

A03

La Chimica nella Scuola

a cura di



Società Chimica Italiana



Copyright © MMXV
Aracne editrice int.le S.r.l.

www.aracneeditrice.it
info@aracneeditrice.it

via Quarto Negroni, 15
00040 Ariccia (RM)
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-xxxx-x
ISSN 0392-8942

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,
di riproduzione e di adattamento anche parziale,
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: gennaio 2015

SOMMARIO

EDITORIALE	
Chimica, chemofobia e quotidianità	7
di Silvano Fuso	
DALLA COPERTINA a cura di Gianmarco Ieluzzi	11
Un premio condiviso in tre	
La plastica, un nuovo materiale per i Beni Culturali	13
di Luigi Campanella	
Un percorso di avvio alla chimica a partire dai 6 anni	17
di Ilaria Rebella	
Un'introduzione sperimentale - induttiva all'equazione di Nernst e ad alcuni approfondimenti relativi all'elettrochimica di base	23
Roberto Soldà	
La Tavola Periodica di Hugo Schiff, forse la Prima nel suo genere in Italia – Parte II	37
di Marco Fontani, Mariagrazia Costa, Laura Colli	
Reazioni del terreno e suo potere tampone	45
di Pasquale Fetto	
PLS – Scienza dei materiali: una realtà consolidata	69
Riccardo Carlini	
REVIEWS	79
Eric R. Scerri	
di Luigi Campanella	
LIBRI IN REDAZIONE	83
FEDERCHIMICA PER LA SCUOLA (a cura di Luigi Campanella)	85
Fondazione Giacomo Feltrinelli –Dieci borse di studio per la comunicazione e la didattica della scienza.	85
Ricerca - Scoperto un nuovo legame chimico 04 nov. 2014	
Italia - 808 mila posti vacanti nell'ICT	86
Laboratorio EXPO	86
NOTIZIE FLASH	89
Festeggiamenti dei primi 20 anni dell'Associazione Amici della Natura Rosignano	89
“Peer education” su <i>Chimica e Alimentazione</i> nelle scuole di Rosignano Marittimo	90
Gli 80 anni della Metrologia	91
Digitalizzazione e condivisione delle informazioni	91
Spese per la ricerca, rapporto Eurostat	92
ISTRUZIONI PER GLI AUTORI	93

Chimica, chemofobia e quotidianità

Nell'immaginario collettivo la chimica non gode di buona reputazione. L'aggettivo "chimico" è diventato sinonimo di "pericoloso", "tossico", "nemico della natura", "antiecologico", ecc.

Questo atteggiamento è divenuto talmente diffuso che è stato persino creato un neologismo, *chemofobia* (o *chemiofobia*), definito come:

Risposta negativa pressoché spontanea che si osserva quando la gente sente le parole sostanze chimiche e industria chimica¹

Secondo un'indagine promossa nel 2010 dalla Commissione Europea², solo il 22% dei cittadini europei intervistati associa l'espressione "prodotti chimici" all'aggettivo "utile". In Italia questa percentuale scende addirittura al 9%. Al 68% degli europei e al 67% degli italiani, quando pensano a "prodotti chimici", viene in mente l'aggettivo "pericoloso" e solamente al 4% di europei ed italiani viene in mente la parola "naturale".

Nel 1979 il prof. Luciano Caglioti pubblicò un celebre libro intitolato *I due volti della chimica. Benefici e rischi*, dove venivano esaminati gli enormi vantaggi che la chimica ha prodotto, ma anche gli inevitabili rischi associati alle sue applicazioni tecnologiche e industriali.

Nel 1987, il chimico americano George S. Hammond (1921-2005) pubblicò un articolo in cui addirittura si parlava di tre volti della chimica³. La prima faccia è quella della chimica intesa come scienza pura, finalizzata alla comprensione e alla conoscenza delle leggi che regolano la trasformazione della materia. La seconda faccia è quella della chimica applicata, che fornisce all'uomo straordinari strumenti per soddisfare le proprie necessità di cibo, abiti, manufatti, farmaci e di altre mille risorse necessarie al miglioramento la propria esistenza. La terza faccia è quella della chimica cattiva, che produce veleni e re-

1. D. Mac Kinnon, "Chemophobia" (Editorial), *Chemical & Engineering News*, 59 (29), p 5, 1981;

2. "Special Eurobarometer 360. Consumer understanding of labels and the safe use of chemicals", Report, maggio 2011. Scaricabile in pdf da questo indirizzo: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_360_en.pdf;

3. G. S. Hammond, "Three faces of chemistry", *Chemtech*, pp. 140-143, marzo 1987;

sidui tossici, che inquina e che ammala, che produce armi terribili di distruzione di massa.

La diffusa chemofobia fa sì che la maggior parte della gente, appena sente nominare la parola chimica, pensi solo alla terza faccia, dimenticando completamente le altre due.

Non è questa la sede per ricercare le cause della diffusa chemofobia. Sicuramente ce ne sono molteplici. La principale è però sicuramente l'ignoranza. Ignoranza di cosa sia realmente la chimica, ignoranza di quali siano le vere motivazioni che hanno creato talvolta problemi ambientali e/o sanitari, ignoranza del fatto che certi problemi possano essere risolti solamente con un'approfondita conoscenza dei fenomeni chimici, ecc.

La non conoscenza della chimica è talmente diffusa che talvolta raggiunge livelli grotteschi. C'è gente che vorrebbe bandire la chimica da determinati ambiti, ad esempio, dal cibo, dall'agricoltura, dalla medicina, ecc., auspicando l'uso di prodotti "chemical free". Peccato però che eliminando la chimica, si eliminerebbe anche il cibo, l'agricoltura e la medicina.

A tale proposito, nella primavera del 2014, Alexander F. G. Goldberg and C. Chemjobber (rispettivamente ricercatore statunitense e pseudonimo di un attivo blogger chimico) hanno proposto a *Nature Chemistry* un articolo⁴ dal titolo "A comprehensive overview of chemical-free consumer products". In esso gli autori dichiaravano di voler analizzare un ampio numero di prodotti di largo consumo nel settore alimentare, cosmetico, ecc. e di stilare un accurato elenco dei prodotti "chemical free". Ebbene, l'articolo era costituito da due pagine completamente bianche. Naturalmente si è trattato di una provocazione per sottolineare che non può esserci nulla senza chimica.

Molte persone non se ne rendono conto, ma dovunque guardiamo c'è chimica. E non solo perché l'ha introdotto l'uomo, ma perché la chimica è naturalmente presente in tutto ciò che ci circonda. Noi stessi siamo macchine chimiche e ogni nostra funzione è regolata da processi chimici. Anche le nostre attività più elevate, dai pensieri più razionali alle emozioni più profonde, hanno una base chimica. A qualcuno questa visione materialista può dare fastidio, ma conoscere a

4. Alexander F. G. Goldberg and C. Chemjobber, "A comprehensive overview of chemical-free consumer products", *Nature Chemistry*, vol. 6, 2014: <http://blogs.nature.com/thesepticalchymist/>;

fondo le basi molecolari della vita non può minimamente intaccare la sfera valoriale umana di cui noi stessi siamo gli unici responsabili.

L'ignoranza chimica, e scientifica in generale, poi, oltre alla chemofobia, genera inquietanti fenomeni sociali. C'è chi fa interpellanze parlamentari contro i pericoli delle inesistenti scie chimiche, chi vorrebbe che lo Stato riconoscesse terapie miracolistiche mai dimostrate, chi propone di eliminare le vaccinazioni, chi vorrebbe interrare le linee elettriche (con costi esorbitanti) contro i mai dimostrati rischi dell'elettrosmog, chi suggerisce di tornare a pratiche agricole primitive, ecc. Quel che è peggio è che vi sono politici e magistrati che danno credito a queste panzane, votando leggi ed emettendo sentenze palesemente antiscientifiche.

A tale proposito vengono in mente le parole che Justus von Liebig (1803-1873) scriveva nel lontano 1851, rendendosi conto della necessità che i politici possedessero una cultura scientifica e chimica in particolare:

Senza una conoscenza della chimica, lo statista deve rimanere estraneo ai veri interessi vitali dello Stato, tramite il suo sviluppo organico e il suo miglioramento [...]. I più alti interessi economici o materiali di un paese, la maggiore e più efficace produzione di alimenti per l'uomo e per gli animali, [...] sono strettamente collegati al progresso e alla diffusione delle scienze naturali, in particolare della chimica⁵

Nonostante siano state scritte oltre 160 anni fa queste parole sono drammaticamente attuali e non si può non notare la somiglianza con le quelle usate recentemente dalla scienziata e senatrice a vita Elena Cattaneo a proposito delle poco sensate battaglie ideologiche contro l'uso degli OGM:

Il Governo e la politica economica del Paese non possono basarsi sui "sentimenti" o sulle opinioni, invece che su fatti scientificamente validati. Nell'interesse del Paese le decisioni devono essere prese confrontando fatti, numeri e statistiche. Queste sono le regole del confronto scientifico, ma in ultima istanza anche democratico.

Altrimenti è come se Galileo Galilei non fosse nemmeno nato e non avessimo ancora capito cosa ha permesso di triplicare l'aspettativa di vita, curare malattie, riscaldare le case, andare sulla Luna, etc.⁶

Che fare per migliorare questa preoccupante situazione? C'è solo un modo: diffondere cultura.

5. J. von Liebig, *Familiar Letters on Chemistry*, Taylor, Walton and Maberly, London 1851;

6. E. Cattaneo, "Vietare gli Ogm è un grave danno. Non ci sono prove che siano nocivi", *la Repubblica*, 4 ottobre 2014.

Promuovere una maggiore conoscenza scientifica (chimica nella fattispecie), abituare al senso critico, educare a valutare i fatti e non le opinioni sono le uniche armi di cui disponiamo per evitare che ondate emozionali e rigurgiti oscurantisti abbiano il sopravvento sulla razionalità.

Solamente avendo cittadini più colti si potrà sperare di avere un domani anche una migliore classe politica, innescando in tal modo un circolo virtuoso. E, naturalmente, il principale motore di questo processo innovativo non possono che essere la scuola e gli insegnanti.



Eric Betzig Stefan W. Helland William E. Moerner

Un premio condiviso in tre, quest'anno, quello del Nobel per la Chimica: Eric Betzig, dell'Howard Hughes Medical Institute, Ashburn, Virginia, Stefan W. Hell, del Max Planck Institute for Biophysical Chemistry di Göttingen e Cancer Research Center di Heidelberg, e William E. Moerner, della Stanford University. La motivazione è al solito illuminante, seppur data in forma stringata:

In what has become known as nanoscopy, scientists visualize the pathways of individual molecules inside living cells. They can see how molecules create synapses between nerve cells in the brain; they can track proteins involved in Parkinson's, Alzheimer's and Huntington's diseases as they aggregate; they follow individual proteins in fertilized eggs as these divide into embryos. It was all but obvious that scientists should ever be able to study living cells in the tiniest molecular detail. In 1873, the microscopist Ernst Abbe stipulated a physical limit for the maximum resolution of traditional optical microscopy: it could never become better than 0.2 micrometres. Eric Betzig, Stefan W. Helland, William E. Moerner are awarded the Nobel Prize in Chemistry 2014 for having bypassed this limit. Due to their achievements the optical microscope can now peer into the nanoworld.

Viene premiata l'opera di tre studiosi che hanno saputo portare la ricerca scientifica nel campo della tecnologia ottenendo risultati davvero importanti per il mondo della ricerca chimica, sia di base sia applicata.

Il campo della microscopia ottica, come è noto, ha un limite di risoluzione intrinseco alla natura stessa della radiazione impiegata, tale per cui la relazione tra risoluzione (ossia la minima distanza tra due punti che consente di vederli separati tra loro) e la lunghezza d'onda viene formalizzata mediante il principio di Abbe (Ernst Karl Abbe, fisico tedesco vissuto tra il 1840 e il 1905):

$$d = \lambda / 2AN$$

dove d è il potere risolutivo del microscopio, λ la lunghezza d'onda della radiazione impiegata, AN è l'apertura numerica dell'obiettivo (pari alla metà del cono di luce che entra nell'obiettivo). La risoluzione massima di un microscopio impiegato con radiazione visibile ha risoluzione massima di 200 nm.

Dopo oltre un secolo dalla formulazione del principio di Abbe, gli studi sulla microscopia a fluorescenza portarono uno studente di dottorato a innovare completamente questo campo di indagine. Al tempo in cui Stefan Hell (1962) svolgeva le sue ricerche di dottorato, l'uso di molecole fluorescenti consentiva di osservare parti di cellule, con il limite tuttavia di non distinguere in modo selettivo particolari più precisi che agglomerati di molecole. La mossa importante di Hell fu l'utilizzo dei laser i quali, grazie all'emissione stimolata, consentono di eccitare le molecole fluorescenti e anche di riportarle in stato normale. Utilizzando pertanto due laser abbinati (uno per 'accendere' le molecole fluorescenti, l'altro per 'spegnerle') si può lasciare in stato attivato solo una porzione di dimensioni nanoscopiche del campione in esame. Spostandosi di posizione si può mappare tutto il campione con questa tecnica denominata STED (stimulated emission depletion) ottenendo una risoluzione tre volte maggiore della tecnica a fluorescenza tradizionale ("Breaking the diffraction resolution limit by stimulated emission: Stimulated-emission-depletion fluorescence microscopy". *Optics Letters*, 1994)

Gli altri due ricercatori (ambedue americani, Betzig nato nel 1960 e Moerner nel 1953) lavorarono invece alla tecnica ora conosciuta come single-molecule microscopy. Moerner effettuò uno studio fotochimico su una molecola presente nella proteina GFP ricavata dalla medusa *Aequorea victoria*. La potenzialità di questa tecnica è l'utilizzo in vivo: si posso accendere e spegnere varianti molecolari di questa proteina, disperse su un gel in modo che la distanza tra le proteine sia maggiore della risoluzione del microscopio, usando fasci di luce con lunghezza d'onda di 488 nm e 405 nm. Queste varianti molecolari si utilizzano come marcatori fluorescenti per processi dipendenti dal tempo e come interruttori di processi fotochimici ("On/off blinking and switching behaviour of single molecules of green fluorescent protein". *Nature*, 1997).

Sempre negli USA, Betzig ebbe l'idea di utilizzare molecole fluorescenti che potessero emettere colori differenti per ottenere maggiore risoluzione. Alcuni anni dopo i suoi lavori furono trovate molecole adatte, le quali però invece di emettere colori differenti emettono fluorescenza in tempi diversi consentendo il medesimo risultato. La sovrapposizione di diverse immagini ottenute dall'utilizzo di molecole di questo genere consentono, infatti, di ottenere immagini ben definite superando il limite di Abbe.

La plastica, un nuovo materiale per i Beni Culturali

Luigi Campanella
luigi.campanella@uniroma1.it

Il Museo ha subito negli ultimi 50 anni una profonda trasformazione che lo ha reso da sede di informazione a sede di conoscenza, essendo i due termini ben distinti anche concettualmente.

Su questa base sono nati e si sono imposti all'attenzione culturale nuovi musei, dove la novità ha, a seconda dei casi, riguardato le innovazioni ICT, l'organizzazione della struttura i contenuti esposti. In questo ultimo senso un museo nuovo è di certo il PLART di Napoli. Il Plart Napoli è uno spazio polifunzionale, un museo della plastica e centro di ricerca e restauro dei polimeri. Il Plart ospita una delle più ricche collezioni di plastiche storiche, con una esposizione di millecinquecento opere d'arte e design, tra prototipi e pezzi di culto della storia del design. Tutti gli oggetti esposti sono accomunati dalla doppia anima di oggetto di uso comune e opera d'arte. La collezione del Plart raccoglie accessori, apparecchi elettronici, utensili in celluloidi, acrilico, bachelite, fino al più recente PVC. Gli oggetti della collezione del Museo Plart Napoli appartengono tutti all'arco di tempo in cui il design ha dato il meglio di sé, dalla metà dell'Ottocento fino agli anni Sessanta.

Colorata, bianca, nera, duttile o inflessibile. Nelle sue mille varianti, la plastica è senza dubbio il materiale che ha dominato gli artefatti prodotti dall'uomo nell'ultimo secolo. Con i suoi pregi e i suoi difetti, questo materiale si è imposto come supporto per gli oggetti più vari, fino a diventare protagonista di opere d'arte e pezzi unici nella storia della creatività. Dalle Barbie ai lettori mp3, dai telefoni agli utensili della cucina siamo quotidianamente circondati da materiali plastici. Se fino agli anni Settanta si pensava alla plastica come a qualcosa di indistruttibile, oggi il suo tallone d'Achille è ben noto agli esperti di conservazione: la plastica, infatti, non solo non è immortale, ma subisce un processo di decomposizione tra i più insidiosi e difficili da arginare. Proprio per questo - cercare di salvare i "tesori di plastica" e rendersi conto per tempo dei primi segni di cedimento - da un paio d'anni scienziati di tutta Europa sono al lavoro al cosiddetto Pop art Project, progetto finanziato dall'Unione Europea per la preservazione degli artefatti in plastica esposti in musei e gallerie. Un tempo si pensava fosse eterna, oggi sono evidenti i primi segni del degrado. Oggetti d'uso quotidiano e capolavori del design, tutti rischiano di andare perduti.

"La degradazione della plastica è una bomba a orologeria", spiega Yvonne Shashoua, ricercatrice di conservazione al National Museum of Denmark di

Copenaghen. In termini molecolari, infatti, la plastica è costituita da polimeri, gruppi di molecole fatte di lunghe catene di carbonio. Nel tempo, i legami chimici che tengono insieme queste catene si rompono man mano che vengono attaccati dall'ossigeno o dai raggi ultravioletti, o semplicemente si indeboliscono per effetto del calore ambientale. La riduzione delle proprietà meccaniche può essere determinata dall'ossidazione e dall'idrolisi attraverso meccanismi che coinvolgono i radicali liberi provenienti dall'ambiente e dalla rottura di legami chimici. Particolarmente sensibile a questo tipo di degrado è il polipropilene.

La resistenza alle aggressioni chimiche delle materie plastiche è in genere buona; il cloruro di polivinile, il PTFE e la sua variante, l'ETFE, il polietilene e il polipropilene risultano particolarmente resistenti all'attacco di acidi e di basi. Tutte le materie plastiche sono però soggette ad invecchiamento, a un processo lento di degradazione per effetto della luce del sole, soprattutto delle radiazioni ultraviolette.

Le conseguenze di questi processi hanno lasciato un segno indelebile su oggetti risalenti al XIX secolo o all'inizio del XX, come le pellicole fatte di celluloidi o gli artefatti realizzati in cellulosa acetata. Per questo e altri tipi di plastica la decomposizione è autocatalizzata: quando i legami iniziano a rompersi, rilasciano degli agenti chimici che attaccano le catene stesse dei polimeri. In sostanza, si tratta di un meccanismo autodistruttivo difficile da bloccare, una volta avviato.

