre la soluzione del secondo rettangolo è risultata intuitivamente afferrabile, il terzo rettangolo ha messo in difficoltà molti alunni. Con un piccolo aiuto tutti hanno alla fine compreso che su 5 quadretti avrebbero dovuto colorare 1,35 quadretti di colore azzurro...cioè poco più di un quadretto!

Sotto ogni rettangolo abbiamo eseguito la divisione tra la quantità di quadretti azzurri e il numero totale di quadretti e abbiamo visto che il risultato era sempre 0,27.

Infine per esercitazione ho consegnato il problema: “Supponiamo di avere 35 kg del nostro suolo...calcolare la quantità d’acqua presente in esso”.

Dopo quanto detto, molti alunni hanno pensato correttamente di eseguire l’operazione $35 \text{ kg} \times 0,27$.

Non dimentichiamoci, però, che sulla mensola del banco di lavoro c’è il becker con il suolo e l’acqua per la misura del pH. Ho presentato allora agli alunni il nostro “strumento” per determinare approssimativamente il pH: la cartina indicatrice universale...ho fatto loro presente che non si trattava di un vero e proprio strumento di misura, bensì solo di un indicatore del grado di acidità o basicità di un miscuglio liquido. Immergendo una bacchetta di vetro ben pulita nel liquido del bicchiere e depositandone una goccia sulla cartina, abbiamo potuto osservare una colorazione verde scuro tendente al blu, che al confronto con la scala colorimetrica ci ha condotto ad assegnare al nostro suolo un valore di pH compreso tra il sette e l’otto. Il pH del suolo prelevato è risultato pertanto leggermente alcalino.

Come Giulia ha fatto notare, sulla scheda era presente un’ultima esperienza da eseguire: la determinazione della permeabilità...il suolo fresco rimasto però non era molto, e Francesco era un po’ pessimista...secondo lui non avevamo i 200 grammi necessari. Invece, dopo avere pesato, abbiamo constatato che era sufficiente per almeno una prova. Per questo, abbiamo eseguito solo una prova per confronto con la sabbia. Ho preparato l’apparato per l’esperienza ed i filtri ed ho riempito gli imbuti con i 200 g di terreno e di sabbia.

Alessandro è stato il nostro cronometrista ufficiale e ha fatto partire il tempo dopo che Jennifer e Martina, contemporaneamente, hanno versato i 100 ml di acqua in ciascun imbuto.

Appena Alessandro ha comunicato che erano trascorsi 5 minuti precisi, sono stati tolti gli imbuti dai cilindri ed è stata fatta lettura dell’acqua passata.

La differenza è stata notevole: il suolo ha fatto passare solo circa 40 ml di acqua, mentre la sabbia circa 75 ml! Questo risultato ha stupito molti alunni che avevano ipotizzato il risultato contrario, immaginando che la sabbia potesse avere un effetto “spugna” maggiore di quello del terreno.

Alcuni minuti di discussione generale sulle analisi eseguite sul suolo...“A casa rimettete in ordine il quaderno, perché la prossima volta partiamo subito a lavorare sulle piante raccolte!”(Fig.17). Con queste parole ho dato appuntamento a tutti alla prossima lezione.

Fase 4- Riconoscimento delle piante

15 maggio 2012 – 1 ora

Tutti gli alunni erano molto curiosi di vedere come avrebbero ritrovato i loro rametti raccolti sul campo. In effetti dopo l'ultimo “cambio di giornale” non abbiamo più avuto la possibilità di fare altri cambi, come invece sarebbe stato necessario. Tuttavia sollevando i libri usati per fare peso, la maggior parte dei campioni erano in ottimo stato; solo alcuni erano ammuffiti e li abbiamo gettati via...comunque, di ogni specie, avevamo raccolto più di un rametto dunque il problema della muffa non ha diminuito i campioni per la nostra indagine.

Per prima cosa ho illustrato a tutti com'è fatta e come si usa la *chiave dicotomica* preventivamente preparata e congegnata appositamente per il riconoscimento delle piante presenti in luoghi del territorio del tipo di quelli esplorati. Ho precisato che l'osservazione della sola foglia, in generale, non consente un sicuro riconoscimento della pianta: occorre considerare anche altri aspetti, quali la forma e il colore dei fiori e dei frutti, il portamento, l'aspetto del tronco o dei fusti. Ho mostrato pertanto agli allievi le schede relative a molti alberi ed arbusti, anch'esse preventivamente preparate, corredate di immagini e descrizioni delle varie parti della pianta.

Come metodo di lavoro avevo suggerito di tentare un primo riconoscimento della pianta con la chiave dicotomica e poi confrontare l'ipotesi-risultato con gli elementi presenti sulla scheda (quelli che era possibile confrontare...cioè le foglie e talvolta i fiori, l'aspetto dell'albero o dell'arbusto). Una volta che un riconoscimento fosse stato effettuato e convalidato, il campione sarebbe stato posto in un porta-inseriti trasparente con il nome della pianta scritta sopra con pennarello indelebile. Date tutte le indicazioni, ho diviso la classe in 4 gruppi di lavoro e ho invitato ad iniziare i riconoscimenti.

Gli alunni si sono tuffati dentro le chiavi dicotomiche e sono immediatamente iniziate le discussioni tra loro (Fig. 18)...“Com'è qui il margine? Intero o seghettato? E la base di questa foglia? Simmetrica o asimmetrica?...” Infatti non sempre è così semplice prendere una decisione. Ho consigliato di intercettare tutti i campioni della stessa pianta e di fare le valutazioni osservando più foglie possibile anche di rametti differenti della stessa pianta. Quasi tutte le denominazioni delle parti della foglia erano note agli alunni perché sono pure presenti sul libro di testo ed avevano avuto il compito di studiarle.

Alcune però hanno dato adito a domande: Verticellate? Sessile? Base a cuneo o asimmetrica? Squamiforme? E lo strobilo? Ad ognuna di queste domande ho dato risposta agli allievi in modo che potessero agevolmente procedere con il loro lavoro.

Improvvisamente, con un moto di disappunto da parte della classe, è suonata la campanella...abbiamo dovuto rimandare il resto del lavoro alla settimana successiva.

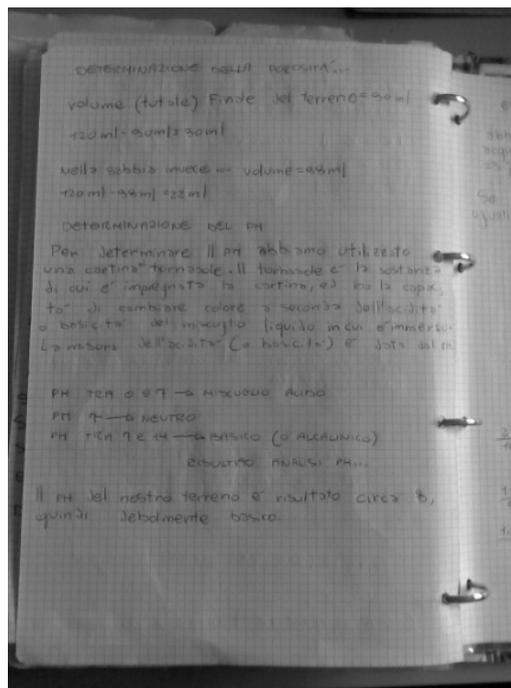


Fig. 17– Appunti sulle determinazioni della porosità e del pH del suolo



Fig. 18 – Alunni che discutono per il riconoscimento delle piante

24 maggio 2012 – 1 ora

Il lavoro è ricominciato spedito e senza intoppi...ormai gli alunni sapevano bene come dovevano operare. Dopo circa mezz'ora quasi tutte le piante erano state riconosciute tranne un paio di campioni rimasti sconosciuti. Poiché nella nostra scuola è presente la rete wi-fi, con un pc portatile, in tempo reale, abbiamo eseguito un'indagine riguardo ai campioni rimasti incogniti, digitando le caratteristiche della foglia e del fiore che fortunatamente era presente in entrambi i casi. Dopo circa una ventina di minuti di ricerche solo una pianta è stata individuata...era l'erba cornetta!! L'altra è rimasta incognita.

Infine, per celebrare l'impresa, tutti i campioni riconosciuti sono stati distesi sul tavolo (Fig. 19) e l'insegnante ha scattato una festante foto di gruppo (Fig. 20).

Sono stati riconosciuti i seguenti alberi: Acero campestre, Cerro, Cipresso, Olmo campestre, Frassino, Leccio, Roverella, Ulivo. Oltre a questi abbiamo riconosciuto anche la Betulla, il Pioppo bianco ed il Salice che si trovavano nelle immediate vicinanze del laghetto in fondo al viottolo. Ho spiegato che tali piante sono idrofile, non si può dire che siano caratteristiche del Chianti, ma non è raro trovarle in siti ricchi d'acqua, come nei pressi di fiumi o laghi.

Tra gli arbusti abbiamo riconosciuto il Ginepro, la Ginestra, il Biancospino, il Corbezzolo, l'Erica, il Cisto, la Piracanta, la Rosa canina, la Sanguinella, il Sorbo degli uccellatori, il Pungitopo ed infine l'Erba cornetta!



Fig. 19 – Campioni di piante riconosciute



Fig. 20 – Festante foto di gruppo

Fase5- Riepilogo e verifica

29 maggio – 1 ora

In aula di informatica abbiamo visionato tutte le foto e abbiamo dedicato l'intera ora alla revisione di quanto avevamo fatto e al ripasso di tutti gli argomenti; gli alunni hanno mostrato una sincera soddisfazione per tutto il percorso fatto insieme. Ho raccomandato loro, alla fine, di mettere in ordine i quaderni perché sarebbero stati raccolti un po' alla volta per la valutazione dell'intero lavoro insieme ai risultati ottenuti dalla prossima verifica.

31 maggio – 1 ora

Verifica e suoi risultati

E' stata messa a punto una verifica costituita quasi unicamente da domande aperte (14) con spazi di risposta preordinati e risposte criterio esplicite. La sua revisione ha dato i seguenti risultati:

Insufficiente : voto 5 (3 alunni) : tali prove hanno evidenziato che la maggior parte dei contenuti del percorsi non sono stati appresi. Solo ad alcune domande, le prime, è stata data risposta, ma in modo generico. Lasciate in bianco tutte le domande relative alle determinazioni.

Qualche accenno al cotto e all'olio e al vino ma in modo molto generico.

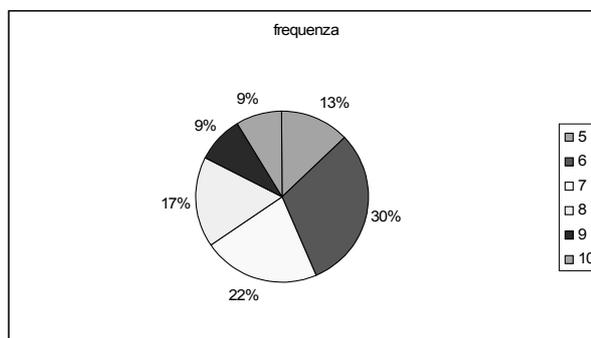
Sufficiente : voto 6 (7 alunni) : A quasi tutte le domande è stata data risposta anche se, talvolta, in modo generico. La prova mostra che i contenuti del percorso sono stati appresi nelle linee essenziali.

Buono : voto 7-8 (9 alunni) : La prova mostra che tutti i contenuti del percorso sono stati appresi. Quasi tutte le risposte sono state efficaci, riportando tutti i passaggi operativi dell'esperienza vissuta seppure in modo sintetico.

Ottimo: voto 9-10 (4 alunni) : Dalla prova emerge un grado di apprendimento molto elevato. Tutte le risposte sono sviluppate con dovizia di particolari avendo messo in evidenza tutti gli aspetti significativi del percorso con molti riferimenti all'esperienza sul campo.

Nei dettagli:

VOTO	FREQUENZA
5	3
6	7
7	5
8	4
9	2
10	2



PS. Una curiosità: La domanda numero 1 è stata sbagliata solo da un alunno, peraltro di fascia media. Questo alunno all'ultimo momento non venne alla gita. Secondo me questo dato avvalorava ancora di più l'importanza di sperimentare direttamente il territorio per rendere efficace la sintesi dei vari concetti. E la domanda 1 forse non è così banale come può sembrare... forse diventa banale solo dopo esserci stati!

Concludendo: dal controllo dei quaderni di lavoro degli alunni, dagli appunti che l'insegnante ha preso in alcuni momenti cruciali del percorso e dai risultati ottenuti dalla verifica si può concludere che sono stati ottenuti buoni-ottimi risultati dalla maggior parte degli alunni.

Ringraziamenti

Vogliamo qui ringraziare la prof.ssa Marta Mariotti, botanica dell'Università di Firenze, per i preziosi consigli forniti sulla stesura della chiave dicotomica per il riconoscimento delle piante e sulle modalità di lavoro generali.

Appendici

Appendice 1

Le due precedenti sperimentazioni

L'esperienza che qui abbiamo illustrato, seguendo il criterio già collaudato in precedenti sperimentazioni, della narrazione delle attività sviluppate di volta in volta con gli alunni, è stata preceduta lo scorso anno scolastico 2010-2011 da due sperimentazioni del percorso realizzate in altre scuole. Queste precedenti esperienze, di cui qui diamo brevemente conto, hanno conseguito buoni risultati ma hanno sviluppato il progetto originale in modo non completo per due motivi: l'aver affrontato il percorso in un periodo un po' troppo avanzato dell'anno e non aver potuto impiegare l'intera giornata per l'uscita sul campo. Le caratteristiche salienti che esse hanno avuto possono essere così sintetizzate:

- periodo delle sperimentazioni: a) dal 22 Aprile 2011 al 1 Giugno 2011; b) dal 28 Aprile al 1 Giugno 2011;
- entrambe le sperimentazioni sono iniziate con un buon lavoro di "costruzione" del contesto di senso e un accurata preparazione alle attività sul campo degli alunni creando gruppi di lavoro e dando consegne puntuali a ciascun alunno. Ciò ha determinato un comportamento da parte degli alunni serio e ordinato durante tutta l'uscita sul campo;
- ore di scuola dedicate allo sviluppo del percorso: a) 14 ore, verifica compresa; b) 12 ore, verifica compresa
- data effettuazione e tempo impiegato per l'uscita "sul campo": a) 11 Maggio (orario 8-14); b) 5 Maggio (orario 8-14,30);
- data la ristrettezza dei tempi delle uscite si sono fatte due soste nel territorio stabilito per il prelievo di campioni di piante e del suolo e si è effettuata la visita ad una fattoria; non è stato possibile visitare una fornace di "cotto" e la cittadina di Greve, la capitale del Chianti classico fiorentino;
- si sono evidenziate alcune difficoltà nell'analisi del suolo a cui è stato posto rimedio nella sperimentazione di quest'anno. Pur avendo effettuato i lavori per gruppi paralleli (gruppi piante, gruppi suolo), mentre l'identificazione delle piante raccolte è proceduta speditamente, il tempo richiesto per l'analisi del suolo è risultato superiore al previsto perché rivolto a tre distinti campioni prelevati mentre sarebbe stato opportuno riunire in un unico campione e su questo procedere poi alle relative analisi;
- una volta terminati i lavori in aula ciascun gruppo ha relazionato alla classe la natura del proprio lavoro e i risultati ottenuti;

Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti – Il Parte

-per vari motivi oggettivi non è stato possibile realizzare una preparazione collegiale tra i colleghi di scienze e quelli di tecnologia e storia e geografia e non è stato possibile realizzare nemmeno la compresenza con gli stessi colleghi nelle ore in cui sviluppavano le rispettive parti progettate: sono stati gli allievi a relazionare sul lavoro svolto con gli altri insegnanti;

-le verifiche effettuate al termine dell'esperienza nelle due classi coinvolte, analoghe a quella presentata qui in allegato per la sperimentazione di quest'anno, hanno dato i seguenti risultati: a) un 4, due 5/6, sei 6, cinque 7, sei 8 e tre 9; b) due 4, un 5, quattro 6, sette 7, quattro 8, quattro 9;

-la valutazione dei risultati delle sperimentazioni si è fondata sul controllo dei "Quaderni di lavoro" degli alunni sull'esame delle note che gli insegnanti hanno via via raccolto in momenti caratteristici nei loro "Diari di bordo" (comportamento nell'uscita, modalità del lavoro in gruppo, esposizione dei risultati ottenuti,..) e sui risultati ottenuti nella verifica. Da tutti questi elementi è emerso con precisa evidenza il risultato tra il buono e l'ottimo ottenuto nelle due sperimentazioni.

Appendice 2

Questionario di verifica

Data.....

Nome e cognome.....

Classe.....

Voto.....

Questionario di verifica di scienze naturali, sperimentali e tecnologia

1) Osserva le foto dei seguenti paesaggi descritti di seguito: quali di questi ti sembra possessa le caratteristiche tipiche del territorio del Chianti che abbiamo in parte attraversato?

A



B



C



D



- A E' un territorio montagnoso; è coperto da boschi di castagni e abeti; è percorso da torrenti molto ricchi di acqua.
 B E' in gran parte collinare; è ricco di coltivazioni di noccioli e mandorli alternati a piccoli boschi; non è molto ricco di acque.
 C E' prevalentemente collinare; è caratterizzato dall'alternarsi di piccoli boschi di quercia, di viti e olivi; non è ricco di acque.
 D Si tratta di un territorio essenzialmente pianeggiante; si alternano piccoli boschi, filari di pioppi, coltivazioni di alberi da frutta (peschi, ciliegi, peri,...), viti e campi di grano e granturco, sono presenti frequenti canali di irrigazione.

2) In base a quanto studiato, spiega come si distingue un albero da un arbusto.

.....

3) Osserva le foglie delle piante delle seguenti immagini e riempi la tabella che segue:



A



B



C



D

	Lobate / Non lobate	Alterne / Opposte	Picciolate / Sessili	Base simmetrica / Asimmetrica	Semplici / Composte	Margine intero/ Margine seghettato
A						
B						
C						
D						

4) Per il riconoscimento delle piante che abbiamo incontrato nel nostro percorso avete fatto uso di una chiave dicotomica: descrivi come si utilizza una chiave dicotomica

.....

5) Per il riconoscimento delle piante che abbiamo incontrato nel nostro percorso avete fatto uso di schede preparate in precedenza dall'insegnante: quali sono le cinque caratteristiche della pianta descritte in ciascuna scheda che sono importanti ai fini del riconoscimento?

.....

Leggere il paesaggio: alla scoperta del Chianti – Il Parte

6) In ciascuno dei punti di sosta che abbiamo effettuato è stato prelevato un campione di suolo:

6/1- Qual è stata la procedura che abbiamo seguito nel prelievo?

.....

6/2- Elenca le determinazioni che sono state effettuate sul suolo fresco.

.....

6/3- Come abbiamo trattato una parte del terreno per sottoporla alle successive analisi?

.....

7)- Spiega perché è importante la porosità del suolo.

.....

7/1-Quale procedura abbiamo impiegato per determinarla?

.....

8) Per lo sviluppo delle piante è molto importante il contenuto di acqua nel suolo: come è stato determinato questo contenuto nel nostro caso?

.....

9) La vite viene coltivata a filari: per quale motivo?

.....

10) In collina le modalità essenziali di coltivazione della vite sono essenzialmente due: a rittochino e a giropoggio. Quale delle due modalità ti è sembrata più diffusa dalla nostra esplorazione del territorio?

A) Rittochino; B) Giropoggio

10/1 Per quali motivi è preferita la modalità di coltivazione che hai osservato più frequente?

.....

11) Per ottenere il vino dall'uva è necessaria una lunga procedura: quali sono i momenti essenziali di questa procedura?

.....

12) Durante la visita alla cantina abbiamo visto che, per divenire pronto all'utilizzazione (maturazione), il vino può essere messo in grosse botti di cemento coibentato in vetroresina (A), o in piccole botti di rovere francese (barriques) (B) : in quale caso si ottiene un vino più pregiato?

12/1 - A B

12/2 – Spiega il motivo

.....

12/3 – In quale caso si ottiene una maturazione più rapida? Spiegate il motivo.

.....

13) Con quale processo si ricava l'olio dalle olive?

.....

14) Il territorio del Chianti in alcune zone è particolarmente ricco di un tipo pregiato di argilla: in che modo viene impiegata?

.....

Taranto: mare monstrum et finis terrae

Edoardo D'Elia

A Davos il World Economic Forum del 2007 ha stilato la classifica dei maggiori inquinatori del mondo. Il podio dei grandi inquinatori italiani si componeva così: il gradino più basso per la centrale termoelettrica di Taranto con 9 milioni di tonnellate di biossido di carbonio; il secondo posto per l'Ilva, il centro siderurgico più grande d'Europa, con 10,5 milioni di tonnellate e 7 chili annui di polveri pro capite, anch'essa a Taranto; e l'amaro primato per la centrale Enel di Brindisi-Cerano con 15,8 milioni di tonnellate di CO₂, a circa 70 km da Taranto. Taranto è il territorio più inquinato d'Europa, ma questo l'hanno sempre saputo quasi tutti. Il problema è che nei fumi di scarico dell'acciaieria non c'è solo biossido di carbonio.

Nel 1961 entra in produzione l'allora quarto centro siderurgico italiano: l'Italsider (oggi Ilva), un pezzo pregiato dell'industria di Stato. E' accolto come una vera opportunità di svolta per Taranto, permettendo un importante salto ai vertici del benessere economico dell'Italia meridionale. I migliaia di posti di lavoro creati distraggono l'opinione pubblica da quanto possa essere ingombrante e invasiva una acciaieria in piena città. E' costruita, senza cura per i piani regolatori e senza buon senso, a ridosso del quartiere Tamburi, una zona residenziale pericolosamente vicina a un polo industriale pieno di cementifici e raffinerie, che è presa d'assalto dai forestieri in cerca di un lavoro fisso nella Taranto industrializzata: gli operai si intossicano lavorando di giorno e continuano ad intossicarsi respirando di notte, come nel più classico immaginario del Dickens di *Hard Times*.

Il ricatto occupazionale induce e costringe tutti ad accettare un destino che sembra inevitabile, perché tanto tutti sanno che a Taranto senza acciaio non c'è lavoro, e bisogna pur lavorare per vivere. I polmoni anneriti, l'inquinamento che entra nella catena alimentare e minaccia la salute dei figli e dei nipoti, sembrano preoccupazioni troppo lontane a chi ha bisogno di portare i soldi a casa oggi e assicurarsi il prima possibile un salario per sopravvivere domani e la prossima settimana; l'obiettivo è portare il pane sulla tavola e del futuro se ne occuperà chi non ha necessità economiche immediate. Il problema sta nello scarto tra destino e libertà, tra sopravvivenza e salute. "Bisogna pur lavorare per vivere" è un ricatto indotto nella mente degli operai che cadono vittime, più o meno inconsapevoli, di una circuizione paradossale: se per sopravvivere serve il lavoro, ma il lavoro toglie la salute e quindi la vita, allora per sopravvivere non bisogna lavorare, ma smettere di lavorare o almeno cambiare lavoro. E se un altro lavoro è difficile da trovare (quindi il lavoro che ci è dato assume le sembianze di un inesorabile destino), la condizione necessaria per continuare a sperare è comunque essere vivi.

Negli ultimi cinquant'anni Taranto ha respirato male, senza sapere cosa c'era nella sua aria e guardandosi bene dal tentare di scoprirlo; cinquant'anni di «massicce emissioni e gigantesche omissioni» - come recita una fortunata formula del giornalista Carlo Vulpio che si è occupato del problema di Taranto in un libro del 2009 dal titolo *La città delle nuvole, nuvole bianche di pioggia e nuvole grigie di fumo* (*La città delle nuvole. Viaggio nel territorio più inquinato d'Europa*, Edizioni Ambiente, Milano, 2009). Le omissioni hanno dovuto subire una brusca frenata, (purtroppo non un arresto) solo nel 2005, quando, grazie ai rilevamenti di pochi volontari, è stata accertata la presenza massiccia di diossina: a Taranto si produce circa il 92% della diossina italiana e l'8,8% di quella europea, negli ultimi dieci anni i tumori sono aumentati del 30% e, sempre Taranto, negli ultimi quindici è diventata la prima città in Italia per numero di casi di tumore al polmone. Diossina, ma anche tanta CO₂.

Nel libro *Energia per l'astronave terra*, (premio Galileo 2009, nuova edizione aggiornata 2012) i chimici Vincenzo Balzani e Nicola Armaroli illustrano alcune caratteristiche di una fonte di energia che andrebbero prese in considerazione per fare un bilancio, ecologicamente attento, della loro vera utilità per l'uomo. Tra queste vi sono il *payback time* e l'*esternalità*. Il *payback time* di un impianto energetico è il tempo necessario affinché l'impianto restituisca l'energia spesa per fabbricarlo (esempio: per gli impianti eolici è di pochi mesi, per i pannelli fotovoltaici è di 1-3 anni, mentre per le centrali nucleari spesso non viene neanche preso in considerazione). L'*esternalità* è definita «una situazione nella quale i costi o i benefici privati dell'utilizzo di un bene o di un servizio differiscono dai costi o benefici che si ottengono per la collettività». Ora, questi criteri servono ad analizzare le fonti energetiche, dunque possono essere applicati direttamente ai dati delle emissioni della centrale termoelettrica di Taranto e alla centrale termoelettrica di Brindisi-Cerano. Mentre l'Ilva non produce energia, ma acciaio, quindi dovrebbe essere esentata da un esame che difficilmente riuscirà a superare. Tuttavia, entrambe le caratteristiche sopra menzionate possono essere utili a farsi un'idea di quanto inquinamento illegittimo esce da quei camini. Prendiamo ad esempio l'*esternalità*: all'Ilva la differenza tra i benefici privati e i costi per la collettività è enorme. Soprattutto se consideriamo che con collettività dob-

biamo intendere sia quella presente che quella futura, e ricordiamo che i proprietari che speculano sull'inquinamento e si arricchiscono con gli altiforni spesso vivono lontano dall'aria malsana.

A Taranto convivono persone che continuano a disconoscere il problema, che si fanno trascinare dalla mollezza e dallo stolto fatalismo, con altre che si impegnano per fare chiarezza e per avere giustizia. Tra questi volontari instancabili c'è chi si offre per un prelievo andando incontro all'atroce verità di essere contaminato dalla diossina, c'è chi fa rilevamenti sul luogo per analizzare l'aria, sopperendo alle profonde falle dei sistemi di controllo, e ci sono medici come il prof. Patrizio Mazza, primario di ematologia all'ospedale Moscati di Taranto che, pur non essendo pugliese, lotta tutti i giorni per salvare vite. Interrogato dal giornalista Carlo Vulpio sullo stato di salute della città risponde con tono agghiacciante: test genotossici dimostrano che la diossina è un "danneggiatore" del Dna e che le cellule danneggiate possono trasmettere il tumore in eredità. Questo comporta, in pratica, due o tre casi di leucemia a settimana, casi sempre più vari e numerosi e l'età dei pazienti sempre più bassa.

Un altro dato importante riguarda la capacità dell'organismo di assorbire la diossina. Il 98% della diossina, infatti, si assorbe per via alimentare, soltanto il 2% per via respiratoria. Tutti gli animali allevati nel territorio tarantino pascolano sulla terra contaminata dalla diossina e si intossicano esattamente come gli uomini, producendo, di conseguenza, latte e carne contaminati; latte e carne di cui adulti e bambini si nutrono, e si nutriranno ancora per molto tempo. In questo caso, però, i controlli spesso funzionano, creando un'altra situazione paradossale: gli allevatori e contadini della zona vengono privati dei loro animali, che devono essere soppressi per legge perché contaminati, rimanendo così senza lavoro, con in mano un misero risarcimento pecuniario, nel cuore tanto rancore e in testa la consapevolezza di essere essi stessi avvelenati; mentre i provvedimenti e le sanzioni governative all'Ilva continuano a slittare. Dunque un'industria che si insedia e danneggia tutto ciò che "tocca", continua a rimanere stabile e a infettare, mentre chi è vittima di tossiche molestie viene redarguito e multato, e magari condannato alla povertà, o alla malattia.

Oltre all'aria e alla terra la diossina e le altre sostanze nocive invadono e inquinano il mare. Taranto è sempre stata conosciuta come la città dei due mari, il mar Piccolo e il mar Grande. Ha un porto in una posizione strategica nel Mediterraneo che allettava i Greci come alletta la Nato, e ha sempre avuto l'acqua più limpida che bagnava il fondale più nitido. La maschera subacquea non è mai stata fondamentale, se non hai professionisti delle immersioni molto lunghe: l'amatore in villeggiatura ha sempre potuto osservare gli scogli, i pesci e le conchiglie da sopra la superficie dell'acqua o, al più, durante brevi tuffi ad occhi aperti.

Ma durante la prima industrializzazione, la costruzione dell'Arsenale e della Marina Militare ha impedito l'accesso al mar Piccolo e, in seguito, la grande industrializzazione (Ilva e altre) ha sia impedito l'accesso al mar Grande che inquinato massicciamente entrambi. I tarantini sono stati privati di aria, terra e acqua. Ora gli occhi hanno da temere altro che la salsedine.

Ciò che terrorizza di più è che tutto questo possa accadere in un paese avanzato come l'Italia a più di due secoli dalla prima rivoluzione industriale. Perché il limite legale europeo di emissione della diossina è di 0,4 nanogrammi per metro cubo, mentre quello italiano è di 100 nanogrammi? Il protocollo di Kyoto prevede una riduzione del 20% delle emissioni di CO₂, pena una multa parecchio salata; allora perché se i proprietari dell'Ilva argomentano che meno emissioni vuol dire meno produzione e quindi meno posti di lavoro, il governo continua ad accettare il ricatto e a pagare la multa? Perché molti italiani sanno tuttora più sul caso Chernobyl che sul caso Taranto? Solo perché un'esplosione fa più rumore di un camino? Il giornalista Vulpio ha raccontato che chi, come lui, scova la verità, perché stanco di aspettare che i politici superino l'indolenza, l'ignoranza e la malafede, riceve assurde e disarmanti querele per procurato allarme. Continuare a scovare, a informare, e a divulgare rimane una difficile impresa.

Dall'ormai classico appello di Giacomo Ciamician del 1912 (di cui un estratto è stato pubblicato sullo scorso numero di CnS – N.d.R -) che invitava a considerare le alternative al «carbon fossile», prima tra tutte l'energia solare, fino ai più recenti tentativi da parte di eminenti scienziati di scuotere le coscienze di una classe dirigente che pare vivere sorda e lenta in un mondo parallelo, non è mai mancata la conoscenza, ma solo la volontà, e la lungimiranza che essa implica. Se dalla conferenza di Ciamician sono passati ormai 100 anni e il petrolio non smette di bruciare, non stupisce che dal World Economic Forum del 2007 (cinque brevi anni fa) la situazione sia migliorata poco e con molta fatica. Una svolta, però, si intravede proprio in questi giorni (26 Luglio 2012): circolano notizie sui maggiori quotidiani nazionali di un corteo di protesta di migliaia di operai dell'Ilva in sciopero e dei primi provvedimenti seri presi dalla magistratura in seguito ad un'inchiesta per disastro ambientale a carico dei vertici del siderurgico che prosegue da qualche anno. Fra qualche tempo capiremo se questi provvedimenti saranno sufficienti ed efficaci.

Diceva Ciamician, in quella conferenza: «se anche alla civiltà del carbone, nera e nervosa ed esaurientemente frettolosa dell'epoca nostra dovesse far seguito quella forse più tranquilla dell'energia solare non ne verrebbe un gran male per il progresso e la felicità umana». Vien da chiedersi se non sia quella tranquillità a far paura, tant'è che chi denuncia con toni decisi un male decennale spesso è additato come un millantatore agitatore di folle esageratamente apprensivo. Ad ogni modo, non si potrà mai impedire a chi camuffa la realtà di tacciare gli altri di allarmismo, ma, per parità di trattamento, il parlamento potrebbe almeno proporre la punibilità di un nuovo reato: il procurato allarme *tardivo*. Perché in effetti comincia ad essere davvero *tardi*. Come si spiega ai bambini curiosi di tutto il mondo, l'acqua del mare è blu perché riflette il cielo. Il rischio ora è che qualche bambino di Taranto un giorno debba chiedere perché il mare è nero.

Un approccio sperimentale – induttivo alla teoria della risonanza

Roberto Soldà

roberto.solda@libero.it

Riassunto

Nel presente articolo viene proposto un approccio sperimentale – induttivo alla risonanza a livello soprattutto di chimica di base per poter approfondire, in modo non dogmatico e senza il ricorso al concetto di orbitale, la struttura di alcune sostanze come, ad esempio, il benzene, la grafite, i fullereni ed il grafene. L'apprendimento di tale formalismo viene consolidato attraverso l'elaborazione di tabelle, l'interpretazione di dati sperimentali ed altre operazioni che mettono anche in rilievo l'utilità del concetto di risonanza.

Abstract

In this article it is proposed an experimental - inductive approach to the resonance concept especially at the level of basic chemical education in order to deepen, in a non-dogmatic and without recourse to the concept of orbital, the structure of certain substances such as, for example, benzene, graphite, fullerenes and graphene. The learning of this formalism is consolidated through the preparation of tables, the interpretation of experimental data and also other operations that highlight the usefulness of the concept of resonance.