Le Materie plastiche sono materiali polimerici costituiti in genere da macromolecole organiche, caratterizzati dalla possibilità di essere modellati in qualsiasi forma, quando si trovano allo stato plastico; vengono lavorati mediante procedimenti vari, generalmente a caldo. Le unità di base della materie plastiche, cioè i polimeri, possono essere naturali (come la cellulosa, la cera e la gomma naturale), artificiali, cioè costituiti da polimeri naturali modificati (come l'acetato di cellulosa e il cloridrato di caucciù) o sintetici, cioè prodotti mediante reazioni chimiche di sintesi o di addizione (come il nylon, il politene ecc.). I materiali iniziali sono resine sotto forma di granulati, polveri o soluzioni, dai quali si formano le materie plastiche finite. Si basano sulla chimica del carbonio, il quale ha la capacità di formare catene legate in forme diverse. Quando induriscono, le molecole di cui sono costituite le materie plastiche – i monomeri – si uniscono in catene, formando i polimeri. Le materie plastiche sono caratterizzate da un alto rapporto resistenza-densità, un'eccellente proprietà di isolamento termico, elettrico e acustico, e una buona resistenza ad acidi, basi e solventi. Le macromolecole dalle quali sono costituite possono essere lineari, ramificate o reticolate; nei primi due casi esse sono termoplastiche, cioè rammolliscono quando vengono riscaldate, mentre nell'ultimo caso sono termoindurenti, cioè induriscono in seguito a innalzamenti della temperatura.

Le proprietà di un polimero dipendono dal tipo di monomero con cui è stato ottenuto, dalla lunghezza delle macromolecole, dalla loro struttura e dal modo con cui si dispongono nello spazio le diverse macromolecole. I materiali amorfi hanno macromolecole disposte in modo disordinato, quelli cristallini presentano configurazioni spaziali ordinate.

Una strategia per arginare il problema consiste nell'aggiungere composti anti invecchiamento capaci di bloccare la degradazione fin dalle sue fasi iniziali. Alcune di queste sostanze agiscono come degli schermi solari che proteggono le catene da ossigeno, luce e raggi ultravioletti. Spesso, però, gli additivi sono costosi e vengono centellinati in fase di manifattura. Oppure possono perdere la loro efficacia, lasciando "scoperto" il polimero e aprendo così la strada alla degradazione.

Una delle difficoltà maggiori per la conservazione è la varietà dei modi in cui diversi tipi di plastica si degradano per cui ciò che funziona bene per preservare un materiale può rivelarsi completamente deleterio per un altro.

La maggior parte delle plastiche moderne, ad esempio, decade principalmente a causa delle reazioni con l'ossigeno, ed è quindi più protetta se sigillata in un'atmosfera priva di ossigeno. La cellulosa acetata, invece, necessita di un trattamento diametralmente opposto: senza una ventilazione adeguata, i vapori di acido acetico che originano dall'invecchiamento del materiale ne accelerano il processo di decadimento.

L'esigenza che si verifica è quella di predire questi meccanismi di degradazione. Per ciò si cerca di 'velocizzare' questi meccanismi, simulando il più possibile le condizioni di esposizione del manufatto/materiale.

Partendo dal presupposto che una simulazione fedele è impossibile si sono sviluppate nel tempo alcune procedure standard per l'esposizione dei materiali in modo tale che, almeno tra loro, possa esserci una accettabile riproducibilità dei risultati.

Esistono delle strumentazioni e delle metodologie che vengono generalmente utilizzate per sottoporre i materiali a cicli di invecchiamento 'accelerati' rispetto all'esposizione naturale. Queste tecniche sono utilissime per paragonare il comportamento di diversi materiali, ma tutte le variabili devono essere attentamente valutate se si vuole predire la degradazione nel tempo.

Per cercare di predire il comportamento di un materiale nel tempo sono utilizzate tecniche di invecchiamento accelerato.

Partendo dal presupposto che non si possono riprodurre esattamente tutte le variabili esterne, anche perché è proprio lo stesso 'invecchiamento naturale' che non è riproducibile, sono state sviluppati degli apparecchi e delle metodologie che consentono il controllo delle variabili più importanti, quali lo spettro di emissione delle lampade, la potenza emessa, la temperatura, l'umidità, etc.

Un percorso di avvio alla chimica a partire dai 6 anni

Ilaria Rebella

Istituto Comprensivo Savona 4 (Savona)
e-mail: rebella.ilaria@gmail.com

Riassunto

Questo contributo si articola in più parti che verranno pubblicate in numeri successivi della rivista. Una prima parte prevede l'avvio dall'acquisizione di requisiti lessicali, le successive rispettivamente l'avvio all'acquisizione dei requisiti disciplinari, la definizione condivisa di sostanza solida solubile, l'analisi delle variabili in gioco e di alcuni concetti ad essa correlati (p.e., conservazione della massa, concentrazione, saturazione, ...).

Abstract

This article describes a path of chemistry in primary school that is preparatory to the construction of the concept of solubility. It highlights the importance of language in the teaching of science subjects. In the teaching of scientific disciplines natural language plays a key role: in fact, the scientific language uses both new specific terms, which must be conceptually constructed and shared, both words of common language with new meanings. The goal is therefore to give a clear meaning to each term that depends on the context in which it operates. In this and in the following articles I will deal in detail the carrying out of one or more lessons as an example of the activity in the classroom.

Introduzione

Ho deciso di iniziare questo percorso didattico di area scientifica con riflessioni linguistiche nella convinzione che nell'insegnamento delle discipline scientifiche il linguaggio naturale rivesta un ruolo fondamentale, anche per la costruzione semantica condivisa del lessico specifico. Le difficoltà che presenta il linguaggio in ambito scientifico sono dovute al fatto che in esso, accanto a termini nuovi utilizza parole del linguaggio comune con l'obiettivo di dare loro significati univoci. Occorre far lavorare i bambini affinché imparino a costruire personalmente questi significati arrivando a formulare le definizioni che li rappresentano.¹

1. "Tutte le discipline scolastiche dovrebbero poter contribuire all'educazione linguistica degli allievi. In tutti gli insegnamenti si usa la lingua verbale per parlare dei contenuti che si trattano e in alcuni casi sono stati costruiti lessici specifici (sottocodici). Pertanto tutti gli insegnanti, indipendentemente dalla disciplina che trattano, dovrebbero essere consapevoli che migliorare le capacità linguistiche dei propri allievi è uno degli obiettivi più importanti del loro compito educativo" per cui risulta auspicabile "un'integrazione tra scienze dell'educazione e competenze didattiche disciplinari" [1]

A questo proposito ho ritenuto necessario svolgere alcune attività interdisciplinari di riflessione linguistica e grammaticale in collaborazione con l'insegnante di italiano per far nascere negli alunni l'esigenza di associare alle parole i significati. Ho coinvolto gli alunni di una prima classe partendo con parole del linguaggio comune e proponendo loro di far corrispondere alle parole i significati.

Occorre che queste attività che avviano alla costruzione dei concetti siano significative per gli alunni, sia nel senso che devono partire dalla realtà con cui loro interagiscono, sia perché devono necessariamente tener conto del loro retroterra culturale e sociale e del loro stato cognitivo effettivo.

D'altra parte, poiché nelle Indicazioni Nazionali per il Curricolo² si parla della costruzione di concetti fondanti, basilari per un'alfabetizzazione scientifica, tali attività devono costituire e non affiancare il curricolo. E' necessaria un'attenta progettazione, in cui siano ben evidenti gli obiettivi, le discipline coinvolte, gli alunni ai quali ci si rivolge e i requisiti richiesti, la durata, le tappe, le modalità di verifica.

La vera interdisciplinarietà sta nella finalità, intrinsecamente trasversale, di rendere le persone in grado di affrontare una situazione attraverso diversi punti di vista per poter scegliere di volta in volta quello più congeniale o più comodo.

In questo e nei prossimi articoli tratterò nei dettagli lo svolgimento di una o più lezioni a titolo esemplificativo dell'attività in classe.

Prima parte: avvio all'acquisizione di requisiti lessicali

Come è stato sottolineato nell'introduzione, lo scopo prioritario di questo percorso, che si propone come obiettivo quello di avviare gli alunni alla costruzione del concetto di sostanza solida solubile in acqua, è far nascere nei bambini, già nei primi due anni della scuola primaria, l'esigenza di far corrispondere alle parole i significati. Per questo, abbiamo messo a punto una prima parte che mostra appunto il tentativo di avviare i bambini all'acquisizione di alcuni termini non mnemonicamente ma in maniera consapevole.

Trasparente, non trasparente, colorato, incolore


Ho individuato nei termini "trasparente", "non trasparente" (o opaco), "colorato", "incolore", i requisiti lessicali funzionali all'obiettivo finale del percorso.

E ho avviato il lavoro nelle mie classi prime di scuola primaria chiedendo ai bambini di trovare le differenze tra due oggetti uguali per forma, dimensioni, materiale, ... ma di colore diverso (ad esempio due fogli di carta

2. MIUR, Annali della Pubblica Istruzione (Numero Speciale 2012) "Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione" (pag.66), Le Monnier

formato A4 di diverso colore) e con gli alunni abbiamo completato la scheda-cartellone “sono uguali perché.../sono diversi perché...”.

L’obiettivo di questa prima attività è focalizzare l’attenzione sulla differenza “nel colore”.

	SONO UGUALI PERCHÉ:	SONO DIVERSI PERCHÉ:
	SONO DI CARTA SONO RETTANGOLI ...	HANNO UN COLORE DIVERSO

Ho quindi ripetuto l’attività con due oggetti uguali e trasparenti di diverso colore, due cartelline trasparenti colorate, completando nuovamente la relativa scheda-cartellone ed infine abbiamo aggiunto un terzo oggetto uguale per forma, materiale, dimensioni, ma incolore. Gli alunni arrivano così ad affermare che la terza cartellina è differente dalle prime due perché non ha colore, è senza colore.

Contemporaneamente l’insegnante di italiano ha svolto un lavoro di riflessione linguistica sul brano “Tonino l’invisibile” di G.Rodari relativo al significato che spesso il prefisso “in” conferisce alle parole. A questo scopo i bambini sono stati invitati a trovare altre parole in cui “in” sostituisce, come nell’aggettivo *in*-visibile, la negazione “non”. Tra le parole individuate dai bambini ricordo incerto, inutile, indolore, incivile,

Tabella 1- Il mago **IN** trasforma le parole

I	L	M	A	G	O	I	N	T	R	A	S	F	O	R	M	A	L	E
P A R O L E :																		
V I S I B I L E → I N V I S I B I L E																		
U T I L E →																		
C E R T O →																		
S U F F I C I E N T E →																		
Q U I E T O →																		
S A N O →																		

Ho ripreso questa attività e discutendo con i bambini e siamo giunti alla conclusione che un oggetto “non colorato”, senza colore, sarà caratterizzato con il nome “incoloro”; e il nuovo termine viene aggiunto nella scheda-cartellone.



Figura1- Scheda-cartellone: riconoscimento UGUALI/DIVERSI

L’attività successiva ha come obiettivo la condivisione dei significati delle parole-chiave (COLORATO, INCOLORE, TRASPARENTE) ed è orientata alla lettura delle stesse nel testo della discussione opportunamente ridotto e scritto in stampatello maiuscolo. Per ciascuna di queste parole si prepara un’etichetta da appendere alla parete.

Segue una *discussione di bilancio*, in cui, attraverso la lettura delle schede-cartellone, l’insegnante rimette in gioco le parole-chiave e porta gli alunni a riflettere in particolare sul significato del termine TRASPARENTE prima in relazione agli oggetti già osservati successivamente, chiedendo di fornire altri esempi di oggetti TRASPARENTI e di oggetti NON TRASPARENTI, fino ad arrivare ad una prima definizione condivisa. Si provvede così ad aggiungere “NON TRASPARENTE” nella prima scheda-cartellone, relativa ai fogli di carta, e si attacca alla parete anche questa quarta etichetta.



Figura 2- Nuova etichetta aggiunta alla scheda-cartellone

Si rileggono i cartelloni precedenti e si invitano i bambini a trovare altri oggetti trasparenti e non trasparenti, formando una piccola collezione. Questa viene poi ridistribuita tra gli alunni, che devono raggrupparli in base alle 4 etichette (parole-chiave). Qualche alunno ha incontrato difficoltà nel collocare gli oggetti perché uno stesso oggetto può essere inserito in due diversi gruppi (ad esempio può essere sia “trasparente” che “colorato”); a questo proposito, l’insegnante interviene per trovare insieme a loro strategie per risolvere il problema (per esempio scrivendo nuove etichette, oppure accorpando i due gruppi (trovandosi, però, in questo caso di fronte al nuovo problema che non tutti gli oggetti hanno entrambe le proprietà).



Figura 3- Gruppi di alunni al lavoro

I bambini sono divisi in gruppi e al termine del lavoro un rappresentante di ciascun gruppo espone ai compagni le strategie e le modalità di lavoro che

il suo gruppo ha usato per effettuare i raggruppamenti. Si conclude il lavoro con una discussione collettiva volta a riconoscere uguaglianze e differenze tra i lavori dei vari gruppi ed eventuali punti di vista singolari (ad esempio, un oggetto può essere sia trasparente sia colorato, oppure constatare che ciò che è incolore è sempre trasparente ma non viceversa). Emerge allora, l'esigenza di preparare nuove etichette: **trasparente-incolore**, **trasparente-colorato** e **non trasparente-colorato**.



Figura 4- La nuova etichetta

La verifica

Questa prima parte di percorso si conclude con un lavoro individuale di verifica in cui l'insegnante distribuisce a ciascun bambino tre oggetti (uno trasparente colorato, uno trasparente incolore e uno non trasparente) e sei etichette (TRASPARENTE-TRASPARENTE-INCOLORE-COLORATO-COLORATO-NON TRASPARENTE) da ritagliare e da incollare TUTTE sugli oggetti con le caratteristiche corrispondenti (chiarendo che non si può disporre due volte la stessa parola sul medesimo oggetto, cioè su un oggetto possono essere incollate le etichette "trasparente" e "incolore" ma non "trasparente" e "trasparente"). Ognuno deve poi attaccare i propri oggetti sul cartellone sotto le relative etichette (ogni bambino sceglie due oggetti e li va ad attaccare sotto l'etichetta che ritiene appropriata) verificando se corrispondono a quelle incollate sull'oggetto stesso. Se non c'è questa corrispondenza l'insegnante ovviamente interviene invitando l'alunno a riflettere e a correggere il suo errore.

Bibliografia

- [1] A. Borsese, M. Mascarino, I. Parrachino (2013), Comunicazione didattica nell'ambito delle scienze sperimentali, CnS
- [2] M. G. Bartolini Bussi, M. Boni, F. Ferri, (1995). *Interazione sociale e conoscenza a scuola: la discussione matematica*, Rapporto Tecnico n°21- Nucleo di ricerca in Storia e Didattica della Matematica, Univ. degli Studi di Modena (Centro Documentazione Educativa).

Un'introduzione sperimentale - induttiva all'equazione di Nernst e ad alcuni approfondimenti relativi all'elettrochimica di base

Roberto Soldà

e-mail: roberto.solda@libero.it

Riassunto

Da diversi anni ormai si introducono elementi di termodinamica anche nella scuola secondaria di secondo grado a livello di chimica di base per dare una risposta alla domanda: perché avvengono le reazioni chimiche?

In questo articolo si propone un itinerario didattico per introdurre alcuni concetti di termodinamica in collegamento con l'elettrochimica di base ed alcuni approfondimenti.

Gli esperimenti di elettrochimica, realizzabili con materiali e strumenti facilmente reperibili in scuole non particolarmente attrezzate, consentono un'introduzione sperimentale-induttiva a tali concetti ed approfondimenti anche ad allievi in possesso di nozioni elementari di fisica e matematica acquisite nella scuola secondaria di primo grado.

Tali esperimenti e le relative attività possono inoltre dimostrare, in quale modo, la "zona di sviluppo prossimale" possa essere ampliata per un apprendimento significativo di concetti considerati, di solito, poco accessibili per studenti sprovvisti di adeguate conoscenze di termodinamica.

Abstract

For several years now we introduce elements of thermodynamics also in secondary school degree at the level of basic chemistry to give an answer to the question: why chemical reactions take place?

This article proposes an educational tour to introduce some concepts of thermodynamics in connection with electrochemistry and some basic insights.

The experiments in electrochemistry, achievable with materials and tools readily available in schools is not particularly well equipped, allowing experimental-inductive introduction to these concepts and insights to students also possess basic knowledge of physics and mathematics acquired in the secondary school level.

These experiments and related activities may also prove, in what way, the "zone of proximal development" can be expanded to a meaningful learning of concepts considered, usually, are not easily accessible to students without adequate knowledge of thermodynamics.

1. Premessa

E' noto che, secondo la celebre teoria dello psicologo russo Lev. S. Vygotsky, tra la zona di quello che già si conosce e la zona dello sconosciuto esiste un'altra zona: la zona di sviluppo prossimale, che non è conosciuta, ma che si ritiene di poter conoscere.

L'ampiezza di tale zona dipende da quanto il discente abbia sviluppato la sua curiosità, la tendenza alla ricerca della novità ed all'accettazione della sfida della complessità.

Ciò è evidentemente subordinato alla capacità del docente di situare il proprio insegnamento nella zona di sviluppo prossimale.

Infatti se l'insegnante riesce a:

- stimolare la ricerca del non conosciuto, abituando l'allievo a interrogarsi e ad interrogare, senza accontentarsi di affermazioni dogmatiche
- trasmettere il gusto della scoperta
- non sostituirsi all'allievo facendo le cose al suo posto o dandogli le soluzioni,
- lanciare sfide che stimolino l'allievo a progredire ma che siano accessibili, allora la zona di sviluppo prossimale di ogni allievo potrà espandersi.

Per conseguire ciò, ogni docente può usare diverse strategie.

In questo caso, comunque, si ritiene utile descrivere brevemente un metodo che mi ha permesso di fare conseguire un apprendimento non mnemonico e significativo ai miei allievi dei corsi di chimica di base, in possesso di limitate conoscenze elementari di fisica e di matematica.

Con tale tecnica d'insegnamento, definita *inquiry teaching* e sviluppata da Suchman nel 1954, s'impegnano gli studenti in un processo di generazione di problemi e di ricerca di soluzioni. Essa può essere applicata a diversi ambiti disciplinari ed è particolarmente efficace nell'apprendimento delle scienze naturali (fisica, chimica e biologia). In particolare, per quanto riguarda la chimica, l'insegnante presenta un fenomeno che, sulla base degli apprendimenti precedenti, si rivela inspiegabile o apparentemente strano. Successivamente, invita la classe a formulare domande, ad avanzare ipotesi, ad immaginare i passi da fare per risolvere il problema.

Il fenomeno suscita una certa sorpresa ed interesse e, di solito, porta ad una discussione nella quale l'insegnante guida gli allievi all'interpretazione dei dati sperimentali, progettando insieme a loro, se necessario, ulteriori esperimenti adeguati alla soluzione dei problemi.

Questa tecnica può essere considerata ovviamente come un processo che simula i passi che un ricercatore compie quando affronta un problema.

Infatti anche il processo di ricerca scientifica spesso inizia con un evento sconcertante, nuovo, anomalo, complesso e discrepante, continua con un'osservazione preliminare, passa ad una generazione d'ipotesi e finisce eventualmente con la pianificazione di un esperimento che confermi o no le

ipotesi avanzate. In breve, similmente a quanto avviene in campo scientifico, l'esistenza di un fenomeno inaspettato, fuori dal campo delle conoscenze acquisite dagli studenti, forza le nozioni che fino allora si possedevano. La risoluzione di questa dissonanza può essere vissuta come un'attività intrinsecamente motivata.

E' comunque evidente che, prima di intraprendere le attività sperimentali, l'insegnante dovrebbe verificare quali temi o argomenti potrebbero essere trattati seguendo questo metodo e solo successivamente pianificare lo svolgimento di essi.

2. Prerequisiti teorici e pratici

- nozioni fondamentali sul comportamento reale e ideale dei gas e delle soluzioni elettrolitiche ed una prima introduzione al concetto stato standard e di attività, in particolare attività di un soluto X come grandezza legata alla concentrazione tramite la relazione

$$a = f \cdot \frac{[X]}{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

per esprimere le deviazioni dal comportamento ideale delle proprietà colligative delle soluzioni (esperimento dell'abbassamento crioscopico anomalo di una soluzione 2 m di NaCl);

- concetti relativi all'equilibrio chimico ed al principio di Le Chatelier;
- la costante di equilibrio K come misura della "tendenza ad avvenire" di una reazione ed espressa sia in termini di attività che di concentrazioni, convenzione per le attività e le concentrazioni dei solidi e liquidi puri;
- elementi di termodinamica relativi agli aspetti energetici e termodinamici delle trasformazioni;
- acidi, basi e pH;
- reazioni redox ed elettrochimica;
- esperimenti sulla produzione di energia elettrica con reazioni redox;
- funzionamento di una pila a concentrazione;
- saper sfruttare le nozioni di fisica e geometria analitica dei programmi attuali della scuola secondaria di primo e secondo grado, con riferimento particolare all'equazione di una retta;
- saper usare la calcolatrice per calcolare il logaritmo di un numero e l'operazione inversa;
- saper "costruire" una pila e misurare la sua FEM.;
- essere in grado di individuare le semireazioni di ossidazione e di riduzione e quindi di dedurre la relazione tra tali semireazioni ed il segno di ciascun elettrodo (a tale scopo si può fare notare agli allievi che lo stesso elettrodo $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$ assume segno positivo se collegato con l'elettrodo Zn^{2+}/Zn e segno

negativo se viene collegato con l'elettrodo Cu^{2+}/Cu).

3. Note per l'insegnante

In molti testi di chimica di base l'equazione di Nernst ed il concetto di attività non vengono introdotti oppure si introducono senza alcuna presentazione di tipo sperimentale.

Eppure, dopo le esperienze di laboratorio relative a:

- scambio di elettroni tra ioni in soluzione e metalli; reazioni redox ed energia chimica;
- reazioni redox con produzione di energia elettrica; allestimento di pile sfruttando alcune reazioni redox dell'esperienza precedente e misura delle corrispondenti FEM, è abbastanza facile, basandosi sempre su considerazioni attinenti le due esperienze precedenti e quindi su elettrodi di prima specie, introdurre sperimentalmente l'equazione di Nernst, il concetto di attività ed altri concetti (come quello di potenziale che viene dato solitamente come concetto intuitivo), utilizzando un itinerario didattico adeguato al conseguimento di tale obiettivo.

Dopo avere introdotto l'equazione di Nernst e approfondito il concetto di attività, sono effettuabili altri esperimenti facilmente proponibili anche in un laboratorio di chimica non particolarmente attrezzato, i cui risultati inaspettati consentono, come si è detto sopra, di approfondire argomenti di elettrochimica, non indispensabili a livello di chimica di base, ma spesso "sollecitati" dall'interesse e dalla curiosità dei ragazzi.

Tuttavia questi esperimenti richiedono un tempo superiore alle due ore necessarie per l'introduzione sperimentale dell'equazione di Nernst.

Tali esperimenti, contrassegnati da un asterisco, vengono sotto riportati assieme a quelli altri non effettuabili in un consueto laboratorio di chimica e, nelle scuole in cui il tempo a disposizione dell'insegnamento di chimica è assai limitato, possono essere proposti come esperimenti con risultati insoliti.

A titolo di esempio, ritengo utile riportare un'esperienza realizzata diversi anni fa con una classe di allievi di un corso di chimica di base.

4. Prima parte: introduzione sperimentale - induttivo all'equazione di Nernst

Per raggiungere gli obiettivi sopra esposti, si è utilizzata la pila a concentrazione:



usando come riferimento l'elettrodo: $\text{Cu} / \text{sol. satura di CuSO}_4$ ($E = 0,318$ V), una serie di soluzioni di CuSO_4 di diversa concentrazione e, come ponte salino, delle strisce di carta da filtro imbevute di sol. acq. sat. di KNO_3 .

Gli allievi, dopo l'assemblaggio delle diverse pile, hanno misurato le varie

FEM e calcolato i potenziali corrispondenti mediante la relazione:
 $E_{\text{Cu/CuSO}_4 \text{ dil.}} = 0,318 - \text{FEM}$.

I dati sperimentali ottenuti sono riportati nella tabella seguente:

Tabella n.1

Pila	FEM (V a 18° C)	Log [Cu ²⁺]	E (V a 18° C)
Cu/ CuSO ₄ 10 ⁻⁴ M // sol.sat. CuSO ₄ / Cu	0,094	-4	0,224
Cu/ CuSO ₄ 10 ⁻³ M // sol.sat. CuSO ₄ / Cu	0,068	-3	0,250
Cu/ CuSO ₄ 2.10 ⁻³ M // sol.sat. CuSO ₄ / Cu	0,061	-2,7	0,257
Cu/ CuSO ₄ 5.10 ⁻³ M // sol.sat. CuSO ₄ / Cu	0,052	-2,3	0,266
Cu/ CuSO ₄ 10 ⁻² M // sol.sat. CuSO ₄ / Cu	0,047	-2	0,271
Cu/ CuSO ₄ 2. 10 ⁻² M // sol.sat. CuSO ₄ / Cu	0,042	-1,7	0,276
Cu/ CuSO ₄ 10 ⁻¹ M // sol.sat. CuSO ₄ / Cu	0,029	-1	0,289

Con tali dati, grazie alle loro conoscenze di matematica, hanno:
 - costruito i due grafici, rappresentativi del comportamento reale e del comportamento ideale:
 E contro log [Cu²⁺] (figura n.1)
 - estrapolato E° per [Cu²⁺] = 1 M, cioè per log [Cu²⁺] = 0, utilizzando il grafico rappresentativo del comportamento ideale
 - ricavato l'equazione della retta rappresentativa del comportamento ideale:
 $E = 0,3398 + 0,0287 \log [\text{Cu}^{2+}]$

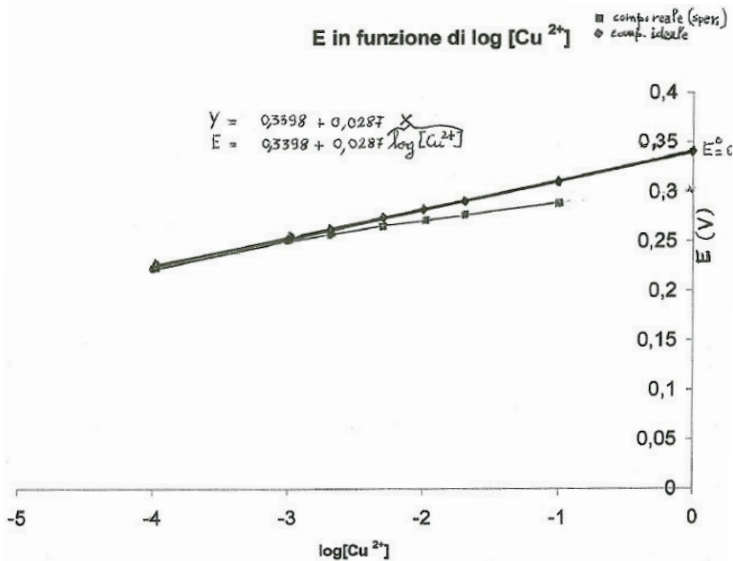
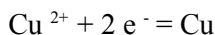


Figura 1

Sfruttando le nozioni acquisite nella trattazione dell'equilibrio chimico (vd. prerequisiti), la discussione prese l'avvio dall'analisi dell'equazione della retta, rappresentativa del comportamento ideale, ricavata sperimentalmente nel caso particolare dell'elettrodo Cu / Cu²⁺ e relativa alla semireazione di riduzione:



per la quale, essendo in condizioni ideali, si ha:

$$f = 1,$$

$$a_{\text{Cu}^{2+}} = 1 \cdot [\text{Cu}^{2+}] / 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

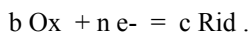
$$a_{\text{Cu}} = 1, \quad e$$

$$(1) \quad E = 0,3398 + 0,0287 \log \frac{[\text{Cu}^{2+}]}{[\text{Cu}]} = E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} + 0,0287 \log \frac{[\text{Cu}^{2+}]}{1}$$

Pertanto è stato abbastanza facile fare emergere l'equazione di Nernst nella forma generale:

$$(2) \quad E = E^\circ_{\text{Ox/Rid}} + \frac{RT}{nF} \cdot \ln \frac{(a_{\text{Ox}})^b}{(a_{\text{Rid}})^c} = E^\circ_{\text{Ox/Rid}} + \frac{RT}{nF} \cdot 2,303 \cdot \log \frac{f_{\text{Ox}} [\text{Ox}]^b}{f_{\text{Rid}} [\text{Rid}]^c}$$

valida per qualsiasi semireazione di riduzione:



Infatti, essendo ai ragazzi già nota la relazione :

$$a = f \cdot \frac{[\text{X}]}{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

incontrata a proposito delle proprietà colligative delle soluzioni elettrolitiche e della legge di azione di massa, essi hanno compreso senza difficoltà che la (1) è un caso particolare della (2) appunto perché, in condizioni ideali, il coefficiente di attività è uguale a uno e perciò l'attività di Cu²⁺ diventa *numericamente* uguale alla concentrazione.

Quindi, dopo un breve cenno storico sulla scoperta di tale legge ad opera del grande chimico e fisico H. W. Nernst nel 1889, si è proceduto al commento approfondito della (2), evidenziando che:

E = potenziale di riduzione della semipila

E° = potenziale standard di riduzione della semipila,

R = costante dei gas = 8,314 J · K⁻¹ · mol⁻¹ = 8,314 V · C · K⁻¹ · mol⁻¹,

T = temperatura assoluta in gradi Kelvin,

n = numero di elettroni impegnati nella semireazione,

F = costante di Faraday = $96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$,

\ln = simbolo dei logaritmi naturali,

2,303 = fattore numerico per la conversione dai logaritmi naturali a quelli decimali,

a = attività della forma ossidata e di quella ridotta coinvolte nella semireazione in esame.

f = coefficiente di attività di una specie = fattore numerico adimensionale (determinabile sperimentalmente ed in alcuni casi anche calcolabile teoricamente), necessario per esprimere le deviazioni dal comportamento ideale; esso può assumere valori minori o anche maggiori di uno (ad esempio per $[\text{HCl}] = 4 \text{ M}$, $a = 6,07$ e $f = 1,52$) in soluzioni con comportamento reale e uguale a uno in soluzioni con comportamento ideale.

Durante la discussione, si è approfondito che:

- nel caso di elettrodi di prima specie (come quello $\text{Cu} / \text{Cu}^{2+}$), il potenziale dell'elettrodo dipende dal lavoro che una particella carica fornisce o richiede per attraversare l'interfaccia metallo/soluzione ed esprime quindi la tendenza degli ioni a trasferirsi dal metallo alla soluzione o viceversa,

- l'attività, a differenza della concentrazione, non è una grandezza misurabile in valore assoluto e si possono conoscere soltanto le variazioni di attività,

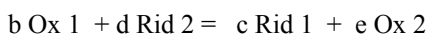
- l'attività, a differenza della concentrazione, è adimensionale e dipende dalla scelta arbitraria dello stato standard nel quale essa ha, per definizione, valore unitario,

- attività e concentrazione sono due grandezze diverse, così come sono diverse, ad esempio, il numero di molecole di un gas in un dato contenitore e la pressione esercitata da esse.

Si è poi definita, in generale, l'attività di un soluto come una grandezza termodinamica il cui valore dipende non dalla concentrazione di *tutte* le particelle di soluto, ma solo di quelle che *partecipano attivamente* al fenomeno fisico o chimico osservato.

Ad esempio, l'attività degli ioni Cu^{2+} , nel caso dell'elettrodo $\text{Cu} / \text{Cu}^{2+}$, è la grandezza termodinamica il cui valore dipende dalla concentrazione degli ioni Cu^{2+} partecipanti *attivamente* alla semireazione: $\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- = \text{Cu}$.

- l'equazione di Nernst, applicata alla reazione redox di qualsiasi pila:



assume a 25°C la forma generale:

$$\Delta E = E^+ - E^- = \Delta E^\circ - \frac{0,059}{n} \log \frac{(a_{\text{Rid}1})^c \cdot (a_{\text{Ox}2})^e}{(a_{\text{Ox}1})^b \cdot (a_{\text{Rid}2})^d}$$

(ove n = numero di elettroni implicati nella reazione redox)

che all'equilibrio, quando $\Delta E = 0$, diventa:

$$0 = \Delta E^\circ - \frac{0,059}{n} \log K$$

o:

$$\log K = \frac{n \cdot \Delta E^\circ}{0,059}$$

utile per calcolare la costante di equilibrio di una reazione e valutare la tendenza ad avvenire di tale reazione.

Inoltre, con l'ausilio di una tabella dei potenziali di riduzione standard, in cui sui margini destro e sinistro sono evidenziate, con frecce, la tendenza ad acquistare e cedere elettroni, si è presa in considerazione la semireazione di riduzione di uno ione in soluzioni acquose di diversa concentrazione dei suoi ioni (nel nostro caso: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$). Nella discussione relativa ai grafici della fig. n.1, si sono tratte le seguenti importanti considerazioni:

A) La tendenza di uno ione ad acquistare elettroni, cioè a ridursi, aumenta in senso positivo (e il potenziale diventa tanto più positivo) quanto più concentrata è la soluzione, cioè quanto più ricca di ioni è la soluzione in cui viene immerso il metallo (estrapolazione del grafico da sinistra a destra). Al limite, osservando l'andamento dei grafici nel verso da sinistra verso destra, si è posto in evidenza che, aumentando sempre di più la concentrazione, ossia al tendere della concentrazione all'infinito, il potenziale dovrebbe tendere a diventare infinitamente grande in senso positivo.

Mentre, viceversa, la tendenza di un metallo a cedere elettroni, cioè a ossidarsi, aumenta in senso negativo (e il potenziale diventa più negativo) quanto più diminuisce la concentrazione degli ioni metallici in soluzione (estrapolazione del grafico da destra verso sinistra). E al limite il potenziale dovrebbe diventare infinitamente grande in senso negativo.

Ciò appare abbastanza logico perché, per il principio di Le Chatelier, ad esempio la semireazione $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ si sposta a destra tanto più facilmente quanto più concentrata è la soluzione in cui viene immersa una lamina di Cu e viceversa si sposta a sinistra diminuendo la concentrazione degli ioni Cu^{2+} .

I ragazzi però sapevano che l'estrapolazione dei dati sperimentali, cioè l'operazione con cui si superano i confini delle conoscenze disponibili, al contrario dell'interpolazione, si dimostra spesso rischiosa ed azzardata.

A questo proposito si è fatto notare che il potenziale non può diventare infinito perché, quando esso raggiunge un valore molto elevato, interviene il potere ossidante o riducente dell'acqua.

B) La tendenza degli ioni metallici ad acquistare elettroni aumenta con l'aumentare della loro concentrazione ma in modo inferiore a quanto dovreb-

be perché, quanto più concentrata diventa una soluzione elettrolitica e tanto più aumentano le forze elettrostatiche tra gli ioni e il comportamento reale si discosta da quello ideale.

C) In questo caso il potenziale standard di riduzione della coppia $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ si ottiene per estrapolazione corrispondente a $\log[\text{Cu}^{2+}]$ della retta corrispondente al comportamento ideale.

Si è così potuto definire il potenziale standard di riduzione di una coppia generica $\text{Me}^{n+} / \text{Me}$ come il potenziale che tale coppia assumerebbe immergendo una lamina del metallo Me in una soluzione acquosa avente $[\text{Me}^{n+}] = 1 \text{ M}$, *ma con comportamento ideale*.

5. Seconda parte: introduzione al doppio strato elettrico ed altri approfondimenti

5.1 Attività degli allievi e discussione

Dopo avere compilato una serie di esperimenti prescelti ad hoc per attuare l'inquiry teaching, si può proporre agli allievi (in gruppi o singolarmente) di completare, nel limite delle loro conoscenze e possibilità, una tabella uguale o simile a quella riportata sotto. Quindi, tramite la discussione dei loro elaborati, si svolge la lezione inerente ai vari argomenti e concetti da approfondire.

Anche per questa parte dell'esperienza, a titolo di "traccia", si ritiene utile riportare la tabella n. 2 completata dai miei allievi alla fine dell'attività e della relativa discussione.

5.2 Risultati inattesi di alcuni esperimenti

1) Una lamina di rame "marcata", cioè contenente isotopi radioattivi del rame, è immersa in acqua distillata pura e, dopo un certo tempo, pur rimanendo l'acqua sempre incolore, essa manifesta una leggera radioattività.

2) Si è misurata a 18°C la FEM di una pila formata da un elettrodo di riferimento ad idrogeno accoppiato ad un elettrodo formato da un filo di Ag immerso in acqua distillata pura. Quindi, applicando l'equazione di Nernst, la $[\text{Ag}^+]$ è risultata uguale a 10^{-10}M .

3*) Si sono misurate a 20°C le FEM delle pile seguenti:



$\text{Pb} / \text{H}_2\text{O} // \text{CuSO}_4 \text{ 1 M} / \text{C}$ (mina di matita o carboncino di una pila a secco scarica)

Ed esse risultano rispettivamente 1,3 V e 0,62V.

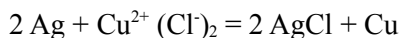
4*) Una lamina di argento è immersa in una soluzione acquosa 1 M di HCl e, dopo aggiunta alla soluzione di un piccolo volume di KI, si ha la precipitazione di AgI.