Introduzione

La teoria della risonanza introdotta, intorno al 1930 dal Pauling e da altri, per superare i limiti e le contraddizioni del modello di Lewis derivanti dal metodo di rappresentazione del legame chimico mediante “una coppia di elettroni localizzata tra due atomi”, ha avuto una grande fortuna in passato ed anche attualmente per due motivi.

Anzitutto per la semplicità di procedimento e poi perché, senza alterare la simbologia chimica in uso, consente di risolvere senza particolari difficoltà, pur su un piano solo qualitativo e semiquantitativo, un grande numero di problemi strutturali di importanza notevole.

Ora è noto che una delle maggiori difficoltà di apprendimento della chimica consiste nella distinzione tra fatti sperimentali e modelli.

Quindi, in primis, proprio a causa di questa difficoltà, in un corso di chimica di base per la Scuola secondaria Superiore, quando si affrontano la valenza, il legame chimico e la teoria di Lewis, il concetto di risonanza o non viene trattato, oppure si introduce in modo descrittivo e dogmatico.

In secondo luogo, a livello di chimica di base, il concetto di risonanza non è indispensabile per la previsione della geometria molecolare con la teoria VSEPR e infine forse la risonanza si ritiene di modesta o nessuna utilità didattica per la formazione chimica culturale dei ragazzi delle scuole non professionalizzanti.

Invece, a mio avviso, anche in un corso di chimica di base, il formalismo della risonanza potrebbe essere utilmente introdotto, con un metodo sperimentale-induttivo, riferendosi cioè a proprietà determinabili sperimentalmente e utilizzando concetti fisici elementari, per presentare in modo sufficientemente corretto e senza rinunciare al rigore scientifico le proprietà e la struttura di alcune sostanze, quali: l'ozono, il benzene, la grafite e altre, quali il fullerene, il grafene, che ormai vengono citate spesso dai mezzi di informazione attuali.

Così si può sostituire la presentazione di tipo teorico-descrittivo della risonanza con cui viene di solito introdotta (quando si presenta a livello di chimica di base) con un approccio di tipo sperimentale-induttivo più aderente alla maniera reale di procedere della ricerca scientifica e perciò culturalmente anche molto formativa.

E per quanto riguarda la difficoltà, ritengo che anche la comprensione di altri concetti, come ad esempio il concetto di mole, incontra una notevole difficoltà da parte degli allievi, qualunque sia il metodo di insegnamento adottato.

Ma, proprio come il concetto di mole, anche quello di risonanza potrebbe avere la funzione di interprete fra il livello macroscopico e quello microscopico in quanto consente di stabilire un rapporto tra le grandezze macroscopiche sperimentali ed il mondo microscopico descritto con gli atomi e le molecole.

D'altra parte, dal punto di vista didattico, anche il concetto di risonanza, come altri importanti concetti, può essere introdotto, in un corso di chimica di base, non in modo dogmatico ma mediante un approccio “epistemologico” di tipo problematico, basato cioè su una sequenza di attività d'apprendimento di natura costruttivista, in cui gli allievi, in una prima fase, “costruiscono” il concetto di risonanza basandosi su proprietà fisico-chimiche e dati sperimentali di lunghezze di legame e, in una seconda fase, lo interpretano a livello microscopico.

Infatti è noto che, se si modella una combinazione chimica di atomi (molecola o ione molecolare) a livello macroscopico, si chiama in gioco il concetto di legame covalente di Lewis: in una combinazione chimica, il sistema passa dagli atomi separati agli atomi combinati.

Approccio sperimentale-induttivo alla teoria della risonanza

Per modellizzare la molecola o lo ione molecolare non coinvolgente la risonanza a livello microscopico si ricorre alla formula di struttura (modello di Lewis) che consente di rappresentare la combinazione chimica mediante uno schema basato sul linguaggio simbolico della chimica.

E, nel caso particolare di una specie molecolare che possa essere rappresentata con due o più modelli di Lewis, cioè che coinvolga la risonanza, la sostanza in esame presenta delle lunghezze di legame sperimentali non corrispondenti alle lunghezze di legame compatibili con doppi e semplici legami.

In questo modo i ragazzi si rendono conto:

- a livello macroscopico (proprietà fisico-chimiche), della presenza di legami con carattere intermedio tra il legame semplice e doppio;

- a livello microscopico, della delocalizzazione elettronica.

Peraltro, senza chiamare in causa gli orbitali molecolari di legame e di antilegame, la risonanza può servire anche ad introdurre l'argomento relativo al colore dei composti organici. Infatti, come è noto, esiste una relazione tra risonanza, delocalizzazione elettronica e colore che può essere proposta a studenti con conoscenze elementari sulla struttura atomica, mediante semplici considerazioni non implicanti il concetto di orbitale.

Vari possono essere gli approcci per l'insegnamento della risonanza a livello di chimica di base; tuttavia, come per l'insegnamento della struttura atomica, ritengo che sia opportuno, il ricorso ai dati sperimentali che, in questo caso, sono ovviamente quelli relativi alle lunghezze di legame, gli angoli di legame e le energie di legame.

E, in questo articolo, viene proposto perciò un possibile itinerario didattico per introdurre la teoria della risonanza basandosi sui dati sperimentali.

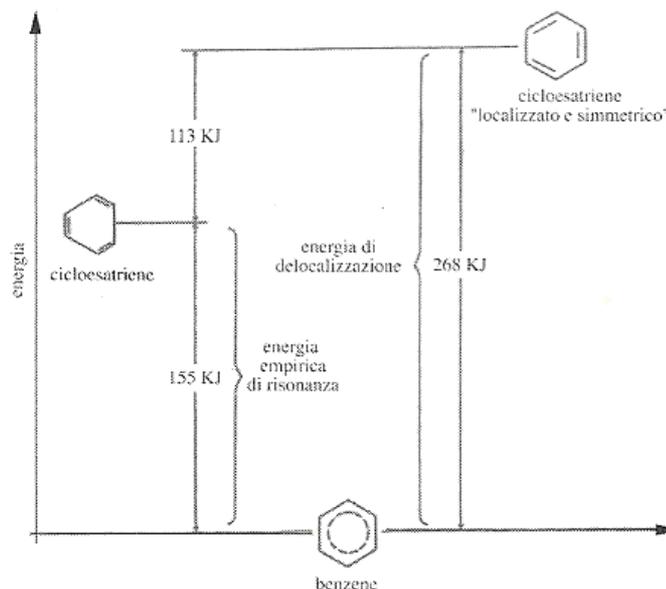
SEZIONE PER L'INSEGNANTE

E' chiaro che, in un corso di chimica di base a livello non specialistico della scuola secondaria superiore, non è necessario approfondire argomenti relativi a: differenza fra energia di risonanza empirica ed energia verticale di risonanza del benzene, ecc.

Però, poiché anche l'insegnamento della chimica di base è variamente articolato secondo i differenti indirizzi, un continuo lavoro di aggiornamento e di approfondimento sarebbe auspicabile da parte di ogni insegnante.

E ciò implica che le conoscenze didattiche relative alla chimica generale si adeguino alle conoscenze scientifiche in continua espansione, ossia che ricerca e didattica siano connesse il più possibile. Per questo motivo, consapevole che nessun docente può avere una conoscenza "totale" di un qualsiasi argomento e che, d'altra parte, più ampio è il bagaglio di conoscenze tanto più interessante, stimolante ed efficace dovrebbe essere il suo insegnamento, in questa sezione si approfondiranno in particolare alcuni aspetti relativi all'energia di risonanza, connessi a loro volta con il benzene. Infatti, nei corsi di chimica di base nelle scuole ad indirizzo chimico e nei licei, può essere approfondito che (ad esempio per il benzene) l'energia *empirica* di risonanza non può corrispondere alla energia di risonanza vera. Ciò in quanto le formule limite del benzene sono rappresentate da due esagoni regolari (in quanto i legami C/C sono uguali) e non da due esagoni irregolari che si avrebbero se non ci fosse risonanza. E quindi l'energia di 36 Kcal/mol (155 KJ/mol) che solitamente viene riportata in molti testi (sia per le scuole secondarie di secondo grado che universitari) corrisponde alla differenza di energia fra il benzene e il cicloesatriene ed è solo un "pezzo" della vera energia di risonanza, come si può facilmente osservare nel grafico n. 1.

Grafico n.1



A questo proposito, tuttavia si deve tenere presente che l'energia di risonanza, essendo definita come la differenza tra l'energia di una molecola reale e quella di una ipotetica (non esistente) molecola di riferimento, ha carattere convenzionale. E per quanto riguarda il benzene, esistono in letteratura tre tipi di energia di risonanza: una detta quantomeccanica (QMRE = energia di delocalizzazione), un'altra adiabatica (ARE = energia di risonanza empirica)(vd. grafico n.1) e una terza detta termica o di stabilizzazione (TRE o ASE).

Quest'ultima fa riferimento ad un ipotetico esatriene ciclico (che non è il cicloesatriene), ottenuto dal poliene lineare esatriene congiungendo le due estremità. E in questo caso l'energia di risonanza termica è data da: $TRE = ARE$ (benzene) – 3 ARE (butadiene). Tuttavia pur essendo la distinzione, fra le diverse definizioni, opportuna eventualmente solo nei corsi di chimica fisica e chimica organica nelle scuole ad indirizzo chimico, in scuole a livello non specialistico, ci si può attenere alla definizione tradizionale, sottolineando che, a rigore per il benzene, il riferimento dovrebbe essere una formula di struttura di Kekulé con esagono regolare.

Questo però comporta che la delocalizzazione del benzene si adegua alla geometria, come dimostrato dalle ricerche di Shaik e Hiberty e altri ricercatori, ricerche convalidate anche da calcoli computazionali *ab-initio*. Emerge così la questione: "E' la geometria che si adegua alla delocalizzazione o viceversa?", relativa ai due diversi punti di vista che si possono assumere circa le lunghezze di legame e quindi la geometria del cicloesatriene. Un punto di vista tratta le lunghezze di legame come variabili indipendenti, mentre l'altro assume che la lunghezza del legame fra due atomi è una funzione del corrispondente ordine di legame.

A tale proposito, nella bibliografia vengono indicati alcuni testi e articoli che possono essere di ausilio ai docenti interessati per l'approfondimento di quanto accennato sopra.

Prerequisiti

Struttura atomica, proprietà periodiche, elettroni di valenza, simbolismo del gas nobile, legame ionico e legame covalente, formule elettroniche e simbolismo del gas nobile di Lewis di molecole e ioni molecolari non coinvolgenti la risonanza a livello di chimica di base, limiti e contraddizioni del modello di Lewis, il legame metallico: primo esempio di "legami non localizzati" e di delocalizzazione elettronica, raggio covalente, lunghezza di legame e energia di legame in relazione alla forza di legame, relazione fra lunghezza di legame e ordine di legame, relazione fra energia potenziale e stabilità, interpolazione ed estrapolazione.

DESCRIZIONE DEL METODO

1^ fase: i ragazzi hanno appreso a modellizzare, usando la teoria di Lewis, le specie molecolari biatomiche e poliatomiche non coinvolgenti la risonanza: H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , H_2O , H_2S , NH_3 , CH_4 , C_2H_4 , C_2H_2 , OH^- , NH_4^+ .

2^ fase: poiché l'obiettivo è fare comprendere la "logica" della teoria della risonanza, in questo caso l'uso della risonanza è proposto limitatamente per specie molecolari in cui ogni atomo consegue la configurazione elettronica di gas nobile, per cui, suddividendo gli allievi in gruppi di lavoro, viene assegnato dapprima il seguente esercizio.

A) Completare la tabella:

- calcolando gli elettroni coinvolti
- sistemando, nelle formule elettroniche, gli elettroni che mancano attorno ai vari atomi per raggiungere la configurazione elettronica di gas nobile
- "spostando" il doppio legame come nell'esempio a) e b).

Tabella n. 1- Formule elettroniche di specie molecolari coinvolgenti risonanza

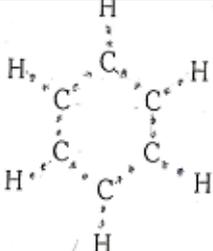
Nome e Formula bruta	Elettroni di valenza + eventuali elettroni di carica ionica	Formula elettronica	Altra formula elettronica equivalente ottenibile per "spostamento" del doppio legame
Acido nitrico HNO_3		$H \cdot \cdot O \cdot N :: O$ $\quad \quad \quad \cdot$ $\quad \quad \quad O$ a)	$H \cdot \cdot O \cdot N \cdot \cdot O$ $\quad \quad \quad \cdot \cdot$ $\quad \quad \quad O$ b)
ozono O_3		$O :: O$ $\quad \cdot$ O
ione nitrito (NO_2^-)		$[O \cdot N :: O]^{-}$
benzene C_6H_6		

Tabella n.2 – Energia di legame (KJ/mol^{-1}) e lunghezza di legame (pm)

Legame	Lunghezza di legame (pm)	Energia di legame (KJ/mol^{-1})
C - C	154	347
C = C	134	611
CC nel benzene	140	
O - O	148	142
O = O	121	498
OO in ozono	128	
N - O	142	163
N = O	114	594
NO in ione nitrito	124	

B) Si propone poi ai gruppi di lavoro l'attività basata sulla tecnica di problem solving relativa al problema seguente: Utilizzando la tabella n.2 con le lunghezze di legame sperimentali, dimostrare che le specie molecolari: ozono, ione nitrito e benzene hanno una struttura elettronica *reale* che è intermedia fra le strutture elettroniche scritte precedentemente secondo il modello di Lewis.

A tale proposito si ritiene utile riportare un esempio di griglia di diagramma a V di Gowin elaborata da un gruppo di miei allievi di una classe prima della Sezione Operatori Chimico-Biologici dell'IPSIA "G.Ceconi" di Udine, nell'anno scolastico 2003/2004.

2) PREREQUISITI

Struttura atomica, proprietà periodiche, legame chimico, teoria di Lewis.

1) PROBLEMA

Utilizzando la tabella con le lunghezze di legame sperimentali, provate a spiegare con parole vostre per quale motivo:
 -le specie molecolari di ozono, ione nitrito e benzene, hanno una struttura elettronica *reale* che è *intermedia* tra le formule scritte secondo il modello di Lewis
 - la struttura *reale* è formata da legami di uguale lunghezza.

5) DEDUZIONI

- Confrontando tale formula (e le analoghe che si possono scrivere facilmente per lo ozono e lo ione nitrito) con le formule scritte in accordo con il modello di Lewis, si deduce che le specie molecolari di ozono, ione nitrito e benzene hanno una struttura elettronica *reale* che si può considerare *intermedia* tra i modelli di Lewis.
 - I legami covalenti presenti in ogni specie molecolare hanno uguale lunghezza perché gli elettroni non sono fissi, ma mobili e si "distribuiscono in modo uguale fra gli atomi".

4) DATI E OSSERVAZIONI

I legami O-O, N-O e C-C presenti rispettivamente nelle specie molecolari di ozono, ione nitrito e benzene hanno una lunghezza di legame che non corrisponde né a quella di un legame semplice né a quella di un legame doppio, ma è circa *intermedia*, cioè corrispondente circa ad un legame e mezzo (tre elettroni). Perciò, ad esempio, la struttura *reale* del benzene dovrebbe essere disegnata così:



(3) PROGETTO OPERATIVO

Per ogni specie molecolare si confrontano le lunghezze medie dei legami semplici e doppi con le lunghezze sperimentali dei legami implicati nella specie in esame.

Discussione delle risposte date nella 1^a e 2^a fase

Il commento delle risposte serve a fare “entrare” gli allievi in quella zona del non conosciuto ma accessibile, definita da Vigotsky “zona prossimale”.

Nella discussione, approfondendo l’accento alla mobilità degli elettroni, si definisce il concetto di risonanza sottolineando che non è un fenomeno fisico e non si deve confondere né con la risonanza meccanica (caratterizzata da oscillazioni e frequenza), né con la risonanza magnetica nucleare.

Inoltre, prendendo spunto dalla “struttura intermedia” del diagramma di Gowin, viene definito l’ibrido di risonanza adducendo il noto paragone del rinoceronte (reale) che si può considerare un ibrido derivante dall’incrocio fra l’unicorno e il drago (immaginari) e ponendo in evidenza la non realtà delle formule di risonanza.

3^a fase: Poi, avvalendosi dei dati riportati nella tabella, si fa osservare la relazione di proporzionalità inversa fra lunghezza di legame e energia di legame (forza di legame).

Perciò, utilizzando ancora i dati della tabella n.2, si fanno calcolare le lunghezze medie di legame previste per ozono, ione nitrito e benzene e confrontare con le lunghezze di legame sperimentali (in grassetto).

Viene così facilmente compilata la seguente tabella:

specie molecolare	Lunghezza media prevista (pm)	Lunghezza sperimentale (pm)
ozono	134,5	128
Ione nitrito	128	124
benzene	144	140

In tale maniera i ragazzi giungono a “scoprire” da soli che l’ibrido di risonanza ha legami più forti rispetto a quelli previsti. Infatti è noto che *quando è necessario ricorrere alla risonanza, la forza dei legami è maggiore di quella indicata dalla media.*

E in definitiva riescono pertanto a rendersi conto personalmente che la specie molecolare vera è più stabile rispetto ad ogni modello ipotizzato.

4^a fase: a questo punto si pongono le seguenti domande: esistono legami .semplici e doppi localizzati? Si può immaginare che l’uguale lunghezza dei legami “intermedi” derivi dal fatto che gli elettroni non sono fissi, localizzati, bensì sono mobili e quindi delocalizzati?

5^a fase: costruzione grafici lunghezza di legame in funzione di ordine di legame e determinazione ordine di legame: C_6H_6 , O_3 , NO_2^- mediante interpolazione (grafico n.2).

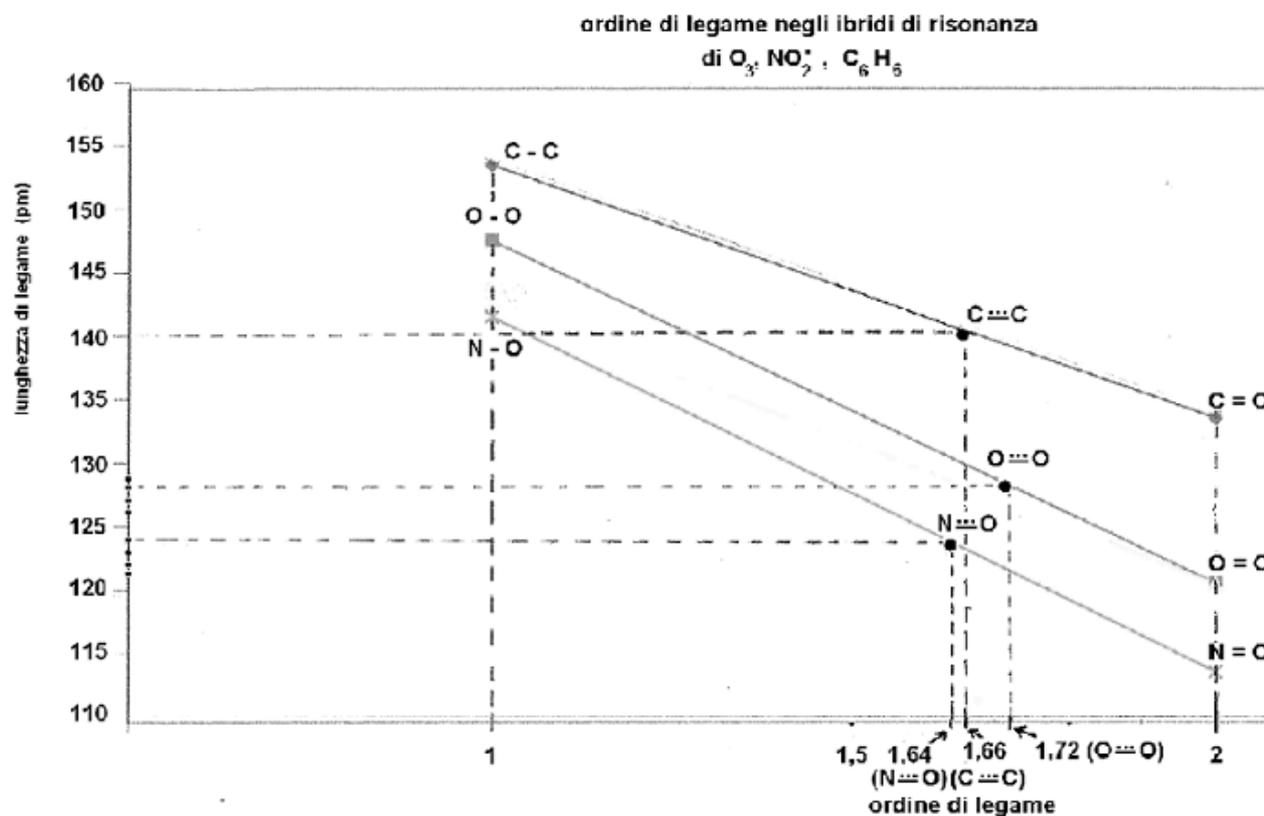


Grafico n.2

Approccio sperimentale-induttivo alla teoria della risonanza

6^a fase: confronto fra ordine di legame dell'ibrido di risonanza (ottenuto per interpolazione) e ordine di legame previsto mediante "combinazione" dei modelli di Lewis (legame più forte e quindi maggiore stabilità dell'ibrido di risonanza in confronto ai modelli di Lewis; maggiore stabilità dell'ibrido di risonanza = minore energia dell'ibrido di risonanza rispetto alle formule di struttura di Lewis)

Eventuali esperimenti

1) un esperimento relativo all'importanza della delocalizzazione elettronica mediante confronto del pH dell'acido borico e dell'acido nitrico

2) esperimento riguardante il benzene:

- "costruzione" dell'"ibrido di risonanza" mediante la sovrapposizione delle formule di struttura limite scritte su fogli di acetato di cellulosa

- "costruzione" della struttura del benzene utilizzando, se possibile, i "modelli molecolari".

In questo modo, senza il ricorso agli orbitali, i ragazzi apprendono abbastanza facilmente il modello a sandwich del benzene.

Esercizi e domande

-Tenendo presente i modelli dell'acido nitrico, dell'ozono e dello ione carbonato, disegnare rispettivamente tutte le formule di struttura elettronica che si possono ottenere per: lo ione solfito acido, l'anidride solforosa SO_2 e l'anidride solforica SO_3 .

-Si è trovato sperimentalmente che, per SO_2 , i legami S - O hanno entrambi la stessa lunghezza di legame uguale a 143 pm. Allora, secondo voi, è giusto o sbagliato rappresentare la molecola di SO_2 con la formula di struttura che avete scelto nella risposta precedente?

-Una "strategia" per rappresentare il fatto sperimentale considerato nella domanda precedente, consiste nel rappresentare la vera molecola di SO_2 come una "combinazione" delle due strutture seguenti che si possono ottenere spostando il legame doppio sull'altro atomo di ossigeno:.....I.....II...

tenendo ben presente però che questa è una "strategia" che serve solo per rappresentare la molecola reale di SO_2 . Cioè non esistono né molecole con una formula di struttura I, né molecole con una formula di struttura II; esistono soltanto molecole che hanno una struttura che è una "combinazione" di I e II.

E' come dire che un rinoceronte ha le caratteristiche un po' di un drago e un po' di un unicorno: il rinoceronte esiste, mentre il drago e l'unicorno non esistono!

-Quale strategia impieghereste voi per rappresentare adeguatamente come sono legati S e O nella molecola vera di SO_2 ?

-Tenendo presente che, scientificamente, per fenomeno s'intende una trasformazione fisica o chimica, come fareste a dimostrare che la risonanza non è un fenomeno fisico?

- Completa le seguenti frasi:

La risonanza è una descrizione della struttura di una molecola o specie molecolare per mezzo di vari modelli di distribuzione degli elettroni.

Ogni modello è rappresentato da una.....che dà un certo contributo alla descrizione della situazione effettiva.

I vari modelli di distribuzione elettronica vengono dettie sono soltanto rappresentazioni parziali che considerate singolarmente non hanno

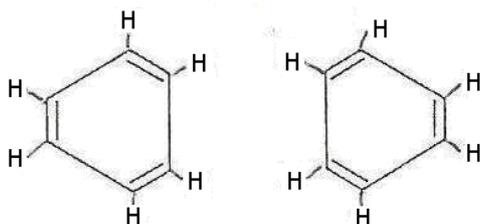
Attività, esercizi e domande di approfondimento

-(Eventuale attività da proporre durante lo svolgimento degli argomenti di chimica organica relativi ai saggi per il riconoscimento degli idrocarburi saturi, insaturi e aromatici)

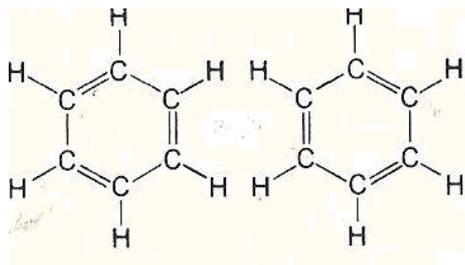
Si sa che il benzene è un composto organico la cui molecola è formata da 6 atomi di C e 6 atomi di H. Gli atomi di C sono legati l'uno con l'altro in modo da formare una "catena chiusa" di forma esagonale e ogni atomo di H è legato ad ogni atomo di C.

Utilizzando i dati sperimentali (relativi al saggio con il Br_2 e alla prova di polarità) e i dati relativi alle lunghezze di legame C/C riportati nella tabella fornita, motivare perché:

- è sbagliato rappresentare il benzene mediante le due formule di struttura seguenti:



- è giusto rappresentare il benzene mediante le due formule di struttura seguenti:



Progetto operativo

Comportamento chimico di un alchene e del benzene con soluzione al 2% di Br_2 in CCl_4 (riconoscimento della presenza o non presenza del doppio legame)

In una provetta si pone 1ml di idrocarburo. Si aggiunge, goccia a goccia, la soluzione rosso-arancione di Br_2 . Il saggio è positivo se la soluzione di bromo si decolora senza sviluppo di fumi bianchi di HBr .

Alchene

Benzene

Conclusioni.....

Prove di polarità/apolarità acqua, alchene e benzene, con strumentazione e modalità dell'esperimento per determinazione della polarità e miscibilità delle sostanze (esperimento di laboratorio proposto in tutti i testi di chimica per la scuola media superiore)

H_2O

Alchene.....

Benzene.....

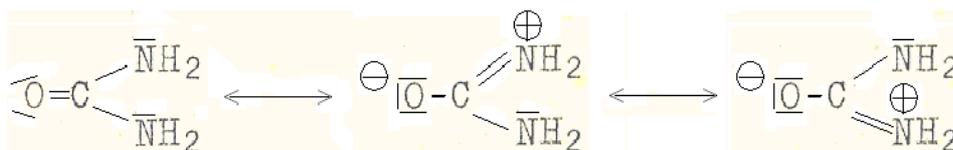
Conclusioni.....

Altri dati sperimentali: le indagini sperimentali con diffrazione elettronica e con i raggi X di cristalli di benzene hanno dimostrato che tutti i legami C/C hanno lunghezza uguale: 140 pm.

Confrontate tale lunghezza con le lunghezze di legami C-C e C=C riportati nella tabella fornita.

Deduzioni e risposte al problema

- Per il composto organico urea si possono scrivere tre modelli di Lewis:



- Basandoti sul grafico n.1 prova a spiegare per quale motivo l'affermazione seguente riportata ancora in molti testi:

Approccio sperimentale-induttivo alla teoria della risonanza

“L’energia di risonanza del benzene è 155 KJ/mole” rappresenta in realtà solo una parte dell’energia *totale* di risonanza.

- Fra risonanza, delocalizzazione elettronica e colore esiste una relazione. Se sei interessato a tale argomento, chiedi al tuo insegnante un approfondimento relativo a tale relazione e quindi prova a spiegare perché le molecole coniugate aromatiche e a catena lineare vengono utilizzate dagli organismi viventi per catturare l’energia luminosa.
- L’azulene è una molecola aromatica di colore azzurro. Basandoti sulla relazione fra risonanza e colore, spiega per quale motivo l’azulene, diversamente dal naftalene, è azzurro.

Risultati e conclusione

E’ ovvio che, per introdurre la risonanza con il metodo proposto in questo articolo, è richiesta la disponibilità di almeno due-tre ore che, purtroppo in alcune scuole, sono spesso quelle disponibili *settimanalmente* per l’insegnamento della chimica.

Inoltre è anche vero che, in un corso di chimica di base, non è indispensabile l’introduzione della risonanza per evidenziare i limiti del modello di Lewis e spiegare le proprietà del benzene, della grafite, ecc. e nemmeno per trattare i concetti essenziali di chimica organica.

Comunque, per quei colleghi che considerano interessante introdurre l’argomento della risonanza nello svolgimento del loro programma, ritengo opportuno accennare ai risultati che si ottengono con un approccio uguale o simile a quello proposto.

Anche in questo caso, come per la trattazione di altri argomenti, affrontando la risonanza con un metodo “costruttivo” anziché “informativo”, l’interesse dei ragazzi è decisamente più elevato e l’apprendimento avviene in modo significativo e non mnemonico.

Questo tipo di approccio induttivo-sperimentale alla risonanza può ovviamente essere esteso alla previsione della geometria molecolare delle molecole e degli ioni poliatomici utilizzando il semplice ma potente metodo della teoria VSEPR.

Anzi tale approccio si rivela altrettanto valido didatticamente, perché, almeno per la maggior parte delle molecole e degli ioni poliatomici considerati in un corso di chimica di base, la teoria VSEPR è soggetta a meno limiti di quella di Lewis e, come è noto, ciò contribuisce a fare sperimentare da parte dei ragazzi il successo scolastico delle loro previsioni circa la geometria molecolare e quindi ad incrementare la loro autostima e motivazione.

Bibliografia

Testi Universitari

- J.Hine, *Physical Organic Chemistry*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1962, pp.10-20.
A. L. Ternay, *Chimica Organica Contemporanea*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano 1982, p.572.
J.B.Hendrickson, D.J. Cram, G.S.Hammond, *Chimica Organica*, Piccin Editore, Padova 1986, p.159.
A.Streithwieser, C.H. Heatcock, E. M. Kosower, *Chimica Organica*, Edises, Napoli 1992, p.653.
N.Seyhan Ege, *Chimica Organica-Struttura e reattività*, Editrice Sorbona, Milano 1994, p.727.

Articoli

- S.S.Shaik, P.C.Hiberty, Is the delocalized π -system of benzene a stable electronic system?, *J. Org.Chem.*, **1985**, *50*, 4659-4661.
P.C.Hiberty, S.S.Shaik, J.M.Lefour, G. Ohanessian, *J. Org. Chem.*, **1985**, *50*, 4657.
E.Heilbronner, Why do some molecules have symmetry different from that expected?, *J. Chem. Educ.*, **1989**, *66*, 471.
E.D. Glendening, R. Faust, A. Streitwieser, K.P.C. Vollhardt, F. Weinhold, The role of delocalization in benzene, *J.Am.Chem. Soc.*, **1993**, *23*, 115 .
P.C. Hiberty, D.Danovich, A.Shurky, S.S.Shaik, Why does benzene possess a D_{6h} symmetry? A quasiclassical state approach for probing π -bonding and delocalization energies, *J.Am.Chem.Soc.*, **1995**, *117*(29), 7760-7768.
S.S. Shaik, A. Shurki, D.Danovich, P.C.Hiberty, A different story of benzene, *Journal of molecular structure*, TEOCHEM, **1997**, *398*, 155-167 .
G.Narahari Sastry, A revised look at π -electron delocalization in benzene, *Current Science*, **2001**, *81*, 10.
R.C. Kerber, If it’s resonance, what is resonating?, *J. Chem. Educ.*, **2006**, *83*, 223.
C. Gellini, P.R. Salvi, Structures of annulenes and model annulene systems in the ground and lowest excited states, *Symmetry* **2010**, *4*, 1846-1924.

Indirizzi Internet:

<http://it.ROCO>, reed organic chemistry on line.

Ringraziamenti

Si ringraziano il prof. Pier Remigio Salvi del Dipartimento di Chimica dell’Università degli Studi di Firenze ed il prof. Giorgio Molteni del Dipartimento di Chimica Organica e Industriale dell’Università degli Studi di Milano per le loro osservazioni ed i loro suggerimenti.

La misura della carica dell'elettrone: un percorso didattico

Alessandro Cordelli

Liceo Statale “Giosuè Carducci” Liceo Classico – Liceo linguistico
alessandro.cordelli@istruzione.it

Riassunto

In questo contributo viene presentato un percorso didattico sui fondamenti dell'elettromagnetismo. Prendendo le mosse da una estesa discussione in classe sul concetto di carica elettrica si giunge ad elaborare il corretto concetto di carica quantizzata. A questo punto il passo successivo è la misura della carica dell'elettrone. Il metodo qui proposto è di semplice realizzazione e permette di ottenere buoni risultati. Si tratta infatti di misurare la variazione in massa di un elettrodo in una cella elettrochimica e di confrontarla con la carica totale transitata nel circuito.