5) In un laboratorio di elettrochimica si è misurato con un potenziometro il potenziale di una semipila formata da una lamina di Cu immersa in una soluzione acquosa 1M di solfato di rame. Ed esso è risultato 0,31 V a 20 ° C.

6) La FEM della pila:



è 0,110 V a 25°C e utilizza la reazione *endotermica* seguente:



7*) Allo scopo di verificare che, in una pila a concentrazione, la FEM è indipendente dalla natura dei due conduttori usati nelle due semipile contenenti due soluzioni di una stessa coppia redox ma a diversa concentrazione, si sono assemblate le seguenti pile e misurate le relative FEM a 20° C.

Le pile e le FEM sono riportate sotto.

Cu / CuSO ₄ 10 ⁻³ M // CuSO ₄ 1M /Cu	FEM = 0,059 V
C / CuSO ₄ 10 ⁻³ M // CuSO ₄ 1M /C	FEM = 0,056 V
Cu / CuSO ₄ 10 ⁻³ M // CuSO ₄ 1M /C	FEM = 0,223 V
C / CuSO ₄ 10 ⁻³ M // CuSO ₄ 1M /Cu	FEM = -0,109 V

Tabella 2

Esperimento	Osservazioni	Elaborazione dei dati sperimentali	Formulazione di un'interpretazione con l'ausilio del docente
1	Nell'acqua c'è una piccolissima quantità di ioni Cu ²⁺ che, prima dell'immersione della lamina di Cu, non c'era.	Alcuni ioni Cu ²⁺ del reticolo cristallino di Cu sono passati in acqua; si crea uno squilibrio elettrico: la soluzione assume carica positiva, mentre la lamina di Cu assume carica negativa	All'interfaccia metallo/soluzione si forma un doppio strato elettrico e una differenza di potenziale fra il metallo e la soluzione: questa d.d.p. è detta potenziale di elettrodo.
2	Nell'acqua c'è una concentrazione piccolissima di ioni Ag ⁺ che, prima dell'immersione del filo di Ag, non esisteva.	Alcuni ioni Ag ⁺ del reticolo cristallino di Ag sono passati in acqua; si crea uno squilibrio elettrico: la soluzione assume carica positiva, mentre la lamina di Ag assume carica negativa	All'interfaccia metallo/soluzione si forma un doppio strato elettrico e una differenza di potenziale fra il metallo e la soluzione: questa d.d.p. è detta potenziale di elettrodo.

3*	Sebbene in queste pile non siano introdotti all'inizio i prodotti: Zn^{2+} e Cu ; Pb^{2+} e Cu (cioè pur essendo le pile in condizioni diverse da quelle standard), le FEM risultano circa uguali a quelle previste in condizioni standard.	Si può dedurre che: - per ottenere energia elettrica si può "partire" anche usando soltanto i reagenti, a condizione però di tenerli separati; - in base a quanto visto sopra, nelle due soluzioni devono essere presenti anche i relativi prodotti in quantità piccolissime, anche senza passaggio di corrente elettrica (cioè a circuito aperto).	I valori sperimentali delle FEM conducono a supporre, a livello microscopico, l'origine dei potenziali degli elettrodi e della differenza di potenziale tra gli elettrodi stessi. Si conferma la teoria del doppio strato.
4*	Poiché è avvenuta la precipitazione di AgI , nella soluzione deve esistere una piccolissima concentrazione di ioni Ag^+ che, prima dell'immersione di Ag , non c'era.	L' Ag non dovrebbe ossidarsi con l' HCl , essendo $\Delta E^\circ = -0,8V$. Però non si è in condizioni standard e le previsioni fondate sui potenziali di riduzione standard valgono esclusivamente in condizioni standard.	Applicando la relazione: $\Delta E^\circ = 0,059 \cdot \log K$ risulta $K \approx 10^{-27}$, cioè le concentrazioni di Ag^+ e H_2 all'equilibrio sono piccolissime, ma non nulle.
5	Il valore del potenziale è minore di quello riportato nella tabella dei potenziali di riduzione standard.	Tale valore di E è dovuto al comportamento <i>reale</i> dell'elettrodo.	Il valore 0,34 riportato nella tabella dei potenziali di riduzione standard si riferisce al comportamento <i>ideale</i> come è evidenziato dall'analisi dei grafici in fig. 1.
6	Questa pila sfrutta una reazione <i>endotermica</i> , invece che una reazione <i>esotermica</i> .	Tale pila è apparentemente strana perché talvolta si ritiene che, per costruire delle pile, possano essere impiegate solo le reazioni redox che avvengono con sviluppo di energia termica e permettono di trasformare il calore in energia elettrica.	Per produrre energia elettrica può essere sfruttata qualsiasi reazione redox che abbia tendenza ad avvenire anche se è endotermica. In questo caso la tendenza ad avvenire misurata dalla FEM° è abbastanza grande. Infatti: $\log K = \frac{2 \cdot 0,110}{0,059} = 3,72$; $K = 10^{3,72}$
7*	I valori delle FEM delle prime due pile sono circa uguali, mentre quelli delle altre due sono diversi. Inoltre, per quanto riguarda le polarità dei due elettrodi di ogni pila, solo nelle prime tre si ha come previsto: a sinistra l'anodo (ossidazione) e a destra il catodo (riduzione). Nella quarta pila invece si ha il contrario.	Nel caso di <i>comportamento ideale</i> a $25^\circ C$ il valore teorico della FEM è: $FEM = 0,059 \log \frac{1}{2 \cdot 10^{-3}} = 0,088V$. Quindi solo i valori sperimentali delle FEM delle prime due pile sono in accordo con tale valore. Con certezza, soltanto nella prima pila: - a sinistra è implicata la semireazione di ossidazione: $Cu = Cu^{2+} + 2e^-$ - a destra è implicata la semireazione di riduzione: $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$	In base ai dati sperimentali si può affermare che: la FEM di una pila a concentrazione è indipendente dalla natura dei conduttori, impiegati nelle due semipile, <i>solo se essi sono uguali</i> .

6. Conclusione

L'itinerario esposto in questo articolo mi ha permesso anzitutto di approfondire alcuni concetti di elettrochimica che altrimenti sarebbero rima-

sti, secondo il mio punto di vista, molto approssimativi se non addirittura troppo "vaghi".

Inoltre in questo modo ho potuto anche fare conseguire ai miei allievi l'apprendimento significativo non mnemonico di concetti che altrimenti, senza il contesto teorico della loro elaborazione, sarebbero poco proponibili a livello di un corso chimico di base.

Infatti ho potuto constatare, mediante prove di verifica formativa e sommativa che:

- l'introduzione sperimentale dell'equazione di Nernst,
- la "genesì" del potenziale elettrochimico di un elettrodo di prima specie, basato sul modello del doppio strato e sull'instaurazione dell'equilibrio chimico: $Me^{n+} + ne^- = Me$, a prescindere dal passaggio di corrente in una pila,
- la "scoperta" della relazione fra K e FEM° di una pila,
- la differenza fra comportamento ideale e reale delle soluzioni,
- l'introduzione sperimentale del concetto di attività,
- la definizione più rigorosa di E°

possono far sì che gli allievi inizino a percepire la zona sconosciuta come conoscibile e riescano così ad ampliare la loro zona di sviluppo prossimale.

Comunque, dato il notevole impegno necessario, sarebbe auspicabile che il percorso qui esposto fosse attuato, se possibile, tramite un lavoro interdisciplinare adeguatamente programmato con gli insegnanti di fisica e di matematica.

Ringraziamenti

Sono grato al Prof. Ermanno Niccoli e alla Prof.ssa Marina Mastragostino del Dipartimento di Chimica "G. Ciamician" dell'Università di Bologna per l'interessamento e per le fruttuose osservazioni che hanno contribuito alla stesura di questo lavoro.

Bibliografia

- J. O' M. Bockris, A. K. N. Reddy, *Modern Electrochemistry*, vol. II, Plenum Press, New York, 1972.
- L. Antropov, *Theoretical Electrochemistry*, Mir Publishers, Mosca 1972.
- G.C. Pimentel, R. D. Spratley, *Chimica generale*, Zanichelli Editore, Bologna 1975.
- L. Goldberg, *I ragazzi e la scienza*, Editrice La Scuola, Brescia 1975.
- P. W. Atkins, *Chimica fisica*, Zanichelli Editore, Bologna 1989.
- M. Guardo, *Lezioni di chimica fisica*, vol. I, Zanichelli Editore, Bologna 1989.
- R. G. Compton, G. H. W. Sanders, *Electrode Potentials*, Oxford University Press, Oxford, New York, Tokio 1996.

R. Cozzi, P. Protti, T. Ruaro, *Elementi di analisi chimica strumentale*, Zanichelli Editore, Bologna 1998.

O. Liverta Sempio, *Vygotskij, Piaget, Bruner. Concezioni dello sviluppo*, Raffaello Cortina Editore, Milano 1998.

B. Joyce, M. Weil, E. Calhoun, *Models of teaching*, Allyn e Bacon, Boston 2004.

Articoli

P. Lanza, M. G. Mandò, Attività e concentrazione, *La Chimica nella Scuola*, 1989, n.3, pp. 16-18.

M. Gentile, Motivare ad apprendere, in *Ricerca Educativa "ISRE"*, 1998, 5 (2), pp. 80-109.

P. Lanza, Attività, coefficiente di attività... malintesi e luoghi comuni, *La Chimica nella scuola*, 1999, n.1, pp. 3-7.

R. Soldà, L. Mercato, Un approfondimento sull'attività, *La Chimica nella Scuola*, 2004, n.2, pp. 57- 59.

E. Niccoli, Approfondimenti e suggerimenti didattici relativi alle celle galvaniche. Parte prima: il funzionamento degli elettrodi, *La Chimica nella Scuola*, 2009, n.2, pp. 97-108.

E. Niccoli, Approfondimenti e suggerimenti didattici relativi alle celle galvaniche. Parte seconda: il funzionamento delle celle galvaniche, *La Chimica nella Scuola*, 2009, n.3, pp. 178-188.

La Tavola Periodica di Hugo Schiff, forse la Prima nel suo genere in Italia – Parte II

Marco Fontani, Mariagrazia Costa, Laura Colli

Dipartimento di Chimica Ugo Schiff-Università di Firenze
via della Lastruccia, 13 - 50019 Sesto F.no
marco.fontani@unifi.it; laura.colli@unifi.it

1. Augusto Piccini l'allievo di Schiff che si occupa di Classificazione Periodica

Augusto Piccini era nato l'otto maggio 1854, a San Miniato al tedesco nel Granducato di Toscana. Era il terzo figlio maschio, preceduto da Giulio, scrittore, e Giovanni deputato del Regno d'Italia. Nel 1874, ventenne, si diplomò a Firenze in Farmacia e successivamente si recò a Padova dove si laureò in chimica il 21 agosto 1876.

Nove anni più tardi, appena trentunenne, divenne professore di Chimica generale presso l'Università di Catania. Dopo un soggiorno a Roma, nel 1893, fu richiamato per acclamazione a Firenze a coprire la cattedra di Chimica farmaceutica e tossicologica presso l'Istituto di Studi Superiori, Pratici e di Perfezionamento¹.



Figura 1. Copia del ritratto fotografico di Augusto Piccini (1854-1905), dono della nipote ad uno degli autori.

Ciò che però doveva affascinare maggiormente Piccini era il desiderio di completare la teoria kekuleiana della valenza, basata sulla conoscenza dei pesi molecolari, teoria che aveva sviluppato la chimica del carbonio portandola a decifrare la struttura nello spazio dei composti organici.

Pochi anni dopo la teoria formulata da Friedrich August Kekulé (1829-1896) giungeva a conclusione l'ambiziosa "legge periodica" di Dimitri Mendelejeff (1834-1907), la quale permetteva una sistematica disposizione degli elementi; ipotesi feconda, capace di prevedere nuove analogie fra i corpi semplici e ricca di scoperte.

1. M. Fontani, F. Salvianti, Il sistema periodico, terra di speranza di gloria: La vita e l'opera di Augusto Piccini (2009), *Memorie di Scienze Fisiche e Naturali. <Accademia delle Scienze detta dei XL> Atti del XIII Congresso Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica*, 285-295.

Piccini, come abbiamo accennato, era stato marginalmente allievo di Schiff durante i suoi studi in farmacia e quasi certamente a Padova aveva avuto modo di approfondire e dedicarsi allo studio della tavola periodica come testimonia la sua produzione scientifica, tragicamente interrotta dalla prematura morte² nel 1905. Piccini elaborò un suo sistema periodico di classificazione degli elementi che pubblicò sulla Gazzetta Chimica Italiana, poco prima di morire. Forse egli ebbe modo di vedere il sistema periodico elaborato dal vecchio Schiff e magari non gli mancò l'occasione di discuterne amichevolmente con lui. È probabile che gli sia servito da impulso, come è altrettanto plausibile che le aggiunte apportate da Schiff al Sistema Periodico, siano state indotte non solo da una certa inconsueta capacità del chimico tedesco ad aggiornarsi sull'evoluzione di tutti i settori della chimica, ma anche da un costante confronto con Piccini. Tuttavia la tabella periodica di Schiff resta forse l'unico esempio in campo Italiano, accanto all'altro documento chirografo (tabella di pesi atomici), in nostro possesso.

	P. at.	Col.	O.	P. spec.	P. at.	Col.	O.	P. spec.	P. at.	Col.	O.	P. spec.	P. at.	Col.	O.	P. spec.	
Ag	107,9			10,17	Cu	63,5		5,94	N	14			0,9743	Si	28		2,49
Al	27,1			2,28	Pb	207,2		6,52	Na	23			0,97	Sm	160		
As	75			6,75	Sn	118,7			Ni	58,7			7,60	Sr	118		7,29
Au	196,5			19,26	Pt	195		7,84	Ni	58,7			8,82	Se	78,5		2,54
B	11			2,68	Rb	85,5			O	16			1,1056	Te	127,6		10,20
Ba	137			3,78	Sr	87,6		5,95	Cl	35,5			32,45	U	238		14,8
Be	9,0			2,10	Tl	204		0,0492	P	31			4,84	V	51		6,25
Bi	208			9,94	Hg	200,6		12,59	Pr	140,9			11,57	Cr	52		2,80
Br	80			3,19	S	32,06		4,95	Rd	186,2			14,48	Ca	40		11,85
C	12			3,25	Ir	192,2		7,74	Rf	194,8			21,48	Co	58,9		44,40
Ca	40			1,53	La	138,9		22,44	Os	190			4,52	U	238		13,70
Ce	140,1			3,65	K	39,1		0,86	Ru	101			12,40	V	51,2		5,50
Cl	35,5			6,70	Lu	174,9		6,30	Ru	101,1			12,26	W	184		13,30
Co	58,9			3,42	Sc	44,96		0,27	S	32			2,08	Y	89		
Cr	52			8,21	Ag	107,87		11,75	Se	78,96			6,71	Yb	173		
Cu	63,5			6,80	As	75		8,21	Se	78,96				Te	127,6		7,20
Cu	122,8				Mo	96		8,60	Se	78,96			22	Te	127,6		2,15

Università di Firenze – Chemical Heritage

Figura 2. Tabella dei Pesi Atomici degli Elementi, disegno autografo di Ugo Schiff, *Chemical Heritage* del Dipartimento di Chimica dell'Università di Firenze.

2. Piccini scomparve troppo presto e altrettanto rapidamente scomparvero le sue carte. Di lui non rimane che un busto bronzo incastonato in una nicchia, adobbata di festoni floreali in gesso, presso la porta di ingresso dell'ex-dipartimento di Farmacia di Firenze.

A testimonianza dei rapporti che Piccini, e non Schiff, aveva con il chimico russo di seguito riportiamo la lettera³ che egli ricevette da Dimitri Mendeleev che preannuncia la sua prossima visita a Firenze.

Chere Collègue,

*vous mémoires et Votre lettre, que j'ai recu
recentement m'ont très touché et je suis très
hereux de voir dans un pays si éloigné un
savant si profodement penetré par les
principles du sistème Periodique.*

*En recherchent(?) de remplir Votre désir je
vous envoie mon portrait espérant de Vous
voir en mois de Mars a Florence, où je serai
de passage à Naples et Rome pour
reconstituer ma santé.*

*Agreez tout mes compliments cher collègue,
votre D. Mendeleeff.*

A Monsieur le professeur A. Piccini

2. Un'ipotesi romanzesca

Nella tavola dello Schiff ci sono alcuni aspetti di difficile spiegazione. Appare strano, ad esempio, che l'aggiornamento della tavola periodica sia arrivato fino ad includere i gas nobili (l'ultimo scoperto nel 1898 è stato lo xenon) e non abbia incluso la scoperta del lutezio (chiamato anche *cassiopeio* nella letteratura di lingua tedesca) del 1907. Non è chiara la ragione per cui l'aggiornamento della tavola si sia fermato alla fine del XIX secolo.

Altro fatto peculiare è che gli elementi radioattivi, radio, polonio, attinio e radon non compaiono nella sua classificazione periodica, pur essendo tali scoperte anteriori al decesso di Schiff (1915) e Piccini (1905).

Supponiamo, per assurdo, che la tavola sia stata compilata da Piccini e non dallo Schiff: se la tavola fosse stata disegnata per esempio l'anno precedente alla scoperta di Welsbach (1884), sia Piccini, trentenne, che Schiff cinquantenne, avrebbero potuto esserne gli autori. Conviene ricordare quanto Piccini fosse intimamente legato alle idee di Mendeleev, come testi-

3. Lettera conservata presso il Museo della Scienza, Archivio, Carte Piccini, Mittente Mendeleev Dmitrij Ivanovich; Destinatari: Piccini Augusto (lettera idiografica con firma autografa, [22/01/1903].

monia l'articolo uscito postumo⁴ nel 1905. Il chimico russo vedeva gli elementi radioattivi – elementi che si disintegravano trasmutandosi in altri – come fumo negli occhi, come una scoperta capace di inficiare la sua legge periodica. Quando nel 1902 si recò a Parigi dai coniugi Curie per vedere con i propri occhi il cloruro di radio che brillava nell'oscurità esclamò con il massimo risentimento: “quanto radio ci sarà su tutta la crosta terrestre? Forse due grammi? E per tutto questo, io debbo rinunciare alla mia legge periodica?”⁵ Per quanto riguarda invece i gas nobili, l'irascibile Mendeleev, dopo averli palesemente avversati⁶, li accettò; forse al principio non per convinzione, ma perché non avrebbero demolito la creatura che gli avrebbe assicurato una sorta di immortalità.

Per quanto riguarda l'assenza degli elementi radioattivi, anche Schiff, come Piccini, potrebbe averli ignorati; saremmo di fronte ad un caso di omissione volontaria. Per Schiff non ci sarebbe spiegazione a questa omissione, per Piccini invece sì.