Abstract

In this paper a didactic pattern on foundations of electromagnetism is presented. Starting from a wide discussion within the class, the concept of quantized electric charge is correctly pointed out. It is then worthwhile to try a measure of the elementary charge. The experiment here proposed is easy to set up and gives a reliable value within the allowed precision. The variation in mass of an electrode in a reaction cell is compared with the total charge which has travelled through the circuit.

Introduzione

Nella didattica delle scienze sperimentali viene solitamente riservata non troppa attenzione a quei valori che, come la velocità della luce nel vuoto o la costante di gravitazione universale, misurano elementi di riferimento essenziale della realtà fisica: sembra effettivamente che ci sia molto poco da discutere e da capire sulle costanti fondamentali della natura. Sono numeri che – per quanto ne sappiamo – stanno eternamente lì, e neanche gli scienziati hanno una chiara idea del perché abbiano proprio quei valori e non altri.¹ Per uno studente si tratta quasi sempre di valori da andare a cercare nell'ultima pagina del libro quando servono per un esercizio. Alcuni insegnanti vogliono che si sappiano a memoria, altri si accontentano dell'ordine di grandezza; giusto per motivare il fatto che la forza di gravità è così debole tra oggetti che non sono corpi celesti, o che gli effetti quantistici si possono osservare solo a scala atomica e subatomica.

La proposta didattica qui presentata va controcorrente rispetto a tale linea di pensiero. Ci si è posti infatti alcune domande: può avere senso proporre a degli studenti liceali la misura di una delle costanti fondamentali della natura? Possono realmente aumentare la loro comprensione della fisica e della chimica nel misurare un valore numerico che comunque è reperibile su qualsiasi libro? E se un vantaggio può esserci, si tratta solo del superamento delle usuali difficoltà che si incontrano nell'attività di laboratorio o vi è qualcosa di più specifico?

L'esperienza è stata proposta in una quinta liceo linguistico sperimentale, ex-progetto “Brocca”. L'effettiva realizzazione dell'esperienza è stata preceduta da una estesa discussione in classe sulla natura dell'elettricità e sulla struttura della materia. Poiché – pur essendo stata realizzata all'interno del corso di fisica – si tratta essenzialmente di una esperienza di chimica riadattata (nella versione originale, assumendo come dato la carica dell'elettrone, si chiedeva di misurare la carica di uno ione), l'attività in laboratorio è stata realizzata in compresenza con l'insegnante di chimica e quello di fisica. I ragazzi sono stati suddivisi in piccoli gruppi e hanno lavorato in maniera autonoma producendo successivamente delle relazioni. Tutti quanti sono riusciti a compiere le operazioni previste in maniera sostanzialmente corretta e alcuni hanno ottenuto risultati decisamente buoni. Nel presente lavoro viene proposta anche una possibile variante all'esperimento, che nella sua versione originale prevede l'uso di una sola cella e una sola specie ionica, mediante l'utilizzo di più celle in serie, ciascuna con una specie ionica diversa dalle altre.

La discussione sulla natura della carica elettrica

Il percorso didattico che ha condotto all'esperienza sulla misura della carica dell'elettrone prende le mosse dalla discussione in classe sulla natura dell'elettricità. A differenza di altri ambiti di fenomeni, come quelli meccanici, o il suono, o la luce, gli alunni non hanno esperienza diretta dell'elettricità, se si eccettua la scossa che solitamente si prende nelle giornate fredde e secche toccando la carrozzeria dell'automobile. Tuttavia sono tutti ben consapevoli del fatto che la maggioranza delle apparecchiature tecnologiche si basa sul passaggio della corrente elettrica.

1. A tale proposito bisogna però ricordare che nel 1937 P.A.M. Dirac propose un modello cosmologico che prendeva le mosse proprio dall'osservazione di alcune apparenti coincidenze nei valori delle costanti fondamentali (Dirac, 1937).

La misura della carica dell'elettrone: un percorso didattico

Si tratta però di una forma indiretta di esperienza che non aiuta a farsi un'idea della natura del fenomeno in esame. In diversi propongono un'immagine di elettricità come di un fluido (non si può non notare la stretta analogia con le prime ipotesi sulla natura dei fenomeni elettrici formulate nel XVIII secolo). Altri ancora sfruttano reminiscenze del corso di chimica degli anni precedenti e citano la carica elettrica delle particelle elementari, ma ancora non è del tutto chiaro se si tratta di una proprietà essenziale come la massa, o accidentale (se cioè un elettrone possa perdere in tutto o in parte la propria carica elettrica rimanendo tuttavia ancora un elettrone). Inoltre, a questo livello nessuno cita la natura quantizzata della carica elettrica.

Come si vede, il profilo epistemologico² del concetto di carica elettrica che emerge dall'esperienza quotidiana e dal senso comune (bisogna infatti tenere conto del fatto che nella sperimentazione linguistica dell'ex-progetto "Brocca" lo studio della fisica si svolge solo negli ultimi due anni e quindi questi studenti non hanno finora mai affrontato uno studio sistematico dei fenomeni elettrici) è nebuloso e poco significativo.

Una prima chiarificazione si ha dopo gli esperimenti sull'elettizzazione dei corpi (per strofinio, contatto, induzione). Nella discussione che segue si cercano delle interpretazioni, un modello, in grado di giustificare i fenomeni osservati senza contraddizioni. È in questa fase di approfondimento che alcuni studenti prendono consapevolezza del fatto che la carica elettrica incontrata nel corso di chimica durante gli anni precedenti e la carica elettrica di cui si sta parlando attualmente sono in effetti la stessa cosa, malgrado la diversità dei contesti. Il principio di conservazione della carica, in particolare, viene riconosciuto proprio riflettendo sulle reazioni di dissociazione ionica (come quella del cloruro di sodio in acqua).

Appare quindi ragionevole affermare che un atomo può ionizzarsi e uno ione cambiare la propria carica ma solo acquisendo o cedendo *particelle* cariche, e non mediante trasferimento di carica elettrica senza un passaggio di materia associato (tipo fluido elettrico). La strada a questo punto è aperta per cercare di realizzare un'esperienza che conduca alla misura della carica dell'elettrone.

Prerequisiti, progettazione e analisi dell'esperienza

Sebbene questa esperienza sia assolutamente fondamentale per tutto l'elettromagnetismo, la sua realizzazione è rimandata a una fase dello svolgimento dell'unità didattica in cui sono già state introdotte le correnti, sia di natura elettronica che di natura ionica. Si tratta infatti di far circolare, utilizzando un generatore di tensione continua, una corrente elettrica all'interno di una soluzione elettrolitica e di misurare dopo un certo tempo le variazioni di massa degli elettrodi. Assumendo come noto il peso atomico e la carica degli ioni delle specie coinvolte è possibile calcolare il numero degli ioni coinvolti nel processo e quello degli elettroni scambiati. Poiché tramite la misura della corrente si può risalire alla carica totale transitata, il rapporto tra questa grandezza e il numero degli elettroni darà infine la carica del singolo elettrone.

I prerequisiti per una corretta e completa comprensione dell'esperienza e dei concetti ad essa associati, sono di tre ordini:

matematici:

- trattamento di numeri molto grandi o molto piccoli
- esponenti negativi
- utilizzo delle potenze del dieci per la notazione scientifica;

fisici:

- definizione di corrente elettrica
- utilizzo dell'amperometro
- concetto di circuito elettrico e ruolo del generatore
- i meccanismi della conduzione nei solidi e nei liquidi;

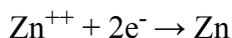
chimici:

- concetto di mole e numero di Avogadro
- peso atomico
- concetto di ione e di cariche ad esso associate
- reazioni di ionizzazione agli elettrodi di una cella elettrolitica

Passiamo adesso ad illustrare l'idea che sta alla base di questa esperienza. Si tratta di un semplice circuito in serie formato da un generatore, un amperometro e un becker contenente un sale in soluzione; due elettrodi metallici dello stesso tipo sono immersi nella soluzione e collegati al resto del circuito. Per la scelta della specie ionica su cui operare, si è discusso per scegliere la più adeguata: sono sconsigliati gli elementi del primo gruppo poiché danno origine a reazioni potenzialmente pericolose con l'acqua. Meglio scegliere elementi del secondo gruppo e in particolare quelli del

2. Il concetto di profilo epistemologico introdotto dal filosofo della scienza Gaston Bachelard (Bachelard, 1962) consiste in questo: la stessa nozione – ad esempio quella di massa – è orientata in direzioni diverse dai differenti sfondi filosofici; l'importanza relativa che il soggetto dà a questo o quell'aspetto nell'uso che fa della nozione disegna il profilo epistemologico che egli ha di essa.

gruppo IIb come lo zinco che risulta particolarmente indicato per questo genere di misura, a parte adottare alcuni accorgimenti sperimentali. Si immergono quindi due elettrodi di zinco in una soluzione di solfato di zinco (0,5 M). Al passaggio della corrente le reazioni che avvengono rispettivamente all'anodo e al catodo sono:



Avremo quindi una variazione di massa dei due elettrodi. Dal punto di vista sperimentale è opportuno misurare la diminuzione di massa dell'anodo anziché l'aumento del catodo. Infatti al catodo lo zinco non si fissa stabilmente, ma si deposita sotto forma di una sottile limatura, attaccata in maniera molto labile. Inoltre non è possibile asciugare l'elettrodo (l'operazione porterebbe via lo zinco metallico formatosi), cosa che invece è assolutamente necessaria per evitare che l'acqua residua modifichi il peso dell'elettrodo.

Al fine di ottenere un'apprezzabile variazione di massa dell'anodo è opportuno che la reazione vada avanti per tempi dell'ordine di 10-15 minuti. Con una corrente intorno all'ampere e un tempo di dieci minuti si ottiene una variazione di massa dell'ordine del decimo di grammo, facilmente misurabile almeno con una bilancia tecnica di precisione da laboratorio (sens. 0,01 g). Durante la misura la corrente non rimane costante (si hanno infatti variazioni di concentrazione e di temperatura), per tale motivo sarà necessario eseguire l'integrazione della corrente rispetto al tempo per ottenere la carica totale transitata. Poiché la variazione della corrente nel tempo è abbastanza lenta, una approssimazione più che accettabile sarà quella di leggere i valori della corrente a intervalli di un minuto e moltiplicare per l'intervallo di tempo; i valori parziali della carica così ottenuti andranno poi sommati alla fine.

Una volta che sono stati raccolti i dati, assumiamo come noto il numero di Avogadro, il peso atomico della zinco e la sua unica carica. Dividendo il peso atomico per il numero di Avogadro otteniamo la massa del singolo atomo espressa in grammi. Dividendo a sua volta la variazione di massa dell'anodo per questo valore calcoliamo il numero di atomi che hanno partecipato alla reazione. Poiché lo ione zinco è bivalente, gli elettroni coinvolti sono il doppio di tale numero. D'altra parte abbiamo anche la carica totale transitata, che viene divisa per il numero di elettroni ottenendo così la carica di un singolo elettrone.

L'esperienza: realizzazione e risultati

L'apparato sperimentale è quello mostrato in figura 1. Si tratta di un circuito in cui la cella di reazione contenente una soluzione 0,5 M di solfato di zinco è posta in serie a un generatore di corrente e un amperometro.

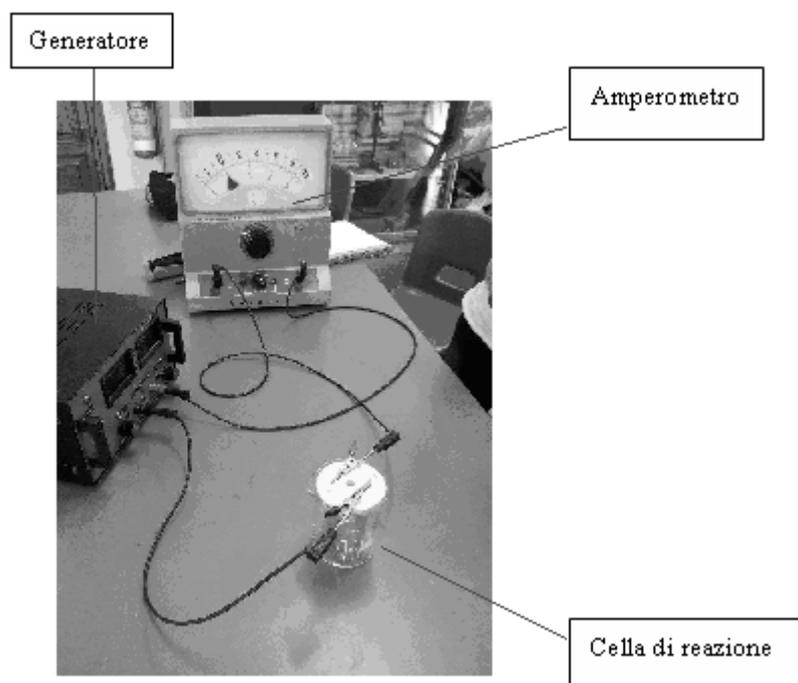


Figura 1: L'apparato sperimentale per la misura della carica dell'elettrone

La misura della carica dell'elettrone: un percorso didattico

Il primo problema che gli studenti hanno dovuto affrontare è stato la preparazione della soluzione. Poiché si trattava di produrre mezzo litro di soluzione occorrevano 0,25 moli di solfato di zinco (peso atomico 161,45), che si ottengono sciogliendo nell'acqua distillata $161,45 : 4 = 40,36$ grammi di solfato di zinco. Successivamente – dopo averle contrassegnate con un pennarello scrivendovi sopra rispettivamente “+” e “-” per evitare confusione (figura 2) – si pesano le due lamine di zinco che costituiranno gli elettrodi (di fatto occorre pesare soltanto l'anodo, ma per completezza gli studenti hanno riportato nelle loro relazioni anche la massa del catodo). A tal fine si è usata una bilancia di precisione elettronica sensibile al milligrammo. Il becker viene quindi riempito per circa 2/3 con la soluzione di solfato di zinco e i due elettrodi sono inseriti mediante un tappo di legno con fori di forma e dimensioni opportune, appositamente preparato (figura 3). A questo punto si collegano il generatore e l'amperometro mediante i cavi e tutto è pronto per iniziare la misura.

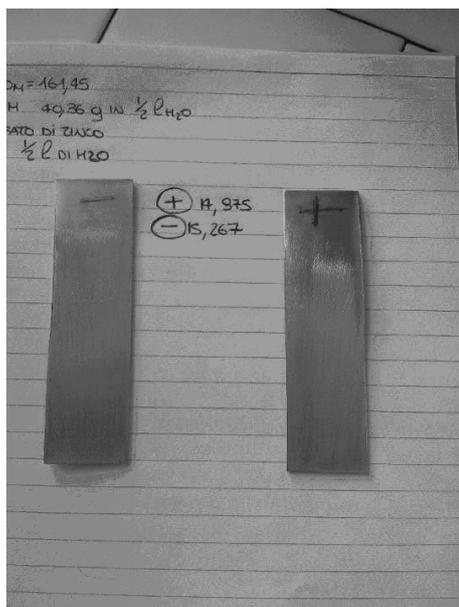


Figura 2: Gli elettrodi di zinco.



Figura 3: Il supporto per gli elettrodi.

Per avere valori opportuni della variazione di massa occorre utilizzare una corrente dell'ordine dell'ampere per un intervallo di tempo di 10-15 minuti. Poiché nel corso della misura il valore della corrente non si mantiene costante (in particolare si nota una sistematica tendenza all'aumento), per il calcolo della carica è opportuno suddividere l'intero tempo di misura in intervalli parziali. Prendendo intervalli di un minuto (misurati con un comune orologio preciso al secondo), si moltiplicherà il valore della corrente all'inizio di ognuno di essi per 60 secondi, sommando poi i risultati parziali così trovati. Questa operazione corrisponde all'integrazione approssimata della corrente rispetto al tempo. Passiamo quindi alla presentazione dei risultati ottenuti da uno dei gruppi. Il peso iniziale della lamina di zinco all'anodo era pari a: 15,349 grammi. I valori della corrente misurati ogni minuto per 10 minuti sono stati:

1,4 A; 1,5 A; 1,5 A; 1,6 A; 1,6 A; 1,6 A; 1,7 A; 1,7 A; 1,8 A; 1,8 A

Il valore della carica ottenuto moltiplicando ciascuno di tali valori per 60 secondi e poi sommando è di $9,7 \cdot 10^2 C$. Una volta terminata la misura si torna a pesare l'anodo (dopo averlo accuratamente asciugato prima con della carta e poi con un phon) ottenendo adesso il valore 15,025 grammi. La variazione di massa dell'anodo tra prima e dopo la misura è pertanto di 0,324 grammi.