Il nostro Piccini godeva per propria scelta di un orizzonte più limitato: era più una vestale dell'ortodossia mendeleeviana che un seguace di Mendeleev e pertanto, se la tabella fosse stata sua, non avrebbe incluso i corpi radioattivi per non offendere il maestro.

Sarebbe così spiegata anche l'assenza del lutezio: Piccini non avrebbe potuto annoverare l'elemento di numero atomico 71 nella sua tabella perché era morto da oltre due anni.

2.1 Confronti e conclusioni

A conclusione di questa dissertazione conviene tornare alla “Tabella dei corpi indecomposti”, progenitrice delle moderne tavole periodiche degli elementi, edita a Catania nel 1883 e anch'essa conservata a Firenze, nella Collezione Schiff (grazie al progetto *Chemical Heritage*). In essa sono annotate manualmente correzioni, sono state riportate aggiunte autografe, nonché aggiornamenti bibliografici. Questo è un documento stampato da una casa editrice; non è un documento chirografo, sebbene contenga una cospicua aggiunta manuale dello Schiff. (Figura 3)

4. Augusto Piccini, *Gazzetta Chimica Italiana*, (1905), 35(ii), 417-21.

5. Michael D. Gordin, *A Well-ordered Thing: Dmitri Mendeleev and the Shadow of the Periodic Table*, 2004, pp. 364.

6. Carmen J. Giunta, *Using Case Histories to Teach Scientific Method: the Case of Argon*. *Journal of Chemical Education* 75: 1322–1325, 1998.

mitiamo a indicare questa “zona” della tavola come una “zona di incertezza e in continuo mutamento”: gli elementi delle terre rare qui riportati sono ben 22, quando oggi sappiamo essere “solo” 14:

Ce 140; Di 142,5; ... 147; ... 149; Sm 150; ... 150; ... 151; ... 152; ... 155; ... 156; ... 160; ... 164; ... 165; ... 166; ... ; ... ; ... ; ... ; 169; ... 171; Yb 173;

Sul perché Schiff non abbia aggiunto gli ultimi elementi (radioattivi), man mano che essi venivano scoperti si può solo formulare un’ipotesi che si accorda con la natura di Schiff. La tavola edita a Catania annovera acriticamente tutti gli annunci di scoperte dei corpi semplici: molti sono errati quali l’*actinio*⁷, il *neptunio*, il *lavoësio*, *davio*⁸, il *filippio*, il *decipio*⁹ e il *norvegio*¹⁰. Schiff non avrebbe certamente incluso in una tabella che avesse redatto personalmente – per sua indole – elementi la cui scoperta si presentasse incerta o addirittura improbabile. Per analogia possiamo quindi immaginare che per gli elementi radioattivi (le cui scoperte vere erano affiancate da numerose scoperte fasulle – quali il *brevio*¹¹, *berzelio*, *carolinio*, *ionio*¹² –) fosse prematuro un loro inserimento nella tavola senza incorrere nel rischio di cadere in qualche sorta di grossolano errore.

Questa interpretazione può essere soddisfacente per gli elementi radioattivi o delle terre rare dove il numero di scoperte errate superava abbondantemente quelle reali. L’aggiunta in una colonna a parte per i gas nobili fa propendere a favore dell’ipotesi di Schiff quale autore della tavola periodica rispetto a Augusto Piccini.

Il motivo per cui Schiff non avrebbe inserito gli elementi radioattivi o gli ultimi elementi delle terre rare nella “sua tavola autografa” - quali ad esempio il neo-itterbio (poi itterbio) e lutezio di Georges Urbain (1872-1938) - forse si può spiegare ammettendo che egli non fosse più in ottima salute e quindi avesse smesso di “nutrirsi in maniera onnivora” di tutte le scoperte chimiche, limitando il suo interesse alla “sola” chimica organica.

Schiff si spense all’età di ottantun anni alle sei del mattino dell’otto settembre 1915 nella sua casa di via Alfieri a Firenze, dopo una lunga e pe-

7. M. Fontani, M. Costa, Il curioso caso della triplice scoperta dell’attinio, *La Chimica e l’Industria*, (2006), **88**, n° 7, 80.

8. Il lavoësium e il davium: ascesa e declino di due metalli dai nomi illustri *La Chimica e l’Industria*, (2005), **87**, n° 1, 66.

9. M. Fontani, M. Costa, Il demone nascosto nelle terre rare, *Il Chimico Italiano*, (2006), n° 2, 10.

10. M. Fontani, M. Costa, E. Bulukin, La complessa vicenda di due metalli “scandinavi” il norvegium ed il wasium, *La Chimica e l’Industria*, (2009), 4, 108.

11. Op. cit. 16

12. Op. cit. 6, pagina 222.

nosa agonia. La causa del decesso era una grave forma di uremia. Dal testamento sappiamo che questa malattia fu sopportata con dolore e rassegnazione per lunghi anni. Il curatore testamentario, il nipote Robert Schiff (1854-1940), ci informa di come la vedova Schiff avesse impugnato il testamento, adducendo che la salute del marito, da lunghi anni in declino, l'avesse reso semi-infermo¹³. Lo stato di prostrazione fisica potrebbe aver influenzato le sue capacità di concentrazione ed influito sulla sua ricerca come nel caso ormai abbondantemente documentato del premio Nobel Willam Ramsay¹⁴ (1852-1916).

13. Colli L., Costa M., Guarna A. Il Testamento di Ugo Schiff: il volto meno conosciuto di un grande scienziato, *Memorie di Scienze Fisiche e Naturali*, «Rendiconti della accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL», serie V, vol. XXXV, parte II, tomo II, 2011.

14. George B. Kauffman - *Chem. Educator* 9 (2004) 6, 378-383.

Reazioni del terreno e suo potere tampone

Pasquale Fetto
pasquale.fetto@didichim.org

Riassunto

Lo scopo di questo lavoro è quello di proporre agli insegnanti una attività che esca dalla semplice esercitazione chimica, inserendola in un contesto pluridisciplinare. La misura sperimentale del pH viene proposta non su soluzioni preparate in laboratorio ma, utilizzando ciò che la natura ci propone, in particolare il terreno.

Generalmente le esercitazioni descritte sono svolte nei Corsi di Chimica Agraria ed in particolare nella parte che riguarda la Chimica Pedologica. Le stesse esercitazioni possano trovare applicazione in tutti gli Istituti di Istruzione Superiore provvisti di un laboratorio, anche non particolarmente attrezzato. Questo tipo di percorso necessita di una attenta programmazione didattica che si sviluppi in più anni e coinvolga i docenti delle varie discipline.

Di seguito vengono date nozioni di base di tipo generale (ovviamente non esaustive), necessarie per la comprensione di alcuni fenomeni e reazioni che avvengono nel terreno.

Abstract

The aim of this work is to propose a teachers activity that exits simple chemistry tutorial, by inserting it in a multidisciplinary context.

Experimental measurement of pH is not prepared in the laboratory but solutions, using what the nature offers us, in particular the ground.

Generally the exercises described are carried out in Agricultural Chemistry courses and in particular in the part that covers the Soil Chemistry. these tutorials can be applied in all institutes of higher education with a laboratory, not particularly well equipped. This type of path requires a thorough educational programming that develops over years and involve teachers of various disciplines.

Here are the basics of general type (obviously not exhaustive), you need to understand certain phenomena and reactions that take place in the soil.

1. Premessa

Nella fisica del suolo, il terreno era considerato come un sistema inerte con funzioni di supporto per l'acqua e l'aria; in realtà, la dinamicità del terreno è facilmente osservabile se si considera la struttura e le interferenze

delle particelle solide, che sono molto sensibili, rispetto alla circolazione dell'acqua. Molto più importanti sono le azioni chimiche che si verificano fra il terreno e le sostanze disciolte in acqua che circolano nel terreno stesso. L'acqua rappresenta il fattore pedogenetico più importante e con i suoi stati fisici esplica l'azione fondamentale sulla pedogenesi.

Importantissimo è, per poter comprendere i successivi processi di assorbimento da parte del terreno, che gli studenti abbiano chiare le reazioni che riguardano la dissociazione dell'acqua e l'equilibrio di dissociazione che per brevità non riporto.

Preferisco porre l'accento anche se brevemente sulla chimica dello *stato colloidale*, sulla *solubilità dei gas* nell'acqua e la *idratazione degli ioni*.

2. Cenni sui colloidali

Ritengo opportuno premettere alcune nozioni essenziali sui colloidali, tratte dalla chimica generale, per la miglior comprensione delle proprietà colloidali del terreno agrario e in particolare dell'argilla. Consideriamo i colloidali da un punto di vista podologico e tra questi prendiamo in esame quei colloidali che maggiormente sono rappresentati nel terreno. In realtà più che parlare di colloidali sarebbe più corretto parlare di stato colloidale della materia in quanto qualsiasi sostanza, in particolari condizioni, può venire a trovarsi in uno stato di suddivisione tale da rientrare nell'ambito delle dispersioni colloidali. Un esempio semplice può chiarire meglio i tre tipi di dispersione (grossolana, colloidale e soluzione) e le proprietà generali che le caratterizzano.

Poniamo in un tubo di vetro, pieno d'acqua, dello zolfo macinato (in polvere); dopo aver agitato, le particelle di zolfo resteranno, per breve tempo, sospese ed in seguito si depositeranno lentamente sul fondo. Questa preparazione costituisce una "dispersione grossolana". Se allo zolfo, ridotto in particelle minutissime, con espedienti meccanici o con metodi chimici (acidificazione del tiosolfato), viene aggiunta acqua, dopo l'agitazione si noterà come le particelle di zolfo rimangono lungamente disperse nell'intero volume di acqua, siamo di fronte a una "dispersione colloidale".

Se lo zolfo viene messo in solfuro di carbonio sarà impossibile distinguere le particelle di soluto da quelle del solvente, abbiamo ottenuto una "soluzione". Le tre condizioni sopra esaminate sono state determinate essenzialmente dalle *dimensioni* caratteristiche *delle particelle* di zolfo.

Riassumiamo sinteticamente le proprietà generali sopra descritte:

Dispersioni grossolane

- dimensioni delle particelle: diametro maggiore di 100 μ (milionesimi di millimetro)
- non attraversano la carta da filtro

- non sono dializzabili
- non diffondono
- sono visibili al microscopio

Dispersioni colloidali

- dimensioni delle particelle: diametro da 1 a 100 $m\mu$
- attraversano la carta da filtro
- non dializzano
- non diffondono
- sono visibili solo all'ultra-microscopio

Soluzioni

- dimensioni delle particelle: diametro inferiore a 1 $m\mu$
- passano attraverso tutti i filtri
- dializzano
- non sono apprezzabili con nessun mezzo fisico

Lo stato colloidale è quindi caratterizzato dalla suddivisione delle particelle (diametro compreso tra 1 e 100 $m\mu$) in dispersione (*fase dispersa*).

L'attitudine a dare dispersioni colloidali non è una caratteristica di particolari sostanze; tutte le sostanze possono trovarsi in uno stato colloidale, purché si disponga di una adatta fase disperdente. Così ad esempio, il caucciù in acqua forma una dispersione colloidale, mentre in benzolo si ottiene una vera e propria soluzione. Il cloruro sodico, in acqua dà una soluzione, mentre in benzolo dà una dispersione colloidale.

Attualmente distinguiamo due tipi di dispersioni colloidali: *colloidi micellari* formati da aggregati cristallini di molecole semplici; *colloidi molecolari* il cui stato deriva dalla complessità della singola molecola.

Nella tabella 1 sono indicati i diversi tipi di dispersioni colloidali:

Tabella 1.

Fase disperdente	Fase dispersa	Dispersione colloidale
gassosa	gassosa	Nessuna
gassosa	liquida	Aerosoli (nebbie)
gassosa	solida	Aerosoli (fumi)
liquida	gassosa	Schiume
liquida	liquida	Emulsioni
liquida	solida	Sospensioni
solida	gassosa	Gas in alcuni minerali (pomice)
solida	liquida	Acqua dispersa nei grassi
solida	solida	Eutettici a dispersione colloidale (alcune leghe)

3. Proprietà dello stato colloidale

Proprietà ottiche - Se un raggio di luce attraversa un mezzo in cui sono disperse particelle di diametro corrispondente alla stato colloidale, è possibile poter seguire il cammino del raggio nella dispersione (effetto Tyndall, 1856). Ciò si spiga ammettendo che le dimensioni delle particelle colloidali, sono molto prossime a quelle della lunghezza d'onda della luce visibile; pertanto l'onda luminosa viene diffratta dalle particelle, che si rendono visibili a causa della luce che diffondono.

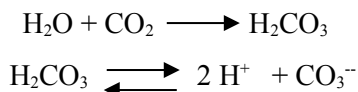
Sull'effetto Tyndall si basa la visione all'ultramicroscopio, che differisce dal comune microscopio soltanto per il diverso sistema di illuminazione.

Proprietà cinetiche - L'osservazione all'ultramicroscopio di una dispersione colloidale consente di constatare che le particelle disperse sono in continuo movimento (moto Browniano)¹

Proprietà elettriche - Alcune caratteristiche delle particelle colloidali dipendono dall'enorme sviluppo superficiale che queste particelle possiedono in rapporto alla loro massa. Le molecole che si trovano alla superficie, non avendo le forze intramolecolari bilanciate in tutte le direzioni dalle molecole circostanti, tendono ad assorbire ioni provenienti dal mezzo di dispersione. È da notare, infatti, che l'albumina sospesa in acqua, non mostra alcuna carica elettrica; mentre se la soluzione è leggermente acida, essa appare caricata positivamente e in soluzione alcalina, caricata negativamente. In questo caso la carica è fornita dagli ioni H^+ oppure, dagli ioni OH^- , assorbiti dall'albumina. Se introduciamo due elettrodi, fra i quali è applicata una opportuna d.d.p., in una dispersione colloidale, le particelle di questa si mettono in movimento nel campo elettrico dirigendosi verso uno dei due elettrodi; questo fenomeno prende il nome di elettroforesi e si distingue in cataforesi e anafresi a seconda che la migrazione avvenga

1. Il fenomeno fu scoperto nel 1827 dal botanico R. Brown; egli, studiando sospensioni di polline di *Clarkia Pulcella* (Bot. Divisine: Angiosperme-Dialypetalae; Ordine: Myrtales; famiglia delle Oenotheraceae, originaria dell'America meridionale, pinta ornamentale) notò che certe particelle provenienti dai grossi granuli di polline erano animate da un particolare movimento perenne. Queste particelle furono per un certo tempo ritenute delle molecole attive; fu lo stesso Brown che si accorse che anche particelle inorganiche erano animate dallo stesso moto, caddè così l'ipotesi di molecole attive. La causa del moto browniano fu scoperta assai più tardi in base alla teoria cinetica molecolare, e la sua spiegazione quantitativa fu data nel 1904 da A Einstein, le cui conclusioni furono dimostrate esatte sperimentalmente da J. Perrin (1908). Sull'argomento vedere -K. L. Mysels: Motion and the Stability of Colloids. *J. Chem. Educ.* **32**, 319, 1955.

verso il catodo o verso l'anodo.²



L'acqua ricca di CO₂ ha quindi una reazione acida ed è questa la ragione della sua grande importanza nell'attività pedogenetica. Quando la quantità di CO₂ disciolta nella pioggia assume valori molto alti siamo di fronte alle note *piogge acide*.

Idratazione degli ioni – Lo stato di idratazione degli ioni è in relazione con il raggio ionico; in tabella 2 sono riportati i valori per i cationi più rappresentativi ai fini dell'assorbimento da parte del terreno:

Tabella 2

Cationi	Valenza	Raggio ionico in (Å°) idratato	Raggio ionico in (Å°) non idratato
H ⁺	1	0,35	4,50
Li ⁺	1	0,68	3,00
Na ⁺	1	0,98	2,15
NH ₄ ⁺	1	1,43	-
K ⁺	1	1,33	1,50
Rb ⁺	1	1,49	1,25
Mg ⁺⁺	2	0,65	4,00
Ca ⁺⁺	2	0,94	3,00

La lettura dei valori riportati in tabella ci porta ad alcune considerazioni:

- 1) a parità di valenza l'idratazione dello ione diminuisce con l'aumentare del raggio ionico (raggio effettivo del catione);
- 2) ioni con valenza più alta hanno maggior raggio ionico di idratazione.

2. L'elettroforesi è un fenomeno ricco di applicazioni industriali, è di grande utilità nella ricerca scientifica; consente infatti particolarissime determinazioni chimico-fisiche e delicatissime operazioni di separazione di specie chimiche non effettuabili con altri metodi. Un esempio è dato dalla mescolanza di proteine, chimicamente indistinguibili, agendo sul valore del pH e sui valori delle costanti di acidità e/o basicità di ciascuna di esse, è possibile la separazione.

Tra le applicazioni industriali si ricordi il processo di *electropainting*, mediante il quale si depositano per via elettroforetica resine allo stato colloidale disperse in opportuni solventi su parti metalliche (verniciatura delle carrozzerie per auto).

Importantissime le applicazioni in campo biologico, questo metodo ha, infatti, permesso di separare colloidi biologici misti nei loro costituenti e di studiare le funzioni e le proprietà biologiche di ciascuno di essi (es. separazione della α, β e γ globulina del sangue).

Nota importante: lo ione H^+ ha un comportamento particolare che a mia conoscenza non ha ancora trovato una spiegazione logica, infatti pur avendo una valenza 1 ha un raggio di idratazione più elevato rispetto agli ioni bivalenti.

Nota dell'autore: gli studenti devono essere a conoscenza dei fenomeni più importanti determinati dall'acqua ed in particolare quello dell'idrolisi.

4. Potere assorbente del terreno

La complessa attività chimica del terreno si realizza soprattutto attraverso il **potere assorbente**. Esso si definisce come la proprietà che il terreno ha di trattenere e fissare le sostanze disciolte nella soluzione circolante.

Osservazioni e studi su questo fenomeno, iniziarono ai primi dell'800 con Gazeri, proseguirono negli anni successivi e si deve a Way (1850) l'attribuzione dell'assorbimento ai composti silicoalluminici. Si giunse quindi, dopo l'analisi di una grande quantità di dati sperimentali, alla proposta di Gedroiz di distinguere nel suolo cinque forme di assorbimento:

Assorbimento meccanico – esso consiste nella facoltà del terreno di trattenere le particelle in sospensione nell'acqua. In altre parole il terreno funziona da filtro che riesce a trattenere particelle sospese aventi un diametro maggiore dei suoi pori; pertanto l'assorbimento meccanico sarà maggiore quanto più compatta è la struttura del terreno.

Assorbimento biologico – esse è imputabile agli organismi presenti nel terreno; infatti i microrganismi e gli organismo superiori hanno bisogno, per il loro metabolismo, di elementi che sottraggono al terreno. Scompaiono quindi, sia pur temporaneamente, le sostanze che entrano a far parte degli organismi viventi. Solo con la morte dei questi gli elementi fissati ritornano in circolo.

Assorbimento fisico o apolare – è questo un tipo di assorbimento che dipende dalle superfici di contatto fra le fasi “*interfacies*”. Nel caso della soluzione circolante (fase disperdente) e dell'argilla (fase dispersa) l'estensione dell'*interfacies* ha un enorme sviluppo data l'estesa superficie esposta dall'argilla in contatto con la soluzione circolante. Le sostanze disciolte in tale soluzione si distribuiscono nel mezzo secondo la legge di Gibbs. Le sostanze disciolte che abbassano la tensione superficiale si concentrano in vicinanza della *interfacies*, mentre le sostanze che innalzano la tensione superficiale si concentrano lontane dall'*interfacies* (Figura 1).

L'assorbimento fisico non raggiunge mai valori molto elevati e i suoi valori sono molto bassi rispetto all'assorbimento di scambio e chimico.

L'assorbimento fisico dal punto di vista sperimentale non è facilmente evidenziabile in quanto procede sempre insieme agli assorbimenti di scam-

bio e chimico che generalmente lo mascherano.

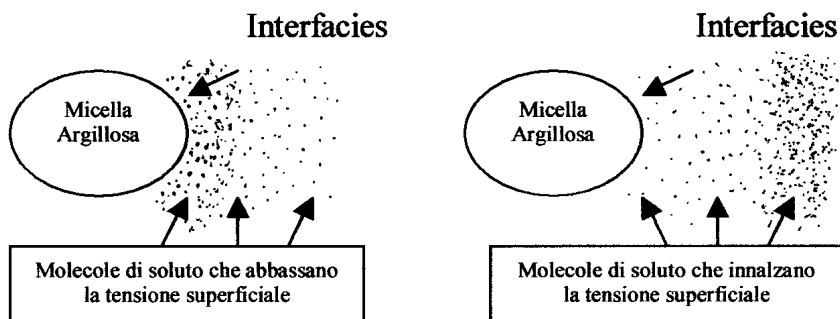


Figura 1. Schema del comportamento dei soluti

Assorbimento di scambio o polare – a questa forma di assorbimento partecipano non le molecole ma gli ioni. Pertanto i cationi assorbiti dai colloidali negativi (nel terreno sono rappresentati dalle micelle di argillose e dall’humus; gli anioni sono assorbiti dai colloidali positivi (nel terreno sono rappresentati dai sesquiossidi di ferro e di alluminio).

Assorbimento dei cationi – lo scambio dei cationi considera in generale il caso di cationi in soluzione che vanno a sostituire i cationi presenti sull’assorbente i quali a loro volta passano in soluzione, il processo è quindi sempre caratterizzato dallo scambio di ioni tra assorbente e soluzione.

L’assorbimento cationico si compone pertanto di due processi distinti:

- a) rimozione dei cationi dalla micella (cationi in uscita),
- b) assorbimento dei cationi sulla micella (cationi in entrata).

Tale scambio avviene sempre con perfetta equivalenza; cioè i cationi si scambiano fra loro non secondo quantità in peso uguale o secondo uguale numero di cationi, ma secondo i pesi equivalenti.³



Nelle reazioni di scambio polare, inoltre, si raggiunge immediatamente un equilibrio fra cationi presenti sull’assorbente e cationi in soluzione. Lo schema sotto riportato può chiarire questa importante condizione.

3. Gli studenti devono conoscere i concetti di *peso equivalente* e *grammo-equivalente*

Se il potere assorbente di un terreno sia stato saturato da n ioni K^+ (vedi schema) e questo terreno viene messo in contatto con una soluzione contenete m ioni Na^+ , si stabilisce un equilibrio per cui t ioni Na^+ saranno assorbiti e t ioni K^+ andranno in soluzione; naturalmente rimarranno sul complesso assorbente $(n - t)$ ioni K^+ e in soluzione $(m - t)$ ioni Na^+ .

Le leggi che regolano lo scambio cationico sono le seguenti:

- All'aumentare della *valenza*⁴ i cationi entrano più facilmente nel complesso scambio e con maggiore difficoltà ne sono rimossi.
- A parità di valenza, all'aumentare del raggio di idratazione i cationi entrano difficilmente nel complesso assorbente e, per contro, presentano una maggiore facilità ad essere rimossi.

Le più alte percentuali di sostanza assorbita si hanno con le più piccole concentrazioni di cationi nella soluzione scambiante.

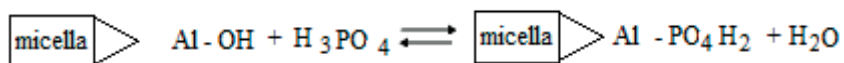
Assorbimento degli anioni – l'assorbimento anionico spetta essenzialmente ai colloidi positivi (sesquiossidi e idrati di ferro e alluminio) e, solo parzialmente l'assorbimento e lo scambio degli anioni segue le leggi dell'assorbimento cationico; infatti non solo i colloidi a carica positiva assorbono gli anioni, ma anche alcuni punti della superficie della micella argillosa. Si sa infatti che la micella argillosa ha carattere anfoterico, cioè può esercitare lo scambio sia verso i cationi (comportamento acidoide) che verso gli anioni (comportamento basoide). Il comportamento anfotero della micella argillosa trova giustificazione dall'osservazione che, oltre la sostituzione isomorfa, la dissociazione anfotera dell'ossidrilile attaccato all'alluminio poteva determinare l'assorbimento di cationi o di anioni.

Nel caso dell'assorbimento cationico o anionico la dissociazione decorre secondo lo schema:



In realtà, specialmente in corrispondenza degli spigoli dei cristalli, lo ione Al^{3+} che sporge può portare gruppi OH^- a subire il seguente scambio con gli acidi:

4. La parola valenza viene usata per esprimere la generica capacità di un atomo di legarsi con altri atomi. Riferendosi ad un certo atomo in un definito composto, vengono usate le parole elettrovalenza nel caso di composti ionici, e numero di ossidazione nel caso di composti covalenti.



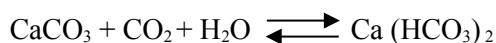
Questa forma di assorbimento anionico dipende dalla natura dell'argilla, ed è stato evidenziato sperimentalmente che lo scambio cationico e anionico è uguale nelle argille colinittiche. L'importanza di queste evidenze sperimentali hanno fatto sì che si sia potuto mettere in relazione lo scambio cationico e anionico con l'età dell'argilla.

Assorbimento chimico – si riferisce a processi che portano alla formazione di composti insolubili o molto poco solubili. Nel terreno gli anioni più rappresentati sono: Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} . Questi anioni possono trovare, nel terreno di costituzione normale i cationi: K^+ , Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , H^+ . La tabella 3 riporta, a cura degli studenti, i composti che si formeranno dalla combinazione tra anioni e cationi presenti nel terreno.

Tabella 3

Anioni	Composto con K^+	Composto con Na^+	Composto con Mg^{++}	Composto con Ca^{++}
Cl^-	KCl	NaCl	MgCl_2	CaCl_2
SO_4^{2-}	K_2SO_4	Na_2SO_4	MgSO_4	CaSO_4
NO_3^-	KNO_3	NaNO_3	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
CO_3^{2-}	K_2CO_3	Na_2CO_3	MgCO_3	CaCO_3
PO_4^{3-}	K_2PO_4	Na_2PO_4	MgPO_4	CaPO_4

- Cl^- forma con i cationi sopra riportati tutti composti solubili;
- SO_4^{2-} forma tutti composti dotati di buona solubilità, tranne il caso del CaSO_4 che ha una solubilità pari al 2 per mille. A carico dei solfati si verifica pertanto un discreto assorbimento chimico dovuto ad un sale non molto solubile. Si giustifica in tal modo il fatto che le acque del mare siano, in ogni caso più ricche di cloruri che di solfati: le acque di percolazione, infatti, avviano verso il mare in maggiore quantità i cloruri solubili;
- NO_3^- dà luogo a sali fortemente solubili. Deriva da ciò la necessità di somministrare al terreno i nitrati in dosi molto frazionate, allo scopo di evitare gravi perdite di dilavamento nel caso sopraggiungano piogge consecutive alla somministrazione;
- CO_3^{2-} forma sali insolubili solo con il catione calcio (la solubilità di CaCO_3 è pari a 0,01 per mille). È noto che la solubilità del carbonato di calcio risente della pressione parziale della CO_2 (che nell'aria tellurica è presente in alte proporzioni);



- PO_4^{--} forma con i cationi alcalino terrosi sali poco solubili (la solubilità del fosfato di magnesio è pari allo 0,2 per mille, mentre la solubilità del sale di calcio è pari allo 0,02 per mille). L'importanza che rivestono i fosfati nella nutrizione dei vegetali porta a considerare l'assorbimento chimico principalmente a carico dell'anione PO_4^{--} .⁵

5. Reazioni del terreno

Il grado di reazione del terreno dipende dal prevalere degli ioni H^+ e OH^- .

Per quanto riguarda gli ioni H^+ si può affermare che essi provengono, in generale, sempre da attività biologiche. Tralasciando la provenienza, gli ioni H^+ si possono così ripartire:

- Ioni idrogeno presenti nella soluzione circolante
- Ioni idrogeno fissati su colloidi allo stato scambiabile
- Atomi di idrogeno, più o meno ionizzabili, appartenenti ad acidi e acidoidi organici o minerali
- Ioni idrogeno dissociabili a spese di gruppi OH acidi, situati soprattutto sullo strato tetraedrico dell'argilla e sulla sostanza organica.

Una suddivisione analoga può essere immaginata per l'anione OH^- .

La classificazione precedente fa capire come non possa esistere un valore assoluto di acidità o di alcalinità del terreno, determinabili con tecniche rigorose. Gli ioni idrogeno sono ripartiti fra fase solida e fase liquida del terreno senza che si possa definire una divisione rigorosa tra gli ioni appartenenti all'una o all'altra fase.

L'acidità del terreno si può esprimere come:

acidità totale – corrisponde alla concentrazione totale degli ioni H^+ , dati dalla somma degli ioni dissociati, indissociati ed assorbiti, è espressa in mL di soluzione alcalina titolata, necessari per la neutralizzazione.

acidità attuale – corrisponde, in modo approssimato, alla quantità di ioni H^+ liberi presenti nella fase liquida del terreno; è espressa dal pH di una sospensione di terreno ottenuta portando a contatto una quantità in peso definita di terreno in un certo volume di acqua distillata. Il pH definisce quindi la concentrazione di ioni H^+ attivi, vale a dire quelli che si troverebbero nel momento considerato in contatto con le radici e con la microflora.

In base al pH i terreni vengono classificati come in tabella 4:

5. Con l'assorbimento chimico si considerano gli anioni presenti nel terreno in fase liquida; tuttavia l'assorbimento anionico (di natura polare) non esclude l'assorbimento chimico (per insolubilizzazione), solo che le due forme di assorbimento coesistono con evidenza solo nel caso dei fosfati e in misura minore per i solfati.

Tabella 4 - Classificazione dei terreni secondo il pH (°)

Valutazione agronomica	pH
Fortemente alcalino	> 8,6
Alcalino	8,6-8,1
Subalcalino	8,1-7,3
Neutro	7,3-6,8
Subacido	6,8-6,0
Acido	6,0-5,5
Fortemente acido	< 5,5

(°) Questo tipo di classificazione ha solo una importanza agronomica, infatti sono considerati neutri i terreni che si discostano alquanto dalla neutralità chimica, affinché possano essere compresi quei terreni che, agronomicamente non hanno bisogno di correzione e che vengono definiti “praticamente neutri”.

6. Parte sperimentale

La misura del pH del terreno si esegue con il metodo colorimetrico o con il metodo potenziometrico.

Ritengo che gli studenti debbano utilizzare i due metodi di analisi e confrontare i risultati. Si consiglia di lavorare in gruppi di studenti (gruppi massimo di 4 allievi) pari al numero di campioni da analizzare, che per praticità è preferibile non siano superiori a 5. Si evita in tal modo la necessità di disporre di grosse quantità di vetreria e reagenti, l'aspetto economico per certe scuole è di grande importanza.

Materiali occorrenti:

- Terreno prelevato in zone diverse (quantità minima per campione 200 g)
- 4 pH-metri
- Beckers da 300 mL (3 per ogni gruppo)
- Beute da 250 mL (3 per ogni gruppo)
- Provette da saggio (7 per ogni gruppo)
- Bacchette di vetro
- Carta da filtro a bassa porosità
- Acqua distillata
- Etichette

Nota: i campioni di terreno possono essere conservati in sacchetti di plastica previa etichettatura da cui è possibile ricavare: la zona di prelievo (marcate con lettere maiuscole dell'alfabeto), la data del prelievo e la quantità in grammi.

► **Metodo colorimetrico**

Preparazione delle soluzioni da esaminare:

Premessa - E' necessario, prima di procedere, definire la scelta dell'indicatore appropriato.⁶ Si procede quindi ad una individuazione grossolana del pH dei campioni con indicatori ad ampio intervallo di viraggio, che dall'analisi della tabella 4 includono più classificazioni:

rosso metile per terreni fortemente acidi e acidi;

blu di bromotimolo per terreni subacidi e neutri;

blu timolo per terreni subalcalini, alcalini e fortemente alcalini.⁷

Solo dopo questa prima classificazione è possibile utilizzare indicatori con intervallo di viraggio più prossimi ai pH della tabella 4 per i singoli terreni.⁸ I campioni vengono in questa fase esaminati da gruppi di studenti pari al numero di campioni e ogni gruppo riporterà i dati in una tabella simile a quella riportata di seguito (tabella 5).

Tabella 5 - Classificazione del terreno ottenuta sperimentalmente

Zona di prelievo	provetta	Indicatore utilizzato	pH intervallo di viraggio dell'indicatore	Classificazione del terreno secondo la tabella 4
A	1	Rosso metile	4,4 – 6,2	?
A	2	Blu di bromotimolo	6,2 – 7,6	?
A	3	Blu timolo	8,0 – 9,6	?

Attività manuale di ogni gruppo – Si pone in un becker da 300 mL, marcato preventivamente, 50 g di terreno e 200 mL di acqua distillata, agitare con una bacchetta o con un agitatore magnetico, filtrare dopo decantazione o meglio centrifugare per ottenere un estratto assolutamente limpido e possibilmente incolore. Si trasferisce la soluzioni ottenuta nella beuta, riportando su di essa la stessa marcatura del becher. Si preleva dalla beuta un'aliquota di 3 mL di soluzione e si suddivide in tre provette da saggio, si aggiunge quindi ad ognuna rispettivamente il rosso metile, il blu di bromotimolo e blu timolo, osservare e riportare i dati in tabella. L'analisi dei risultati ci dà con buona approssimazione una prima classificazione del terreno secondo quanto riportato nella tabella 4.

6. Le tabelle che riportano i principali indicatori sono disponibili in tutti i libri di testo.

7. È preferibile che gli stessi studenti scelgano gli indicatori, riportati nel procedimento per praticità, direttamente analizzando la tabella 5 e le tabelle riportanti i punti di viraggio degli indicatori (vedi nota 6)

8. Anche in questo caso saranno gli studenti ad operare la scelta

Gli studenti dovranno ora continuare la loro analisi scegliendo opportunamente l'indicatore per definire più precisamente la classificazione. Cercherò di chiarire meglio questa fase dell'esercitazione facendo una supposizione: se il risultato ci ha portato ad individuare un intervallo di viraggio tra 4,4 e 6,2 il terreno viene definito acido o fortemente acido, è quindi necessario individuare due indicatori che abbiano un punto di viraggio rispettivamente inferiore a 5,5 e comprese tra 5,5 e 6,0. Sceglieremo ad esempio l'indicatore blu di bromocresolo che ha un intervallo di viraggio tra 3,0 e 5,4 per una soluzione fortemente acida e facilmente in base al risultato si definisce la classificazione. Il risultato ottenuto deve essere quindi confermato con il metodo potenziometrico più avanti descritto.

► **Metodo potenziometrico**

Si utilizza un elettrodo a vetro, in questo caso si può operare sulla soluzione precedente o direttamente sulla sospensione di terreno prima della decantazione o centrifugazione. In questo modo si ottengono valori di pH più attendibili in quanto la misura viene fatta in condizioni più vicine a quelle naturali. Nella tabella 6, preparata opportunamente, il gruppo riporta i dati relativi ai due metodi

Tabella 6 - Nella tabella sono riportati i pH sperimentali riferiti ai metodi d'indagine

Zona di prelievo	Classificazione secondo la tabella 4	pH Colorimetrico	pH potenziometrico

I risultati finali di ogni gruppo saranno riportati in una tabella riassuntiva (tabella 7) e discussi successivamente al fine di definire una mappa del territorio in funzione dell'acidità del terreno⁹. Per poter avere una mappatura più vicina alla realtà è preferibile ripetere i prelievi di terreno nelle stesse zone in periodi diversi (almeno tre) a distanza di 2 mesi (è bene che lo stesso gruppo di studenti analizzi sempre il campione prelevato dalla stessa zona, per avere dati che potrà confrontare avendo operato sperimentalmente allo stesso modo).

Ricordare che l'acidità del terreno dipende sia dalle piogge che dalle coltivazioni in atto o a rotazione; certamente i prelievi risentiranno della variabilità di questi parametri. Per lo scopo di questo percorso didattico specifico possiamo trascurare questo aspetto tranne che annotare in tabella detti parametri. Percorsi didattici simili potranno essere correlati da dati relativi alla piovosità alla concimazione e alle coltivazioni particolari della zona ricavandoli direttamente dalle statistiche disponibili presso i Consorzi Agrari della zona o direttamente richiesti al Ministero delle Politiche Agricole.

Tabella 7 – Tabella riassuntiva

Gruppo di lavoro	N° del prelievo	Zona di prelievo e data di prelievo	Classificazione come tabella 4	pH metodo colorimetrico	pH metodo potenziometrico
1	1	A + data			
1	2	A + data			
1	3	A + data			
2	1	B + data			
2	2	B + data			
2	3	B + data			
3	1	C + data			
3	2	C + data			
3	3	C + data			
4	1	D + data			
4	2	D + data			
4	3	D + data			
...			

La conoscenza dell'acidità del terreno è di grande importanza in agricoltura sia per la scelta delle coltivazioni sia per l'eventuale modifica del grado di acidità con sostanze chimiche o eventuali rotazioni colturali (agricoltura biologica). Lo studio relativo a questo aspetto potrebbe essere oggetto di futuri percorsi didattici.

Il grado di acidità o basicità del terreno porta a definire i terreni a *reazione normale* e a *reazione anormale*:

terreni a reazione normale: $6,5 < \text{pH} < 7,5$

terreni a reazione anormale: $7,5 < \text{pH} < 6,5$

La reazione normale rispecchia il buono stato di saturazione del complesso assorbente; la reazione anormale sta ad indicare lo stato di insaturazione o di cattiva saturazione del complesso assorbente.