Per calcolare la massa in grammi di un atomo di zinco dividiamo il peso atomico dell'elemento (che è 65,40) per il numero di Avogadro, ottenendo $1,086 \cdot 10^{-22}$ grammi. In 0,324 grammi di zinco (la differenza tra la massa iniziale e quella finale dell'anodo) ci sono quindi $0,324 / 1,086 \cdot 10^{-22} = 2,97 \cdot 10^{21}$ atomi. Ora, ricordando che lo ione zinco è bivalente, il numero di elettroni coinvolti nel processo è il doppio di quello degli atomi di zinco: $2,97 \cdot 10^{21} \times 2 = 5,94 \cdot 10^{21}$ elettroni. Per avere infine la carica dell'elettrone basterà dividere la carica totale transitata nel circuito per il numero di elettroni coinvolti: $q_e = 9,7 \cdot 10^2 / 5,94 \cdot 10^{21} = 1,6 \cdot 10^{-19} C$. Il risultato è in ottimo accordo con il valore presente in letteratura entro le cifre significative permesse dalla precisione degli strumenti di misura utilizzati.

Una versione migliorata della stessa esperienza

Quella descritta nei paragrafi precedenti è una realizzazione dell'esperienza per la misura della carica dell'elettrone semplice e facilmente comprensibile per tutti gli alunni, nella quale sono presenti tutti i nodi concettuali, senza però che

siano introdotte particolari finzze tecniche. Tuttavia il processo può essere raffinato e migliorato. In questo senso, una ulteriore riflessione sull'argomento ci ha portato a provare alcuni significativi cambiamenti per aumentare l'affidabilità delle misure. Nella nuova situazione sperimentale la precisione del risultato aumenta dalle due cifre significative della versione "di base" a tre.³ Questa versione dell'esperimento non è stata ancora proposta alle classi.

Le differenze introdotte nella nuova versione dell'esperimento sono state:

1. l'utilizzo di più celle poste in serie, ciascuna con elettrodi di un metallo diverso immersi in soluzioni di ioni dello stesso metallo;
2. la misura indiretta della corrente attraverso la caduta di tensione ai capi di una resistenza nota;
3. la registrazione dei valori della corrente tramite un sistema automatico di acquisizione dati interfacciato col computer;
4. il calcolo della carica elettrica mediante integrazione della corrente rispetto al tempo eseguita da un opportuno software di trattamento dati.

Nella figura 4 sono mostrate le quattro celle collegate in serie prima di essere riempite dalle varie soluzioni. Gli elettrodi sono rispettivamente di: zinco, rame, piombo e ferro. Le soluzioni sono tutte 0,5 M dei solfati dei vari metalli costituenti gli elettrodi. Gli ioni che partecipano alle varie reazioni sono tutti bivalenti.

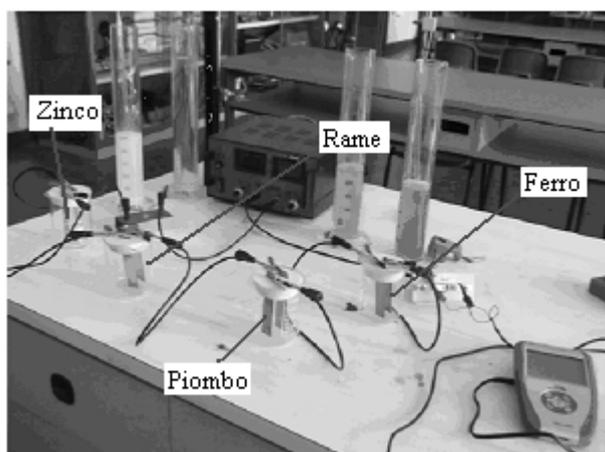


Figura 4: Le quattro celle della versione migliorata dell'esperienza.



Figura 5: La resistenza 1,00 Ω , la sonda per la misura della caduta di tensione e l'interfaccia LabQuest[®] responsabile del campionamento e della digitalizzazione del segnale.

Per la misura della corrente non viene utilizzato un amperometro, ma in serie alle quattro celle è posta una resistenza da 1,00 Ω ai capi della quale è misurata la differenza di potenziale. Poiché $\Delta V = I \cdot R$ il valore numerico della caduta di tensione misurato in Volt coincide con quello della corrente espresso in ampere. La resistenza utilizzata è di tipo ceramico con una potenza massima di 7 W e una tolleranza del 5%, mentre la sonda per la misura della tensione ha una precisione di ± 4 mV e un fondo scala di 10 V.

Uno degli aspetti più interessanti di questo montaggio sperimentale è l'utilizzo di un sistema automatico di acquisizione dati. Ai capi della resistenza da 1,00 Ω è collegata una sonda di tensione che trasferisce il segnale analogico ad una interfaccia LabQuest[®] responsabile del campionamento e della digitalizzazione. Nella figura 5 sono mostrate la resistenza, la sonda e l'interfaccia. Una volta campionato e digitalizzato il segnale viene inviato a un PC (tramite porta USB) dove viene acquisito e processato dal software LoggerPro[®] 3, un programma per la visualizzazione e il trattamento dei dati. La figura 6 mostra la schermata di LoggerPro[®] 3, con l'andamento della corrente su un intervallo di 1000 secondi.

Tra i vari strumenti di calcolo disponibili nel programma LoggerPro[®] 3 c'è anche una utility per l'integrazione delle funzioni. Dopo aver selezionato l'intervallo di integrazione (in questo caso l'intero tempo di misura) e applicato l'apposita procedura, il valore dell'integrale che dà la carica elettrica totale viene visualizzato su video e la rappresentazione del grafico cambia come mostrato in figura 7.

Una volta che la misura è terminata, si procede come nella versione "base" dell'esperienza, misurando la variazione di massa degli elettrodi e applicando lo stesso algoritmo per il calcolo di q_e .

Il fatto di avere quattro celle contemporaneamente consente di ripetere lo stesso calcolo su ognuna di esse migliorando la statistica dei risultati. Nelle prime prove che abbiamo eseguito si è osservato l'indizio un leggero effetto sistematico

3. Il merito delle miglorie introdotte va ascritto interamente al tecnico di laboratorio della nostra scuola, sig. Fausto Canesi.

La misura della carica dell'elettone: un percorso didattico

(lieve diminuzione del valore calcolato di q_e andando dallo zinco al ferro) che al momento non è ancora ben compreso. Il valore finale ottenuto per la carica dell'elettone è stato infatti di $1,58 \cdot 10^{-19}$ C.

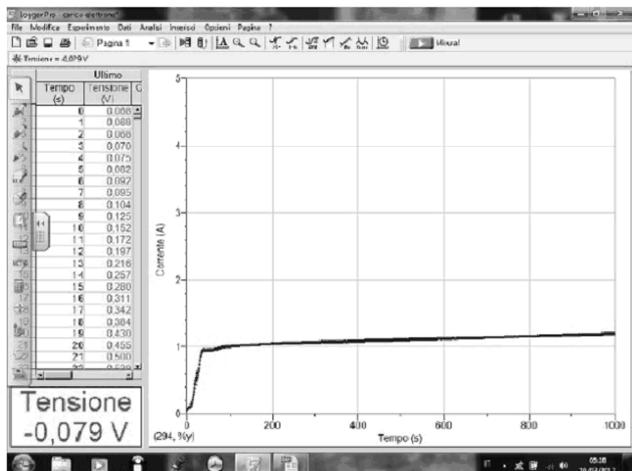


Figura 6: La schermata del programma LoggerPro® 3 con l'andamento della corrente su un intervallo di 1000 secondi.

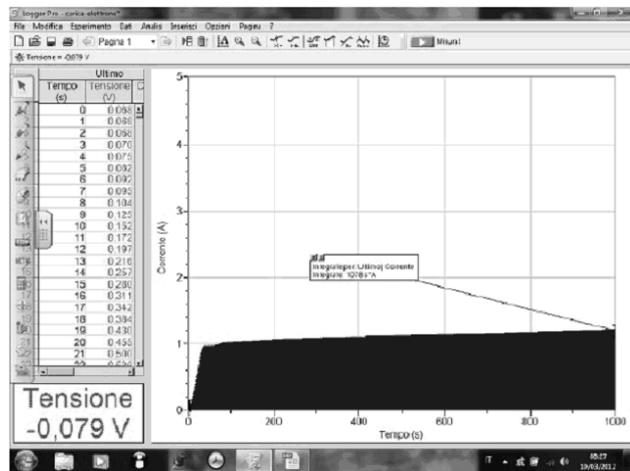


Figura 7: Output a video del programma LoggerPro® 3 dopo l'integrazione della corrente rispetto al tempo

Considerazioni conclusive

Nelle discussioni in classe seguite all'esperienza sulla misura della carica dell'elettone si sono potuti osservare diversi spunti interessanti e ricadute positive. L'aspetto probabilmente più significativo dal punto di vista dell'acquisizione di consapevolezza sui metodi e i problemi della scienza è il fatto di aver portato in qualche modo l'indagine a un livello fondamentale della struttura della materia. Di elettone si parla infatti molto, sia nei testi di fisica che in quelli di chimica, ma quali idee e rappresentazioni vengono richiamate alla mente di uno studente dalla parola "elettone"? La grafica fuorviante di molti manuali suggerisce un concetto classico, come di una pallina che gira vorticosamente intorno a una pallina più grande (il nucleo) e ogni tanto salta da un atomo all'altro. Per un oggetto siffatto è verosimile aspettarsi che esistano esperimenti in grado di accedere completamente ad esso. Invece gli alunni non si trovano di fronte a niente del genere, ma **a un processo di misura indiretto, nel quale non vi sono palline che saltano ma fenomeni macroscopici (soluzioni saline, passaggio di corrente) che solo la teoria mette in relazione con l'oggetto ultimo dell'indagine.** Nei più attenti e consapevoli questo fatto può causare sorpresa se non addirittura disorientamento, ma si tratta di un disagio salutare – ed è compito dell'insegnante provocare tutta la classe su questo punto – che costituisce un valido elemento per acquisire quel cambio di paradigma richiesto dalla meccanica quantistica. In altri termini, è in esperienze come questa che lo studente tocca con mano due aspetti fondamentali del mondo microscopico: non è mai possibile accedere all'oggetto "tutto insieme" ma solo ad alcuni parametri volta per volta implicati dalla particolare situazione sperimentale (come richiede il principio di complementarità); l'accesso all' "oggetto" avviene sempre in maniera indiretta mediante lo strumento di misura e quindi attraverso grandezze macroscopiche⁴.

Ringraziamenti

La sperimentazione didattica descritta in queste pagine è stata realizzata nell'ambito del progetto "Laboratori del Sapere Scientifico" (LSS) della Regione Toscana. Il processo di formazione degli insegnanti di chimica e di fisica della nostra scuola – sostenuto e incoraggiato dal dirigente scolastico prof. Mario Cristiano Regali – è stato seguito da vicino dal prof. Fabio Olmi che ha fornito importanti stimoli, spunti di riflessione e le modalità di effettuazione dell'esperienza di misura della carica portata da singoli ioni. Tutta la parte sperimentale non sarebbe stata possibile senza l'opera del tecnico di laboratorio, sig. Fausto Canesi. Infine, un particolare ringraziamento va agli alunni della 5EL a.s. 2011/2012, che hanno affrontato la sfida della misura della carica dell'elettone con serietà e impegno e ai quali è idealmente dedicato questo articolo.

Bibliografia

- G. Bachelard, *La philosophie du non. Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*, Presses Universitaires de France, Paris 1962.
P.A.M. Dirac, The Cosmological Constants, *Nature*, 1937, **139**, 323.
L. D. Landau, E. M. Lifšits, *Meccanica quantistica. Teoria non relativistica*, Editori Riuniti, Roma 1982.

4. Una accurata e chiara discussione sul ruolo dello strumento di misura e sulla relazione tra la fisica classica (che governa lo strumento) e la meccanica quantistica (che governa il sistema misurato) la si può trovare nel primo capitolo dell'ormai classica opera di Landau e Lifšits sull'argomento (Landau, Lifšits 1982).

Scienza: dalla storia al futuro.

A.M. Cardinale^{1,2}, R. Carlini^{1,2}, M. Maccagno¹, R. Mosconi¹, G. Petrillo¹, L. Ricco¹

1 Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale – Via Dodecaneso 31 - 16146 Genova
2 INSTM : Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali
carlini@chimica.unige.it

Riassunto

Recentemente ha acquistato grande rilievo l'impegno delle istituzioni e del mondo industriale nel proporre la scienza ai giovani studenti con l'intento di avvicinarli a questa disciplina e di favorire una crescita sociale a livello tecnologico e scientifico. Il Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Genova (DCCI) è impegnato da molti anni in questa direzione; in questo lavoro vengono presentati due progetti rivolti alle scuole che hanno voluto unire ad attività di laboratorio una visita al Museo di Chimica del Dipartimento, nell'intento di fornire ai giovani partecipanti una visione della chimica che non prescindesse dall'aspetto umanistico e storico dello "scienziato". Gli insegnanti sono stati invitati a compilare dei questionari per valutare sia la parte della visita museale sia la parte dell'esperienza in laboratorio.

Abstract

In recent years both institutions and industries have been involved in actions meant to favor the approach of the young generations to science, in order to increase the scientific and technological development of society. In this framework, during the last years, the Department of Chemistry and Industrial Chemistry (DCCI) of the University of Genova has been carrying on different projects.

In this paper two such projects will be described, in which the laboratory activities are preceded by a visit to the Chemistry Museum of the DCCI, so that the young visitors could appreciate chemistry from a more complete point of view. During the activities a questionnaire was distributed to the teachers, in order to evaluate the projects both for the museum and the laboratory contributes. An evaluation of the results is reported herein.

Introduzione

Negli ultimi anni la scienza è stata al centro di un processo di diffusione multilivellare allo scopo di riavvicinare la società, ed in particolare le nuove generazioni, a questa disciplina affascinante ed al contempo indispensabile per la crescita culturale ed economica del nostro paese. Molte sono le iniziative promosse o patrocinate da enti statali e privati che hanno reso possibile la realizzazione di eventi a carattere scientifico. L'adesione a queste manifestazioni è sempre stata molto alta ed ha coinvolto una larga parte della cittadinanza, dimostrando come la scienza possa essere interessante indipendentemente dal grado d'istruzione e dall'età.

Durante l'anno scolastico 2011-2012 il Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Genova (di seguito DCCI) ha partecipato e/o promosso diversi progetti dedicati alle scuole di ogni ordine e grado, il cui obiettivo era di avvicinare i giovani alla scienza attraverso attività di tipo laboratoriale che consentissero ai ragazzi di condurre in prima persona un "esperimento scientifico". Per cercare di uscire dal preconetto che spesso vede una dicotomia fra discipline considerate prettamente tecniche e l'evoluzione storica dell'uomo (anche gli scienziati sono uomini inseriti in un contesto storico-sociale), si è deciso di affiancare all'attività laboratoriale una visita guidata da chimici esperti nel settore al Museo di Chimica del DCCI. Pertanto, prima del laboratorio, gli studenti partecipanti ai due progetti fanno una visita guidata al Museo di Chimica; poiché il Museo ed il DCCI (dove si sono svolti i laboratori) sono vicini, la visita si svolge la mattina stessa prima di entrare in laboratorio.

Il Museo di Chimica

Di questa collezione fanno parte numerose attrezzature chimiche, impiegate nel campo della ricerca, oppure usate nel corso delle lezioni per esperienze dimostrative. Esse risalgono in parte alla seconda metà del 1800, che vide nascere e prosperare a Genova gli studi universitari in campo chimico, soprattutto per merito di Stanislao Cannizzaro che, presente a Genova dal 1855 al 1861, diede un forte impulso anche all'ammmodernamento delle strutture ed all'acquisizione di strumentazioni all'avanguardia per i tempi. La raccolta si è poi arricchita nel tempo anche con apparecchiature di tipo chimico-fisico notevolmente più complesse.

Nel loro insieme i reperti raccolti ed esposti in locali originali, ed originalmente attrezzati con banconi e scaffali risalenti alla prima metà del '900, testimoniano la trasformazione che le scienze chimiche hanno subito negli ultimi due secoli, passando dalle apparecchiature più semplici, ereditate dalla pratica alchemica (storte, mortai, imbuti, fiasche, forni a carbone...), a quelle più propriamente chimiche (apparecchi di Kipp, bilance analitiche).