La reazione anormale comporta la necessità di approfondire l'indagine ed in tal senso la ricerca da condurre si differenzia a seconda che la reazione del terreno sia acida o basica al fine di definire le eventuali correzioni da apportare. La parte sperimentale di seguito descritta dà la possibilità di avvicinare gli studenti ad una pratica di laboratorio che si basa sul concetto teorico di titolazione acido-base. Si può facilmente capire come questa parte sperimentale può essere avulsa dal contesto un cui è inserita ed essere utilizzata autonomamente.

7. Terreni acidi e loro correzione

L'acidità del terreno coincide con una insaturazione del complesso di scambio, le basi sono state allontanate e a loro volta sono subentrati ioni H^+ ;

pertanto un terreno acido è un terreno carente di basi utili alla nutrizione vegetale (K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} e NH_4^+). L'abbassamento del pH fino a 6,0 è un indice di un iniziale stato di in saturazione del complesso assorbente, in tal caso, prima di ricorrere a mezzi correttivi, è opportuno provvedere alla reintegrazioni delle basi ad effetto nutritivo, in altre parole più che correggere occorre fortemente concimare utilizzando: scorie di Thomas, calciocianammide, ecc.

Nel caso i terreni hanno un pH inferiore a 6,0, prima della concimazione, è necessario prevedere una correzione. Tale correzione può essere fatta sia con $CaCO_3$, finemente polverizzato, sia con CO sempre polverizzato. La scelta è, come spesso accade, dettata da fattori economici, infatti il $CaCO_3$ costa meno anche se ha un effetto più lento.

La quantità di sostanza correttiva si stabilisce, sia pure con buona approssimazione, in funzione del "fabbisogno di calcio" del terreno, ricorrendo alla determinazione dell'acidità di scambio o dell'acidità idrolitica.

8. Terreni acidi e loro correzione (*parte sperimentale*)

Nota preliminare

Nel caso che si voglia procedere, come detto in precedenza, estrapolando questa parte sperimentale dal conteso, è necessario disporre di campioni di terreno con caratteristiche acide pH inferiore a 6,0 o basiche con pH superiore a 7,5. I campioni devono essere analizzati preventivamente con il metodo potenziometrico.

Acidità di scambio (Kappen)

A 100g di terreno, posti in un becher da 500 mL, si aggiungono 250 mL di una soluzione N di KCl, si pone quindi il becher in agitazione (agitatore magnetico) per circa 1 ora; la sospensione ottenuta viene filtrata. Si prelevano 125 mL di filtrato e si titolano con NaOH 0,1 N, indicatore feolfaleina.

Poiché tutte le reazioni di scambio sono reazioni in cui si raggiunge immediatamente l'equilibrio, si dovrebbe ripetere il trattamento del terreno, con la soluzione alcalina di KCl, per molte volte al fine di ottenere la sostituzione completa degli ioni H^+ con gli ioni K^+ .

Per semplificare e abbreviare questo lungo trattamento del terreno Kappen propone, per la determinazione, di raddoppiare il numero di millilitri Y (riferiti a 100 g di terreno), della soluzione alcalina titolante impiegati e moltiplicarli per un fattore 3,5, in tal modo si otterrebbe la quantità di HCl

che si può formare a spese degli ioni K^+ complessivi contenuti in 100 g di terreno in esame.

Se si applica questo metodo al calcolo avremo:

$Y = \text{mL di NaOH impiegati nella titolazione (valore sperimentale ottenuto dagli allievi)}$.

Correzione secondo Kappen ($2 \subseteq Y = 2Y$)

$$2Y \subseteq 3,5 = 7Y \quad (1)$$

conclusione:

poiché 1,0 mL di NaOH 0,1 N equivale a 4,0 mg di NaOH, oppure a 5,0 mg di $CaCO_3$, oppure a 2,8 mg di CaO sostituendo nella (1) si otterrà:

$$7Y \subseteq 5,0 = 35Y \text{ mg di } CaCO_3 \quad (2)$$

oppure:

$$7Y \subseteq 2,8 = 19,6Y \text{ mg di CaO} \quad (3)$$

le espressioni (2) e (3) ci danno i milligrammi rispettivamente di $CaCO_3$ e CaO per poter correggere l'acidità di 100 g di terreno esaminato.

Per semplicità di calcolo supponiamo che il valore di Y sia 5,0 mL, sostituendo nelle espressioni (2) e (3) si ottengono 175 mg di $CaCO_3$ e 98 mg di CaO.

Il calcolo proposto di seguito utilizza le unità di misura usate in agricoltura, questa scelta è dettata dalla convinzione che molti allievi non le conoscono e fanno spesso molta confusione pur essendo unità di misura correntemente usate.

Per convenzione, si ritiene che un Ha (ettaro) di terreno di impasto medio, considerato fino alla profondità di 30 cm, pesi 30000 q.li (quintali) cioè 3000000 Kg;

pertanto:

$$1 \text{ Kg} : 1,75 = 3000000 \text{ Kg} : x$$

$$x = 5200 \text{ Kg/Ha di } CaCO_3 = 52 \text{ q.li/Ha } CaCO_3$$

L'acidità di scambio (utilizzata quando il terreno è decisamente acido) è diretta a misurare la quantità di ioni H^+ scambiabili e di ioni H^+ in soluzione. Il dato relativo all'acidità di scambio è molto meno soggetto a variazioni rispetto a quello ricavato dalla acidità attuale pH vista in precedenza, ciò è dovuto al fatto che l'acidità di scambio è indipendente dai fenomeni naturali di scambio che caratterizzano il complesso dinamismo del terreno.

Acidità idrolitica (parte sperimentale)

La procedura per effettuare la titolazione è la stessa usata per la determinazione dell'acidità di scambio; viene sostituita la sola soluzione di KCl con una soluzione di acetato di calcio $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ alla stessa concentrazione (1,0 N).

Le considerazioni fatte da Kappen sono le stesse, solo che in questo caso i fattori di conversione utilizzati sono diversi in funzione del pH a cui si vuole portare il terreno, nella tabella 4 sono riportati tali valori:

Tabella 4: Valori di conversione di Kappen

Fattore di conversione	pH a cui si vuole portare il terreno
3	7
4	7,5
5	8
6,5	8,5

Per brevità si riporta il calcolo riferito al caso che il pH a cui si desidera portare il terreno in esame (correzione) sia pH 7,5.

Sostituendo nella (1) il fattore di conversione si ha:

$$2Y \subseteq 4 = 8Y$$

e la (2) diviene:

$$8Y \subseteq 5 = 40Y$$

per le stesse considerazioni fatte in precedenza si conclude che: occorrono 200 mg di CaCO_3 per correggere 100 g di terreno in esame fino a pH 7,5.

Lascio agli studenti il calcolo per la determinazione della quantità in q.li/Ha di CaCO_3 occorrenti.

Nella determinazione dell'acidità idrolitica il catione agisce come ione scambiatore e l'anione serve a captare gli ioni H^+ fissati in maniera molto poco scambiabile.

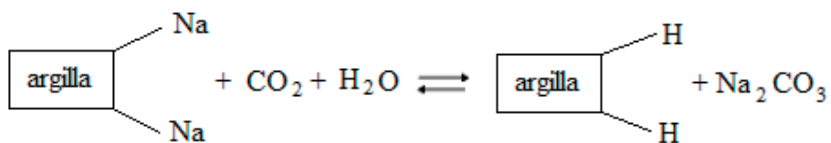
La determinazione dell'acidità idrolitica viene impiegata per svelare le forme iniziali di acidificazione del terreno.

9. Terreni alcali e loro correzione

Nei terreni alcalini è necessario anzitutto stabilire l'agente che ha determinato l'alcalinità. Un primo indizio, molto utile, si ricava dalla stessa determinazione del pH (pH-metro). Un'alcalinità che non oltrepassi il pH 8,5 si dovrà attribuire alla presenza di CaCO_3 nel terreno; infatti una soluzione

satura di carbonato di calcio, in equilibrio con le pressioni parziali della CO_2 contenuta nell'atmosfera, ha un pH di 8,2 – 8,5. Anche ammettendo che i costituenti del terreno agrario abbiano qualche effetto sul grado di reazione di una soluzione satura di CaCO_3 , il pH non può superare i valori sopra indicati. L'alcalinità dovuta al carbonato di calcio si definisce come "alcalinità fisiologica" perché deriva da un costituente normale del terreno agrario. Nessuna correzione è necessaria in questo caso.

Se il pH supera il valore limite di 8,2 – 8,5 tale alcalinità deve essere imputata alla presenza nel terreno di Na_2CO_3 (carbonato sodico). Sull'origine del carbonato sodico nel terreno comporterebbe una trattazione piuttosto lunga che evito esplicitare. A tale proposito possiamo dire che i terreni salso marini, per essere stati per periodi più o meno lunghi in contatto con cloruro di sodio, hanno accumulato, nel loro complesso, una certa quantità di ioni Na^+ di scambio. La formazione di Na_2CO_3 .



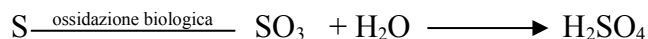
L'argilla sodica in contatto con l'acqua carica di CO_2 si idrolizza e dà luogo al Na_2CO_3 che è responsabile del pH molto alcalino del terreno.

L'alta alcalinità comporta la correzione con sostanze chimiche, a seconda che l'alcalinità sodica contenga calcare o non lo contenga.

Nel primo caso si utilizza un solfato e nella fattispecie CaSO_4 (50-80 q.li/Ha)



Nel secondo caso si utilizza zolfo metallico



L'acido solforico reagendo con il calcare forma solfato di calcio ed attua lo stesso meccanismo visto in precedenza.

Questo tipo di correzione dà i suoi effetti non immediatamente in quanto l'ossidazione dello zolfo si completa nel tempo.

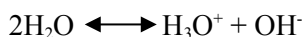
10. Cenni sulle soluzioni tampone

Molte reazioni si svolgono in soluzioni acquose con consumo o produzione di ioni H^+ o ioni OH^- alterando il pH del mezzo e auto-arrestandosi. Molte reazioni, e fra queste un gran numero di reazioni biologi-

che avvengono soltanto per certi valori di pH¹⁰; è anche frequente il caso di reazioni che avvengono con meccanismi (e prodotti di reazione) diversi a seconda del pH del mezzo (terreno). È, quindi, estremamente importante che questi processi avvengano in un mezzo il cui pH si mantenga praticamente costante anche se nel procedere della reazione si producono o vengano consumati ioni H⁺ o ioni OH⁻. La realizzazione di questa condizione è ottenuta mediante le *soluzioni tampone*. Questi tipi di soluzioni si preparano artificialmente per scopi pratici e di ricerca ma ne esistono grandi quantità e tipi in natura.

Quanto esposto in precedenza può essere chiarito con una semplicissima esercitazione pratica.

Nell'acqua sappiamo, dalla chimica generale, che la molecola H₂O è dissociata in un eguale numero di ioni H⁺ e OH⁻ secondo l'equilibrio



e per esso è valida la relazione

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-14}$$

quindi

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ cioè il pH} = \log 1/10^{-7} = -\log 10^{-7} = 7$$

▪ Se a 1000 mL di acqua si aggiunge 1 mL di HCl 1 M la soluzione ottenuta avrà un pH=3 (soluzione 1).

$$[\text{H}^+] = 1/1000 = 10^{-3} \text{ il pH} = 3$$

▪ Se a 1000 mL di acqua si aggiunge 1 mL di NaOH 1 M la soluzione ottenuta avrà un pH=11 (soluzione 2).

$$[\text{OH}^-] = 1/1000 = 10^{-3} \text{ ed il pH} = 14 - 3 = 11$$

11. Potere tampone del terreno

Risulta facilmente giustificabile, per quanto esposto in precedenza, l'importanza che si attribuisce al grado di reazione del terreno al fine di ottenere la massima produzione.

La domanda che ci si pone è la seguente: *come reagisce il terreno di fronte agli agenti acidificanti ed alcalinizzanti?*

La prima risposta può essere data con semplici calcoli teorici avvalorati da prove pratiche.

10. Si consideri che la variazione di ~ 0,2 unità del valore di pH fisiologico del sangue altera a tal punto i processi biologici da poter essere letale per l'organismo (pH ≅ 7,4 per il sangue arterioso; pH ≅ 7,5 per il sangue venoso).

Se si aggiunge HCl, nelle stesse quantità e concentrazioni, a 1000mL di acqua in cui sono stati precedentemente dispersi 150 g di terreno (soluzione 3), non si raggiungerà il pH = 3.

Se aggiungiamo NaOH nelle stesse quantità e concentrazione, a 1000mL di acqua in cui sono stati precedentemente dispersi 150 g di terreno (soluzione 4), non si raggiungerà il pH = 11.

La verifica sperimentale sulle quattro soluzioni viene effettuata con un pH-metro. La conclusione a cui si giunge facilmente è che la riduzione dell'acidità e della basicità è imputabile al terreno in dispersione. Si dirà quindi che il terreno è dotato di potere tampone.

Sia la pratica della correzione dell'acidità e della basicità del terreno nonché la concimazione devono ovviamente tener conto della peculiarità del terreno di funzionare da tampone. La complessità della composizione del terreno ci porta a concludere che tale potere tampone non è dovuto alla sola soluzione circolante ma anche al complesso assorbente.

Il potere tampone del terreno risulterà, naturalmente tanto più elevato quanto più alta è la sua capacità di scambio.

Così il terreno, attraverso i suoi complessi di scambio, che si identificano nella frazione colloidale organica e inorganica, si protegge contro le variazioni brusche di pH. Il potere tampone è dunque un'altra caratteristica che ci consente di affermare come esso sia un vero e proprio substrato biologico e, come in tutti i substrati biologici (sangue, latte, linfa ecc.), nei quali si svolgono processi vitali, deve essere assicurata la possibilità che non si verifichino brusche variazioni di pH.

Bibliografia: testi consigliati

Sequi P.: *Chimica del suolo*. Patron editore Bologna (1991)

Giordani e Zanchi: *Elementi di conservazione del suolo*. Patron editore Bologna (1995)

Giordano A.: *Pedologia*. UTET Torino (1999)

Sanesi G., *Elementi di pedologia*. Calderoni Ed. agricole Bologna (2000)

Landi R.: *Agronomia ed ambiente*. Ed. agricole (2000)

Radelli L., Calamai L.: *Chimica del terreno*. Piccin Padova (2001)

Glossario dei termini utilizzati

Aerosol

Piccole particelle liquide o solide sospese in *atmosfera*.

Argilla

Frazione minerale del suolo costituita da particelle di diametro inferiore a 0,002 mm.

Capacità di assorbimento

Capacità di un mezzo poroso di poter assorbire liquidi o gas per tutta la sua massa.

Capacità di scambio cationico (C.S.C.)

È la massima quantità di cationi scambiabili che il complesso adsorbente del suolo è capace di trattenere. Viene espressa in milliequivalenti per 100 g di terra fine (meq/100g). Dipende sia dalla quantità e dal tipo di argilla sia dalla ricchezza in sostanza organica del suolo. E' così classificata:

C.S.C. (meq/100 g)	Classi
<5	molto bassa
5-10	Bassa
10-20	Media
>20	Alta

Ciclo biologico

L'insieme dei processi di accrescimento, di differenziamento e di riproduzione che conducono da un individuo ad altri simili (discendenti). Ha complessità diversa nei vari organismi.

Complesso di scambio

Insieme dei cationi assorbiti dai colloid

Dialisi

Processo di separazione degli ioni dalla dispersione colloidale

Deposizione acida

L'insieme dei composti a reazione acida che dall'atmosfera si depositano sulle componenti degli ecosistemi (suolo, acqua, ...) sia per via secca che per via umida.. Si distinguono le deposizioni solide, costituite principalmente dal particolato atmosferico, e quelle umide che comprendono la pioggia, la neve, la grandine e la nebbia. I composti che conferiscono acidità alle deposizioni sono generalmente l'acido nitrico e quello solforico che si formano dalla reazione dell'acqua con gli ossidi di azoto e di zolfo presenti nell'aria inquinata. Le deposizioni acide possono modificare l'acidità dei laghi e delle acque, uccidendo pesci ed altri organismi acquatici, o quella dei suoli alterando la disponibilità degli elementi nutritivi e di quelli tossici con conseguenze sulla fertilità. Le deposizioni acide possono causare anche danni alla vegetazione diretti, ad es. sciogliendo le cere di protezione delle foglie esponendole ad una maggiore traspirazione ed influenza dei parassiti o modificando le possibilità di scambio con i gas dell'atmosfera, o indiretti, ad es. immobilizzando l'alluminio presente nel terreno, che è tossico per i funghi che vivono in simbiosi con gli alberi (micorrizze). Poiché le micorrizze facilitano l'uso dell'acqua da parte delle radici funzionando come una carta assorbente che aspira l'acqua presente nel suolo e fissano l'azoto atmosferico trasformandolo in composti utilizzabili dalle piante, la morte dei funghi micorrizzici porta al deperimento e alla morte delle piante con cui essi sono in simbiosi. Le deposizioni acide, oltre che agli ecosistemi, provocano danni anche agli edifici e ai monumenti. (cfr. DM 31-05-91)

Emulsioni

Dispersioni colloidali in cui le due fasi disperse e disperdente sono liquide.

Eutettici

Dispersioni colloidali in cui la fase dispersa e la fase disperdente sono solide (leghe); questi colloidali si formano quando sia il solvente che il soluto cristallizzano alla stessa temperatura (temperatura eutettica).

Fumi

Insieme di microscopiche particelle solide disperse finemente nell'aria che si mantengono sospese nell'atmosfera. La loro composizione varia a seconda delle attività da cui provengono.

Nebbia

Sospensione di microscopiche goccioline d'acqua che si forma a livello del suolo. La nebbia è dovuta al raffreddamento di una massa di aria calda e umida, spesso alcune centinaia di metri, che entra in contatto con una superficie fredda di terra e acqua. L'aria calda cede calore alla superficie fredda del suolo o all'oceano e si raffredda fino a raggiungere la temperatura a cui il vapore acqueo si condensa e si origina la nebbia. Quando la nebbia è mista a fumo si ha il fenomeno dello smog.

Pedogenesi

Processo di formazione del suolo a partire per lo più da detriti minerali provenienti dalla disgregazione delle rocce (substrato pedogenetico). Si realizza attraverso processi di trasformazione, accumulo, perdita e traslocazione dovuti ad un insieme di fattori (detti fattori pedogenetici): clima, morfologia, roccia, esseri viventi, tempo.

Pedologia

Branca della scienza che studia i suoli e ne quantifica i parametri per uso mineralogico, geologico, agricolo, geotecnico. Mediante la classificazione e la correlazione fra questi parametri e i diversi tipi di suolo, si è in grado di valorizzarne la peculiarità e di ottimizzarne le funzioni. La pedologia, usualmente applicata in agricoltura, giardinaggio, ripopolamento di versanti, ecc. trova spazio nei ripristini di terreni dopo l'interramento di condotte.