Sulla base della collezione disponibile, sono stati previsti e messi a punto alcuni percorsi guidati, la cui estensione temporale ed il cui contenuto sono ovviamente adattabili all'età ad alle conoscenze presunte dei visitatori. Tra questi, la storia del "colore" (attraverso strumenti di varia natura, spettroscopi, campioni di coloranti, tavole del colore, etc.) e quella delle "arie", cioè della materia impalpabile ed invisibile che riempie lo spazio e la cui comprensione ha rappresentato una delle pietre miliari della storia della chimica. Per i ragazzi delle superiori è stata anche predisposta una trattazione semplice riguardante l'isolamento e l'identificazione di terre rare, argomento su cui Genova si è particolarmente distinta intorno alla metà degli anni '50, lasciando al Museo diverse attrezzature di laboratorio.

Progetti "Museo + Laboratorio"

Vengono di seguito descritti due progetti per i quali è stato approntato un questionario di valutazione che i docenti delle classi partecipanti sono stati invitati a compilare; i risultati di tale valutazione verranno discussi di seguito.

Progetto "TECH TO SCHOOL"

Il progetto, promosso dalla Fondazione Edoardo Garrone e che vede l'interazione di aziende, istituti di ricerca e università, nasce allo scopo di avvicinare i ragazzi delle scuole secondarie di II grado alle materie scientifiche e di far conoscere loro realtà di eccellenza della ricerca nell'ambito del territorio ligure.

Il progetto è rivolto alle classi 3^e e 4^e delle scuole secondarie di II grado della provincia di Genova, con particolare riferimento ai licei classici, scientifici, linguistici ed agli istituti tecnici. E' stato articolato in: visite guidate nelle realtà industriali e tecnologiche liguri (Istituto Italiano di Tecnologia, Ansaldo Energia, ILVA), visita al Museo di Chimica, partecipazione diretta ad attività laboratoriali presso il DCCI.

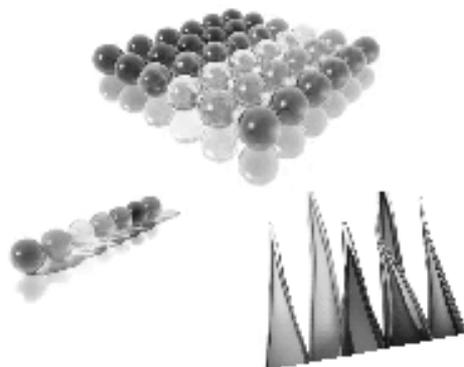
Grazie a questo progetto molti studenti hanno modo di valutare con mano l'importanza della scienza per lo sviluppo tecnologico e, durante le attività pratiche, possono calarsi appieno nel ruolo del ricercatore. Valutati i feedback, molto positivi (il gradimento medio di insegnanti e studenti è risultato essere rispettivamente di 4.9 e 4.7 su una valutazione massima di 5), è possibile dedurre che la tipologia di progetto sia molto efficace per raggiungere gli obiettivi preposti e che possa essere utilizzato come prototipo per una sua futura replica o come possibile volano per ulteriori attività disciplinari. L'approccio educativo che caratterizza il progetto è, come già ricordato, la partecipazione diretta della studente (metodologia "hands-on"). Questo approccio può essere sintetizzato benissimo con una massima di Confucio "Se ascolto dimentico, se vedo ricordo, se faccio capisco". Il metodo è un processo di insegnamento / apprendimento che permette allo studente di sperimentare in prima persona abilità semplici o complesse richieste nella pratica professionale. Esso si basa su alcuni punti focali:

- simulazione operativa
- analisi e risoluzione di casi/problemi
- lavoro di progetto
- lavori di gruppo
- role playing formativo

Al termine della visita al museo gli studenti vengono accolti nei laboratori didattici del DCCI dove hanno modo di assistere ad una presentazione multimediale propedeutica alla attività sperimentale vera e propria; quest'ultima, eseguita sotto la guida di ricercatori con esperienza nell'ambito della diffusione scientifica e della didattica alle scuole, è strutturata sulla base delle tematiche affrontate in sede di visita a IIT ed alle aziende, e in conformità alle linee guida del MIUR.

Tre sono state le attività pratiche proposte agli studenti:

Trasparenze di colori - Sintesi di vetri colorati - Un vetro è un materiale ottenuto da composti solidi fusi, in genere ossidi inorganici, raffreddati rapidamente per impedirne la cristallizzazione: lo stato vetroso è quello di un solido bloccato nella struttura disordinata di un liquido. E' possibile impartire ai vetri un colore aggiungendo costituenti secondari quali ossidi o sali metallici. Gli studenti pesano i reagenti in polvere, li miscelano e li introducono in crogioli per il trattamento termico. I campioni sono posti in un forno ad elevata temperatura (1000°C) nel quale si ha la fusione delle polveri. Al termine del trattamento si estrae il crogiolo dal forno e si versa il liquido su una lastra di alluminio o in stampi di grafite per favorirne un rapido raffreddamento. Gli studenti possono osservare le diverse colorazioni impartite da ossidi diversi e la diversa intensità del colore a seconda della quantità di ossido di metallo di transizione aggiunto.

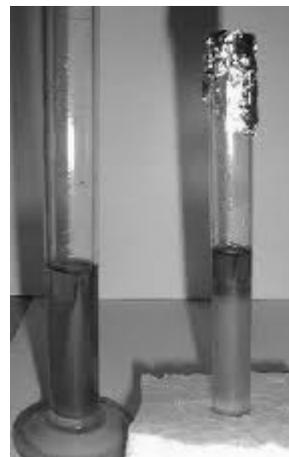


C'è plastica... e plastica - Il laboratorio si pone come obiettivo quello di accompagnare gli studenti in un breve ma significativo viaggio nel mondo della plastica, affinché imparino a conoscere meglio questo materiale, apprezzandone la grande versatilità e valutandone con maggior consapevolezza i pregi e i difetti. Le attività laboratoriali sono precedute da una presentazione integrante le conoscenze degli studenti. Le attività sono dedicate a sperimentare il processo di sintesi di macromolecole particolari quali il nylon[®] e la 'gomma piuma'. Inoltre vengono esplorate proprietà molto curiose e particolari di alcuni polimeri, meno comunemente associati a questa categoria, come la colla o i pannolini per neonati. L'obiettivo, in questo caso, è quello specifico di stimolare la curiosità degli studenti



e dimostrare loro quante differenti e inaspettate applicazioni siano possibili con un materiale tanto versatile. Si chiude il viaggio con una doverosa educazione ambientale parlando di riciclo e recupero energetico, sperimentando la possibilità o meno di trasformare un manufatto in un altro in funzione della tipologia di plastica di cui è composto.

Pigmenti naturali: estrazione ed analisi - L'estrazione, l'isolamento, e l'analisi spettroscopica di pigmenti naturali sono tre momenti di una attività che coinvolge la conoscenza e l'utilizzo sequenziale di più tecniche di base di un laboratorio di chimica organica. I pigmenti vengono inizialmente estratti dagli spinaci. La miscela estratta, costituita essenzialmente da clorofilla (verde) e carotene (giallo-arancio), viene poi sottoposta ad un processo di separazione che utilizza come componente essenziale la silice (in definitiva, sabbia) sfruttando le diverse caratteristiche strutturali dei due composti. La migrazione, lungo una colonna di silice, di due "bande" differentemente colorate giustifica appieno il nome attribuito alla tecnica impiegata: "cromatografia", cioè "scrittura del colore". Infine i due pigmenti vengono separatamente sottoposti ad analisi spettroscopica nel visibile consentendo di giustificare il colore ed eventualmente di stabilire, su basi quantitative, l'efficacia del processo di estrazione dagli spinaci.



Progetto "IL MUSEO DI CHIMICA PER LE SCUOLE"

Presso il Museo di Chimica è stata avviata anche un'iniziativa rivolta agli studenti più piccoli, della scuola secondaria di primo grado e della scuola primaria. L'iniziativa prevede la visita guidata al museo, naturalmente adattata al livello di conoscenza dei giovani visitatori, e un percorso laboratoriale svolto nei laboratori attigui al museo.

Le numerose attività laboratoriali proposte hanno in comune la caratteristica di essere svolte dai bambini in prima persona, preferibilmente in coppia, con materiali assolutamente non pericolosi, economici e di facile reperibilità (nella maggior parte dei casi si tratta di materiali molto noti, perchè appartenenti alla vita quotidiana, come ad esempio latte, sapone, bibite, vegetali di vario tipo e molti altri ancora). Tali attività sono suddivise sia per argomento che per fascia di età consigliata, in modo da favorire la scelta ad opera degli insegnanti. Gli argomenti sono stati proposti in modo da integrare, con esperienze pratiche, le conoscenze curricolari altrimenti prevalentemente teoriche: per questo motivo le attività ruotano essenzialmente attorno agli stati della materia, alle proprietà dell'acqua e alle trasformazioni delle sostanze.

Questi i percorsi laboratoriali dedicati alla scuola primaria:

- *Quanti colori con la verdura!* - Età consigliata: dalla classe III alla classe V. Laboratorio dedicato agli indicatori naturali
- *Tinge o non tinge?* - Età consigliata: dalla classe II alla classe V. La tintura di diversi tipi di tessuto con coloranti ricavati da frutta e verdura o sintetici (coloranti alimentari)
- *Le piante e la clorofilla* - Età consigliata: classi IV e V. Attività sull'estrazione e la separazione della clorofilla
- *Solido, liquido o gas?* - Età consigliata: classi IV e V. Proprietà e caratteristiche distintive degli stati della materia.
- *I gas e le loro proprietà: l'aria* - Età consigliata: classi IV e V. Esperienze semplici per meglio conoscere l'aria e coglierne l'aspetto più 'tangibile'
- *L'acqua: fantastico solvente* - Età consigliata: dalla classe II alla classe V. Attività e giochi sulla solubilizzazione di solidi e liquidi.
- *Capillarità e tensione superficiale* - Età consigliata: dalla classe III alla classe V.

Scienza: dalla storia al futuroA.

Simili percorsi sono stati elaborati anche per gli studenti della scuola secondaria inferiore, diversificando le attività e l'approfondimento dell'argomento in funzione della maggiore età degli interlocutori. In aggiunta, anche un laboratorio dedicato alle trasformazioni fisiche e chimiche, molto apprezzato anche perchè strettamente associato al percorso curricolare del secondo anno della scuola media inferiore. Questi i percorsi laboratoriali nello specifico:

- *Quanti colori con la verdura!*
- *Le piante e la clorofilla*
- *Trasformazioni fisiche e chimiche*
- *Solido, liquido o gas?*
- *C'è gas e gas: l'aria e l'anidride carbonica*
- *Capillarità e tensione superficiale.*

Risultati dei questionari

Nel periodo fra ottobre 2011 e maggio 2012 hanno visitato il Museo della Chimica di Genova 60 classi, per un totale di oltre 1300 studenti, provenienti da scuole elementari, medie e superiori della Regione Liguria.

In Fig.1 è riportata la suddivisione degli studenti in base alla scuola di provenienza. In Tab.1 sono riportati i laboratori proposti ed il numero di classi dalle quali sono stati scelti

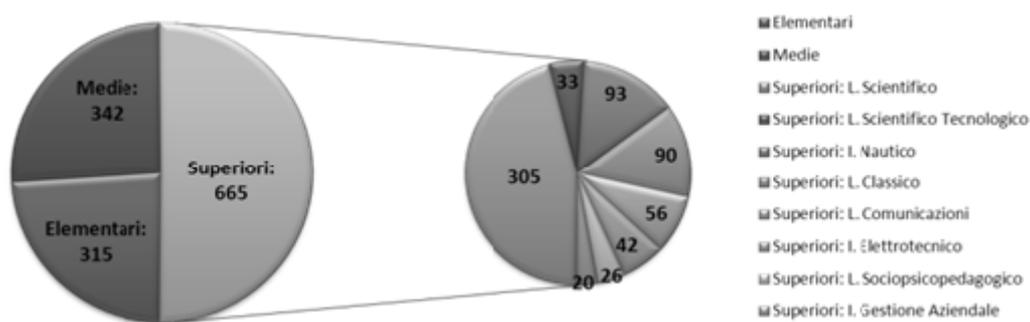


Fig. 1 - Scuole di provenienza: grado e tipologia.

Dall'esame della Tabella 1, le scelte effettuate dagli insegnanti indicano chiaramente come per le scuole elementari i temi legati alla clorofilla ed all'acqua siano decisamente attraenti: pensiamo che ciò sia dovuto tanto ad una evidente ed immediata attinenza con i programmi quanto ad una minore conoscenza e familiarità degli insegnanti con altri temi che a nostro parere potrebbero essere invece altrettanto interessanti. Quanto alle scuole medie, le trasformazioni chimiche e fisiche rientrano nel programma e l'insegnante vede una buona possibilità di integrazione ed approfondimento nell'attività di laboratorio proposta. Per quanto riguarda, infine, le scuole superiori la scelta dei laboratori dipende da molti fattori, tra i quali sicuramente risulta preminente, ancora una volta, l'attinenza con il programma di scienze. Da queste indicazioni emerge la possibilità di ottimizzare l'attività progettuale tramite una più capillare, completa, ed efficiente informazione preliminare degli insegnanti, al fine di rendere più chiari ed omogeneamente fruibili i percorsi laboratoriali offerti. Fra le domande poste dal questionario riportiamo in Tabella 2 la valutazione riguardante la capacità di comunicazione e quella relativa agli spazi ed ai tempi a disposizione delle attività.

Tab. 1 - Tipologia di laboratori e relative scelte

Laboratorio	Elementari	Medie	Superiori	TOTALE
Le piante e la clorofilla	8	-	-	8
L'acqua: fantastico solvente	4	-	-	4
Quanti colori con la verdura!	3	2	-	5
I gas e le loro proprietà: l'aria	1	-	-	1
Trasformazioni fisiche e chimiche	-	9	-	9
Solido, liquido o gas?	-	3	-	3
Capillarità e tensione superficiale	-	1	-	1
Vetri	-	-	15	15
Plastica	-	-	10	10
Pigmenti	-	-	4	4

Tab. 2 – Valutazione della qualità della comunicazione, degli spazi e dei tempi

Gli spazi utilizzati le sono sembrati adeguati?	Elementari	Medie	Superiori	TOTALE
Si	16	15	29	60
NO				0
Ritiene che la qualità della comunicazione durante il laboratorio e/o la visita guidata sia stata				
Buona ed adeguata all'età degli studenti	15	15	28	58
Sufficientemente adeguata	1		1	2
Scarsamente adeguata				
Ritiene che i tempi dedicati alle attività siano stati				
Adeguati	16	15	29	60
Troppo lunghi				
Troppo brevi				

Dal punto di vista della comunicazione il risultato è decisamente soddisfacente, anche perché le risposte confermano ciò che si percepiva direttamente durante le attività: un buon contatto con i ragazzi e con gli insegnanti. Risposta plebiscitaria per i tempi e per gli spazi: risposta praticamente scontata in quest'ultimo caso, poiché le attività sono state svolte in laboratori didattici dell'università, perfettamente strutturati, con il valore aggiunto di portare i ragazzi proprio dentro l'università (che si è dimostrata un luogo non lontano da loro ma accogliente e disponibile) e lavorare in un laboratorio "vero".

Riguardo al solo laboratorio abbiamo posto anche la domanda se i materiali utilizzati fossero adeguati e se si ritenesse possibile riprodurre l'esercitazione a scuola, eventualmente arricchendola di nuovi aspetti teorici e/o pratici. Le risposte al quesito, riportate nella Figura 3, evidenziano un chiara differenza fra i due gruppi elementari-medie e superiori.

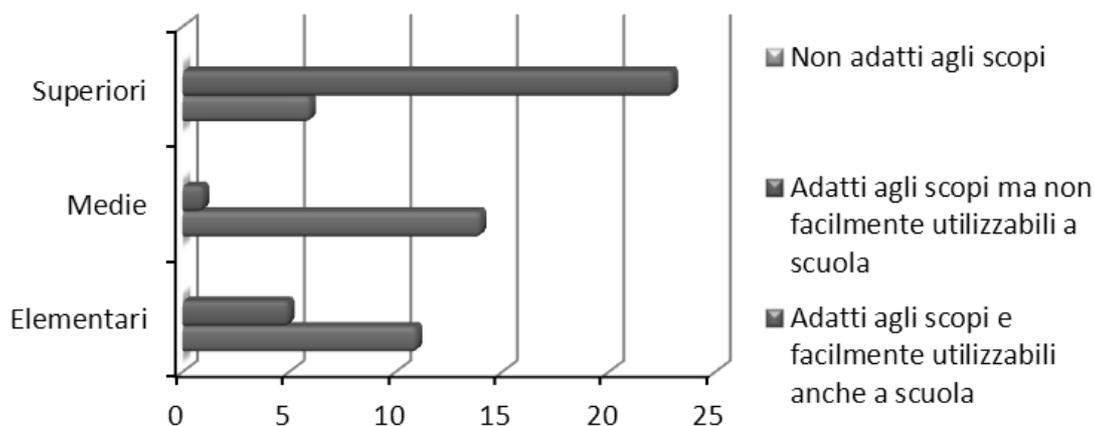


Fig. 3 - Risposte al quesito riguardante i materiali (reagenti, vetreria, etc) usati in laboratorio e la possibile riproducibilità dell'esperienza a scuola.

Relativamente alla riproducibilità a scuola i pareri dipendono dallo specifico laboratorio. Ovviamente i laboratori più complessi, quelli riservati alle scuole superiori, mostrano un minor grado di riproducibilità a scuola.

Anche se nel presente lavoro non sono state riportate le risposte a tutte le domande del questionario, in generale ciò che emerge è che queste attività sono fondamentali per la scuola specialmente in questo momento difficile in cui per svariati motivi (norme sulla sicurezza sempre più restrittive, riduzioni di organico e di fondi etc) la scuola pur dando il massimo non riesce a svolgere attività di laboratorio in ambito scientifico. Questi progetti, siano essi finanziati da enti privati o pubblici, debbono continuare e cercare di essere sempre più interattivi con la scuola per centrare meglio il bersaglio che è un avvicinamento dei giovani alla scienza, dal punto di vista tecnico ma anche come cultura scientifica nel suo insieme. Nel prossimo anno scolastico le attività continueranno e ci proponiamo di elaborare questionari più articolati per porre le basi di uno studio statistico più solido.

Relazione dei Giochi della Chimica 2012

Milano, 23 maggio 2012

Mario Anastasia

Si sono conclusi anche quest'anno i Giochi della Chimica con la selezione dei campioni nazionali delle tre categorie A, B e C in cui sono distinti gli studenti delle scuole medie superiori.

Come molti studenti e professori sanno, i Giochi della Chimica sono una delle più importanti manifestazioni nazionali che ogni anno coinvolge tutti gli studenti delle scuole medie superiori. La manifestazione, patrocinata dal Ministero della Pubblica Istruzione, è organizzata dalla Divisione di Didattica Chimica della Società Chimica Italiana (SCI) e ha lo scopo di stimolare l'interesse dei giovani verso la conoscenza della Chimica, facendo loro comprendere l'importanza di tale Scienza per la vita dell'uomo e dell'intero Universo. Analoghe competizioni si svolgono infatti non solo in Europa ma in tutto il mondo, anzi i paesi balcanici, che oltre ad aver dato inizio alle Olimpiadi della Chimica sono molto più attivi di quelli dell'Europa Occidentale nell'organizzare competizioni scientifiche durante tutto il corso dell'anno.

Le competizioni sono in genere valide per la selezione della rappresentativa nazionale alle Olimpiadi Internazionali della Chimica. In Italia ai Giochi della Chimica si abbina anche la selezione delle eccellenze scientifiche tra i nostri giovani, nostro orgoglio e nostra assicurazione per un futuro degno delle nostre tradizioni e della storia scientifica del nostro Paese. Il sottoscritto Mario Anastasia ha l'onore, e l'onere, di essere il responsabile nazionale dell'organizzazione per conto della Società Chimica Italiana, a sua volta incaricata dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. La competizione comprende una selezione nazionale, prima a livello Regionale e poi a livello Nazionale, dei campioni Italiani. L'organizzazione conta sulla collaborazione di un gruppo di volontari che costituiscono un comitato scientifico e organizzativo, sull'aiuto di una squadra di giovani docenti, in genere ricercatori universitari specializzati nelle varie discipline, nonché della preziosa collaborazione capillare, a livello nazionale, di tutti i Colleghi Presidenti delle Sezioni Regionali della SCI. Questi operano in prima persona o nominano un responsabile che ogni anno si incarica di organizzare e seguire, a livello regionale, lo svolgimento delle selezioni regionali nel rispetto delle regole stabilite e delle indicazioni del comitato organizzativo, uguali per tutt'Italia. I Presidenti di sezione regionale della SCI ricevono dal coordinatore nazionale una serie di avvisi che girano ai licei e agli istituti tecnici della loro regione in modo da coinvolgere il maggior numero di scuole e di studenti. La competizione, che quest'anno ha compiuto il suo ventottesimo anno, è aperta agli studenti di tutte le Scuole Secondarie Superiori che, come si è detto, partecipano a tre distinte classi di concorso: la classe "A" riservata agli studenti dei trienni iniziali di qualsiasi tipo di scuola, la classe "B" riservata agli studenti dei successivi bienni (Licei e Istituti tecnici), la classe "C" riservata agli studenti dei bienni a indirizzo chimico degli Istituti Tecnici e Professionali. Dopo una selezione a livello delle diverse Scuole, i professori dei vari Istituti inviano i loro campioni alle selezioni regionali.

Dopo le selezioni regionali, dove i giovani partecipanti devono risolvere 60 quesiti a risposta suggerita che riguardano argomenti di chimica differenziati per le tre categorie: A, B e C (in verità, le categorie A e B hanno in comune 40 quesiti, mentre le categorie B e C hanno in comune 20 quesiti), il primo classificato per ogni categoria, partecipa a una selezione nazionale dei Giochi della Chimica. Questa si svolge da sempre presso il ridente Centro Giovanni XXIII di Frascati, dove vengono proclamati i campioni nazionali delle tre categorie. Il giorno successivo alla gara a quesiti a risposta suggerita, si svolge un'ulteriore selezione con problemi a risposta aperta. A questa selezione partecipano i primi classificati delle categorie C e B e ogni ragazzo che non temendo di essere mortificato, dagli esercizi più duri, chiede di partecipare. Con questa gara vengono selezionati 8 candidati che vengono allenati a Pavia, per sette giorni. Tra di essi vengono selezionati i quattro prescelti che partecipano alle Olimpiadi. Quest'anno le Olimpiadi sono alla 44^{ma} edizione e si svolgeranno a Washington, DC, USA 21-30 Luglio 2012.

La selezione regionale si è svolta il giorno 21 aprile, in anticipo rispetto agli altri anni per permettere la partecipazione di tutte le regioni che nei sabati successivi avevano feste regionali o patronali che rendevano impossibile utilizzare in tutt'Italia le aule universitarie. Le prove nazionali si sono svolte invece il 18 e il 19 maggio. Gli allenamenti e le selezioni dei 4 partecipanti alle Olimpiadi si svolgeranno a Pavia dall'11 al 16 giugno e dal 16 al 19 luglio, sempre presso il Collegio Plinio Fraccaro.

Quest'anno hanno partecipato alle selezioni regionali circa 6500 studenti delle varie categorie. La Valle d'Aosta ha partecipato per la prima volta con grande piacere di tutti gli studenti e i mentor delle altre regioni. A quelle nazionali di Frascati ha partecipato circa un centinaio di partecipanti. Il pomeriggio del 17 maggio i concorrenti con i loro mentor sono stati accolti da un pulmino messo a disposizione, come ormai tradizione, dalla Società Gibertini Elettronica che da sempre si fa carico di fornire questa agevolazione ai partecipanti anche per il giorno del ritorno.

La sera dell'arrivo i partecipanti si sono salutati e hanno cenato assieme in un'allegria serata dove i vecchi partecipanti, allievi e docenti, hanno ritrovato gli amici di tanti anni di impegno. Professori e giovani allievi hanno apprezzato la cu-

cina del cuoco con l'ottima pasta di Gragnano, magnificata da Totò, e l'ospitalità dei responsabili del Centro, che è stata sempre di alto livello, nonostante l'assenza di Padre Antonio, una figura cara a tutti noi, che da anni era diventato l guida spirituale di molti di noi e che ci incoraggiava a continuare la nostra opera di stimolo dei giovani verso la scienza. Le regole del suo ordine sacerdotale lo hanno costretto a trasferirsi quale cappellano universitario presso l'Università di Cosenza. Quest'anno i giovani atleti della chimica hanno avuto l'onore della visita del Presidente della Società Chimica Italiana, Professor Vincenzo Barone, che ha seguito la manifestazione e ha proceduto personalmente alla consegna delle medaglie e dei diplomi ai ragazzi, ai loro insegnanti e alle scuole.

Organizzatori e partecipanti hanno apprezzato la sensibilità del Presidente e le sue parole di stimolo a proseguire in questa tradizione importante per tutta la Nazione. Il Prof Barone è stato uno dei primi partecipanti alla competizione Olimpica e, come ha ricordato, considera questa sua iniziazione molto importante per l'entusiasmo che gli ha permesso il suo brillante sviluppo di carriera, fino a divenire uno dei più brillanti ricercatori internazionali e docente della Scuola Normale di Pisa.

Molti ragazzi si sono intrattenuti con lui e hanno anche preso accordi per avere informazioni sulle condizioni per partecipare alle selezioni per entrare a far parte della Scuola Normale.

La presenza del Professor Barone è stata importante perché ha ancora una volta confermato che l'amore per la didattica è il primo indice dell'amore per la ricerca.

Per tornare alla cronaca, avvertiamo che le graduatorie generali delle selezioni regionali compattate saranno pubblicate sul sito della SCI così come quelle nazionali. Le seconde saranno anche pubblicate da "La Chimica nella Scuola".

Qui riportiamo solo il nome dei giovani vincitori dei Giochi: le tre medaglie d'oro, le tre di argento e le tre di bronzo, con un pari merito e di quelli selezionati per gli allenamenti di Pavia. Questi ultimi sono stati selezionati con una prova a risposta aperta, svoltasi, come da regolamento, il giorno dopo le gare nazionali e tenendo conto del loro curriculum.

Classe A:

- 1) Terenzi Lorenzo; medaglia d'oro; Umbria con 168 punti
- 2) Ratibondi Luca; medaglia d'argento; Piemonte con 148 punti (pari merito)
- 3) Bernardini Massimo; medaglia d'argento; Liguria con 148 punti (pari merito)
- 4) Palmieri Giuseppe; medaglia di bronzo; Puglia con 136 punti

Classe B:

- 1) Balbi Alice; medaglia d'oro; Liguria con 168 punti
- 2) Potenti Simone; medaglia d'argento; Toscana con 159 punti
- 3) Stefanini Martino; medaglia di bronzo; Emilia Romagna con 157 punti

Classe C:

- 1) Catalano Marco; medaglia d'oro; Abruzzo con 147 punti
- 2) Palazzo Ivan; medaglia d'argento; Puglia con 139 punti
- 3) Melani Andrea; medaglia di bronzo; Toscana con 123 punti

I selezionati per Pavia sono:

Palazzo Ivan, dell'ITIS "Luigi Dell'Erba" di Castellana Grotte (BA)

Melani Andrea, dell'ITIS "Tullio Buzzi" di Prato

Balbi Alice, del Liceo Scientifico Tecnologico "Liceti" di Rapallo (GE)

Catalano Marco, dell'ITIS "Luigi di Savoia" di Chieti

Mastromarino Dario, dell'ITIS "Luigi Dell'Erba" di Castellana Grotte (BA)

Ribezzi Giuseppe, dell'ITIS "E. Majorana" di Brindisi

Stasi Michele, del Liceo Scientifico "G. Marconi" di Foligno

Terenzi Lorenzo, del Liceo Scientifico "G. Marconi" di Foligno

Come al solito i vincitori hanno ricevuto al posto delle medaglie un delfino d'oro della Pomellato, offerto, come tradizione, dalla SCI. La Società Bracco ha offerto cappellini, zainetti, borse di stoffa pieghevoli, providenziali ombrellini per le piogge avute al ritorno, a tutti i partecipanti, senza risparmio di mezzi. Anzi, questa volta ha pensato anche ai partecipanti alle Olimpiadi, dove i mentor potranno portare alcuni poncho di emergenza e ombrellini.

Anche questa edizione si è svolta quindi con successo e il sottoscritto ha ringraziato oltre al Ministero e alla SCI, tutti coloro che hanno contribuito a renderla possibile. In primis gli studenti partecipanti e i loro professori, tutti i colleghi presidenti delle sezioni regionali della SCI e i loro fiduciari che più da vicino hanno collaborato a rendere possibile l'evento.

<i>NUMERO DI STUDENTI PARTECIPANTI</i>				<i>PARTECIPAZIONE SCUOLE PER REGIONE</i>					
	A	B	C	Totale		A	B	C	Totale
Abruzzo	58	109	34	201	Abruzzo	7	16	5	28
Basilicata	42	108	40	190	Basilicata	5	9	3	17
Calabria	106	223	57	386	Calabria	16	28	10	54
Campania	136	358	34	528	Campania	24	61	4	89
Emilia Romagna	268	406	73	747	Emilia Romagna	28	36	12	76
Friuli V. Giulia	115	211	48	374	Friuli V. Giulia	8	17	3	28
Lazio	58	147	53	258	Lazio	10	22	8	40
Liguria	26	131	3	160	Liguria	3	13	1	17
Lombardia	113	177	81	371	Lombardia	26	44	14	84
Marche	106	143	96	345	Marche	10	16	5	31
Piemonte	163	311	60	534	Piemonte	19	35	8	62
Valle D'Aosta	1	/	/	1	Puglia	18	47	6	71
Puglia	144	308	49	501	Sardegna	8	7	2	17
Sardegna	40	43	13	96	Sicilia	18	40	7	65
Sicilia	108	229	59	396	Toscana	22	33	12	67
Toscana	93	158	80	331	Trentino Alto Adige	10	11	2	23
Trentino Alto Adige	62	73	68	203	Valle D'Aosta	1	/	/	1
Umbria	50	109	7	166	Umbria	10	12	1	23
Veneto	171	258	90	519	Veneto	35	36	10	81
Molise	37	87	/	124	Molise	8	13	/	21
Totale	1897	3589	6431		Totale	286	496	113	895

Per questioni di spazio, le classifiche specifiche della prova regionale compattate saranno pubblicate nel sito della SCI e si Chimica nella Scuola (CNS). Così anche la classifica delle prove nazionali. Possiamo quindi chiudere questa breve cronaca degli eventi, concludendo che anche questa edizione si è svolta con successo e soddisfazione di tutti e possiamo ringraziare quanti hanno contribuito a renderla possibile, dagli studenti partecipanti, ai loro professori, a tutti i miei colleghi delle regioni e a quelli che più da vicino hanno collaborato a rendere possibile l'evento. A tutti i lettori un arrivederci alla fine delle Olimpiadi a Washington.

Informazioni



Società Chimica Italiana

CnS-La Chimica nella Scuola

ISSN 0392-8942

**Anno XXXIV n. 2
Aprile - Luglio 2012**

Direttore responsabile

Luigi Campanella

Dipartimento di Chimica
Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 ROMA
e-mail: luigi.campanella@uniroma1.it

Redattore

Pasquale Fetto

Via Carlo Iussì, 9
40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. 051463312 cell. 3280221434
e-mail: pasquale.fetto@didichim.org

Editore

SCI - Viale Liegi 48/c - 00198 Roma

Comitato di redazione

Aldo Borsese, Luigi Campanella, Liberato Cardellini, Marco Ciardi, Valentina Domenici, Pasquale Fetto, Silvano Fuso, Fabio Olmi, Pierluigi Riani, Silvia Ripoli, Gianmarco Ieluzzi, Giovanni Villani.

Comitato Scientifico

Aldo Borsese, Luigi Campanella, Luigi Cerruti, Rinaldo Cervellati, Michele Antonio Floriano (*Presidente della Divisione di Didattica*), Ezio Roletto, Richard Zare.

Periodicità: bimestrale (5 fascicoli all'anno)

Abbonamenti annuali

Italia € 48,00 - Paesi comunitari € 58,00

Fascicoli separati Italia € 12,00

Fascicoli separati Paesi extracomunitari € 15,00

Gli importi includono l'IVA e, per l'estero, le spese di spedizione via aerea.

Spedizione in abbonamento postale Art.2 comma 20/C Legge 662/96 Filiale di Roma

Ufficio Abbonamenti

Manuela Mostacci

SCI, Viale Liegi, 48/c - 00198 - Roma

Tel. 068549691 fax 068548734

e-mail: manuelamostacci.sci@agora.it

Copyright 1995 Società Chimica Italiana

Pubblicazione iscritta al n. 219 del registro di Cancelleria del Tribunale di Roma in data 03.05.1996

La riproduzione totale o parziale degli articoli e delle illustrazioni pubblicate in questa rivista è permessa solo se autorizzata dalla Direzione

La Direzione non assume responsabilità per le opinioni espresse dagli autori degli articoli, dei testi redazionali e pubblicitari

Editing

Pasquale Fetto

pasquale.fetto@didichim.org

Stampa

DE VITTORIA s.r.l.

Via Degli Aurunci, 19 - 00185 ROMA