Permeabilità

Capacità dei suoli di lasciar filtrare le acque. La legge di Darcy, dal nome del suo ideatore, l'ingegnere dei Ponts e Chaussée Henry Darcy, stabilisce il coefficiente di permeabilità k che caratterizza la predisposizione di un suolo all'infiltrazione.

Piogge Acide

Pioggia ad elevata acidità per effetto dell'inquinamento atmosferico (anidride solforosa, ossidi di azoto, idrocarburi, solfato di ammonio, etc.) Quando alcune sostanze (es.: ossidi di azoto e di zolfo), espulse dalle ciminiere e dalle automobili, si mescolano nell'atmosfera con il vapore acqueo, si generano degli acidi (in maggioranza acido nitrico e solforico), i quali, cadendo con l'acqua piovana, la neve, la nebbia e la rugiada, provocano gravi danni alla flora, al terreno, alle acque soprattutto lacustri ed alle opere d'arte, che si sgretolano.

Umidità assoluta

Contenuto d'acqua, allo stato liquido o di vapore, di una data sostanza o ambiente (ad esempio, terreno, atmosfera, ecc.). L'umidità del terreno costituisce un fattore di

grande importanza per la vita delle piante; così come l'umidità dell'aria condiziona l'azione termoregolatrice degli organismi viventi, che scambiano calore con l'ambiente per evaporazione d'acqua attraverso la respirazione e la traspirazione cutanea.

Umidità relativa

È definita dal rapporto tra la massa di vapor acqueo contenuta in un dato volume di aria e la massa di vapor acqueo sufficiente a portare l'aria alla saturazione, ossia alla condizione in cui un ulteriore aumento di vapore, in quelle condizioni di pressione e di temperatura, provoca una condensazione d'acqua (nebbia, pioggia, neve).

Umidità specifica

È il rapporto tra la massa di vapore e quella di aria secca presenti in un dato volume.

Humus

È l'insieme di numerose sostanze aventi struttura chimica complessa.

Caratteristica importante dell'humus è di essere una miscela di composti a differente peso molecolare, derivando da sostanze diverse.

Il ruolo dell'humus nel terreno è quello di creare e mantenere la struttura fisica del terreno, in modo che siano facilitati i movimenti idrici e gassosi; accrescere la capacità di scambio cationico, costituire e conservare una riserva di elementi fertilizzanti (tra i quali fosforo e potassio) in forma assimilabile.

L'humus è il risultato della decomposizione e successiva riorganizzazione chimico-biologica della sostanza organica costituita dai residui di vegetali ed animali presenti nel terreno. Questi composti, dei quali molti sconosciuti, possono essere dei più vari e conferiscono a questa sostanza caratteristiche molto variabili.

Schiume

Sono dei colloidali formati dalla dispersione di gas in liquidi

Suolo

Strato superficiale di terreno che copre gran parte della superficie terrestre, su cui è impiantata la vita vegetale e animale e che può arrivare a profondità che vanno da pochi centimetri a molti decimetri

PLS – Scienza dei Materiali: una realtà consolidata

Riccardo Carlini^{1,2}

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

Ogni anno il Piano Lauree Scientifiche – Scienza dei Materiali di Genova vede la partecipazione di centinaia di studenti stimolati dall'esperibilità diretta della disciplina.

Come in passato, sono state proposte attività teoriche e pratiche volte alla divulgazione della Scienza dei Materiali, all'apprendimento degli studenti e alla formazione degli insegnanti.

Lo sviluppo delle attività in corso e l'introduzione di quelle nuove garantisce freschezza ed efficacia al progetto che vede ogni anno incrementare il numero dei partecipanti anche grazie al buon funzionamento del sito dedicato. I risultati ottenuti sono stati molto soddisfacenti in termini di gradimento, qualità degli elaborati e partecipazione.

Abstract

PLS – Scienza dei Materiali: a consolidated experience

Every year, hundreds of students take part to the Piano Lauree Scientifiche- Scienza dei Materiali of Genoa stimulated by the direct trial with the discipline.

As in the past, have been proposed theoretical and practical activities aimed to the divulgation of Materials Science, the students' learning and the teachers' training.

The development of experimented activities and the introduction of the new ones ensures freshness and efficacy to the project that sees every year to increase the number of participants also due to the introduction of the dedicated site. The results obtained were very satisfactory in terms of feedback, grade of the products and participation.

Il Progetto Lauree scientifiche, nato nel 2004 per incrementare il numero degli iscritti ai corsi di laurea in Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei Materiali[1] è oggi una realtà consolidata nella maggior parte delle regioni italiane. Grazie alla stretta collaborazione tra il MIUR – Ministero dell'Uni-

versità, dell’Istruzione e della Ricerca, Confindustria e la Conferenza Nazionale dei Presidi di Scienze e Tecnologie, il progetto, ormai divenuto Piano Nazionale, ha acquistato di anno in anno prestigio fornendo un utile strumento per la diffusione della scienza nelle scuole secondarie di secondo grado.

Nello svolgimento delle attività previste dal piano [2], quattro sono stati i punti cardine a cui si è fatto riferimento:

- permettere una conoscenza ed una rielaborazione delle discipline scientifiche da parte degli studenti tramite l’approccio diretto con le stesse;
- garantire agli studenti del triennio attività pratiche e teoriche, laboratori curriculari ed extracurriculari, integranti e performanti l’insegnamento della scienza, approfondimenti specifici sui vari aspetti che caratterizzano le discipline scientifiche;
- arricchire il portfolio professionale degli insegnanti delle materie scientifiche nella scuola secondaria tramite l’interazione tra differenti competenze e diverse realtà didattiche;
- ridurre il “gap” presente tra l’apprendimento delle discipline nella scuola secondaria di secondo grado e la loro applicazione nel mondo del lavoro.

Gli oltre 100 progetti, proposti da diverse decine di Atenei italiani, sono suddivisi in quattro aree: Chimica, Fisica, Matematica e Scienza dei Materiali.

A livello nazionale ogni anno partecipano al PLS un migliaio di scuole, circa 1500 docenti della scuola secondaria e oltre 500 docenti universitari oltre a tutti i collaboratori, progettisti e tecnici.

Il progetto proposto dal corso di Laurea in Scienza dei Materiali presso l’Università di Genova vede come responsabile locale la Prof.ssa Gilda Zanicchi, professore associato di chimica generale e inorganica, come coordinatori il Dott. Riccardo Carlini e la Dott.ssa Nadia Parodi, come collaboratori le Dott.sse Valeria Bongiorno e Sufryd Katarzyna.

Perseguendo la filosofia degli anni precedenti [3], il gruppo operativo universitario ha effettuato diversi incontri al fine di definire la bozza di progetto da sottoporre agli insegnanti delle scuole il cui intento era fornire un piano preliminare di lavoro da proporre, per favorirne la discussione, e approvare un documento condiviso.

In seguito, durante l’incontro tra personale universitario e docenti della scuola secondaria, è stato possibile discutere sull’affinamento delle proposte, perfezionando argomenti quali il numero delle esercitazioni da proporre, le modalità di esecuzione, la tempistica delle attività, la loro logistica, la valutazione dei risultati e l’autovalutazione.

Il progetto, nel suo insieme, è frutto di un confronto attivo tra i soggetti

partecipanti che hanno messo in comune competenze, conoscenze e punti di vista allo scopo di ottenere un prodotto finale efficace.

Struttura del progetto

Attività proposte

Filo conduttore delle attività proposte è stata l'esaltazione della stretta connessione tra apprendimento della teoria e sua successiva applicazione. L'intento è duplice: gli studenti hanno avuto modo di apprendere molti concetti teorici tramite l'azione attiva e gli insegnanti hanno potuto valutare la potenza didattica dell'interazione lezione frontale-laboratorio.

Per consentire un'ampia fruibilità del progetto sono stati presentati due percorsi *ad hoc* per insegnanti e studenti con l'intento di favorire una progressiva compenetrazione tra i due percorsi con il conseguente trasferimento reciproco di competenze e conoscenze.

Gli insegnanti hanno potuto partecipare ad un incontro formativo giornaliero all'inizio delle attività nel mese di ottobre. L'incontro è stato progettato in modo che nella prima parte essi potessero conoscere le attività proposte durante gli incontri laboratoriali. L'esposizione, avvenuta tramite una presentazione multimediale, ha consentito agli insegnanti di riflettere su potenzialità e difetti del progetto didattico proposto dal gruppo accademico mostrando, successivamente, le possibili peculiarità in sede di laboratorio.

Proprio nel corso delle attività di laboratorio, svolto con la chiara raccomandazione di immedesimarsi nel ruolo di studente, sono emersi ostacoli cognitivi, criticità della proposta didattica insieme a molti aspetti positivi. Tramite questo incontro è stato possibile perfezionare le proposte dando un taglio molto adatto agli studenti: gli insegnanti grazie alla conoscenza del mondo studentesco hanno fornito un contributo insostituibile per la buona riuscita delle attività.

Subito dopo l'incontro formativo per gli insegnanti, sono stati proposti alcuni seminari divulgativi riguardanti le attività laboratoriali proposte nelle diverse scuole delle quattro province liguri.

La peculiarità di questa introduzione è stata quella di creare un primo approccio tra studenti e università rendendoli consapevoli dei contenuti proposti dai laboratori: gli stessi ragazzi hanno potuto scegliere liberamente quale tipo di attività seguire consentendo ai docenti di selezionare gruppi di studenti motivati e predisposti all'apprendimento tramite le attività proposte.

L'interesse e la partecipazione a questo tipo di attività è stata molto alta: oltre 1000 studenti hanno seguito attivamente gli incontri dando seguito ad un gruppo di oltre 500 unità che ha deciso di partecipare al progetto.

Le attività di laboratorio sono state due: la *sintesi dei colori pittorici* e la *caratterizzazione di materiali metallici*.

-La prima, più ampiamente trattata in un precedente lavoro [4] ha riscontrato come sempre un grande successo grazie alla possibilità fornita di vedere l'applicazione diretta dei prodotti ottenuti in campo pittorico. (figura 1)



Figura 1 - Filtrazione del PbI_2 per la preparazione del pigmento giallo

-La seconda merita invece un approfondimento maggiore dato che, per il primo anno, passa ad essere un'attività completa e, a tutti gli effetti, facente parte di quelle proposte dal progetto.

Questa attività è stata scelta per introdurre l'argomento "metalli e leghe" con un approccio sperimentale. Purtroppo, pur ricoprendo circa l'80 % degli elementi della tavola periodica, i metalli e le loro peculiarità vengono spesso trascurate dai programmi scolastici. Il percorso si propone di far sperimentare direttamente a gruppi di studenti (2-4 componenti) alcune proprietà dei metalli e delle leghe senza strumenti e/o tramite misurazioni classiche.

L'attività è progettata per potenziare e/o sviluppare la capacità di apprendimento attivo tramite la pratica e l'osservazione. Tutto è incentrato sul rapporto, quasi esclusivamente diretto, tra operatore studente e materiale.

Questo legame è fondamentale, secondo noi, per veicolare le conoscenze acquisite sperimentalmente e trasformarle in competenze cristallizzate.

Dopo il seminario introduttivo nelle scuole, gli studenti entrano in contatto diretto con i materiali per la loro caratterizzazione.

L'attività di laboratorio prevede l'osservazione diretta di 4-5 barrette metalliche isodimensionali tramite l'uso di quattro dei cinque sensi (vista, udito, tatto e olfatto) che consentono di determinare alcune proprietà fondamentali quali il colore, la lucentezza, la densità apparente, la tendenza ad ossidarsi, l'odore, le proprietà sonore etc. (figura 2)

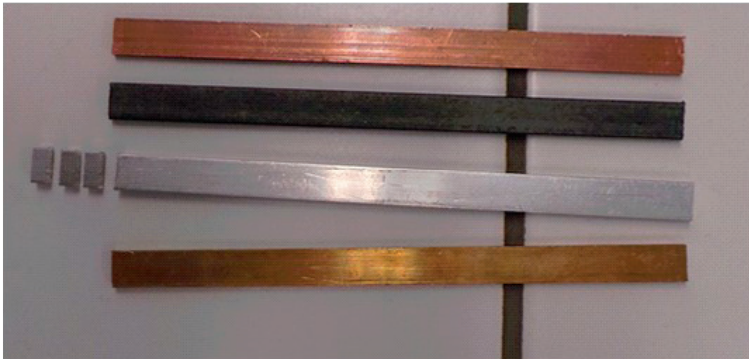


Figura 2 - Barrette di rame, ferro, alluminio e ottone.

Si inizia con la valutazione sensoriale:

► **Visiva: identificazione del colore, della lucentezza etc.**

I campioni sono osservati singolarmente e si negozia una risposta comune nel gruppo.

► **Tattile: identificazione della rugosità, ossidazione, densità apparente**

Gli studenti valutano la rugosità del materiale e la presenza di eventuali strati di ossido tramite il tatto; inoltre sono in grado di fare considerazioni riguardo la densità relativa tra i campioni analizzati.

► **Olfattiva: identificazione dell'odore e differenziazione tra i diversi campioni**

Alcuni metalli esposti all'aria o sottoposti a blanda interazione con ambienti umidi (quale quello della mano) producono odori caratteristici (ferro arrugginito, rame ossidato, argento ossidato etc.). Tramite l'olfatto è possibile riscontrarne le differenze.

► **Acustica: verifica della capacità di produrre suono**

È molto utile selezionare i diversi metalli in base alla loro capacità di produrre rumore o suono. La valutazione dell'acutezza, della durata, della risonanza e del timbro sono fondamentali per una corretta classificazione.

Si procede con la valutazione della densità tramite misure di massa (bilancia tecnica) e volume (cilindro graduato).

Sulla bilancia tecnica si pesano alcuni pezzi di ogni singolo campione.

Alcuni mL di paraffina o di acqua sono versati in un cilindro graduato adeguato alla misurazione del volume corrispondente.

Molto lentamente, sono inseriti nel cilindro gli stessi pezzi e viene misurata la differenza di volume. Si calcola, quindi, il rapporto tra massa e volume misurati.

Dal calcolo precedente si ottiene, infine, la densità in g/mL.

Quindi giungiamo allo studio della durezza secondo Mohs.

Alcuni metalli e leghe standard vengono classificati in base alla resistenza alla rigatura. Si procede con la rigatura dei metalli con le punte in dotazioni e si classificano secondo la durezza:

- bassa (si scalfiscono con l'unghia)
- media (si rigano con una punta di rame)
- alta (si rigano con una punta di acciaio)
- molto alta (si rigano con una punta di vetro)

Sui campioni sono anche effettuate misure di resistenza/resistività con multimetro digitale e misure di conducibilità termica.

Per valutare la resistività, misurate le dimensioni delle barrette con un calibro, si procede alla misura della resistenza lungo l'asse maggiore tramite un multimetro digitale.

Utilizzando la 2^a legge di Ohm:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

si risale alla resistività del campione (Ω cm).

La determinazione della conducibilità termica, invece prevede due tipi di approccio:

▪Cassetta di Ingenhousz: cassetta metallica nella quale sono infilate delle barrette di materiale diverso ma aventi le stesse dimensioni. Riempendo la cassetta con acqua bollente, dopo aver rivestito le barrette di un sottile strato di paraffina, si nota come la paraffina fonda con velocità diversa a seconda della natura del materiale di cui le sbarrette sono costituite.

▪In un becker contenente acqua bollente per la metà del volume vengono introdotte le barrette metalliche. Si misura il tempo necessario per avvertire un riscaldamento all'estremità delle barrette tramite rilevazione tattile, e se ne redige una classifica.

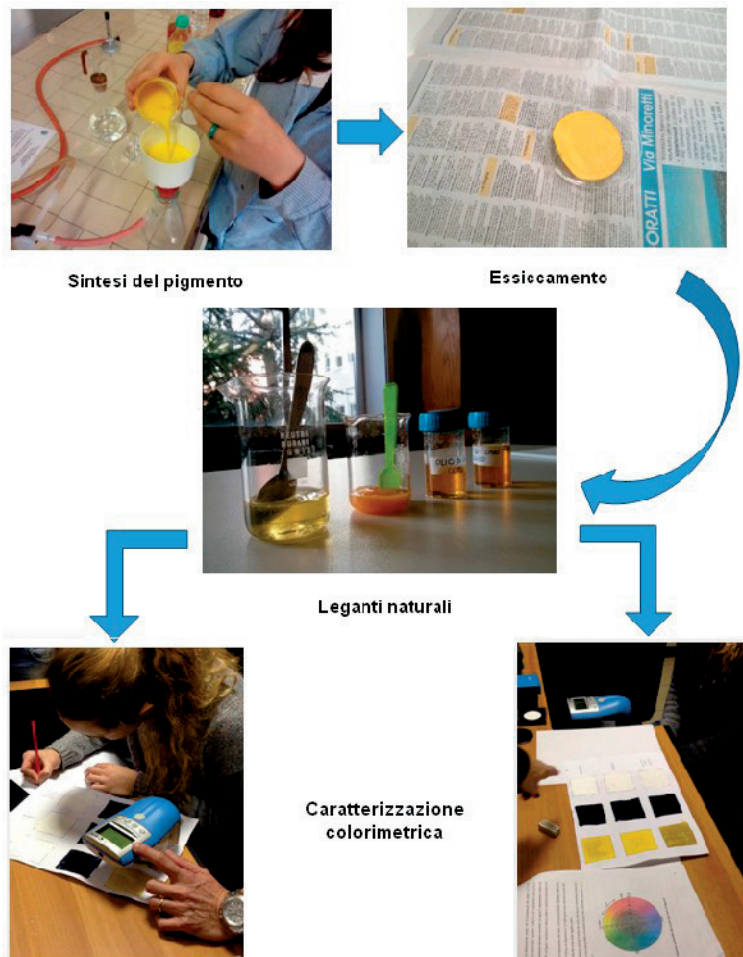


Figura 4 - Schema fotografico dell'intera attività sulla sintesi dei pigmenti pittorici

Anche quest'anno è proseguita la collaborazione con il Centro Supporto di Sperimentazione Navale - CSSN della Marina Militare di La Spezia. Grazie a questa interazione è stato possibile mostrare agli studenti come l'approfondimento teorico sia propedeutico per diverse applicazioni nel campo dei metalli e dei pigmenti. Nel 2014, infatti, sono state effettuate due attività in parallelo. È proseguita la caratterizzazione superficiale iniziata l'anno scorso, con uno studio per valutare il comportamento alla corrosione dei metalli caratterizzati. I campioni, immersi in acqua marina nelle Scuole Presidio [3,4], sono stati sottoposti ad analisi metallografiche mediante microscopi ottici ed elettronici per valutare composizione, quantità e tipolo-

gie dei prodotti di corrosione, il tutto sotto la guida attenta del Dr. Pasqualino Gaetano e dei suoi collaboratori. Oltre a questo approfondimento, grazie alla preziosa collaborazione in atto con il Dr. Oliviero Lazzarini e il suo gruppo, è stato possibile caratterizzare i pigmenti precedentemente ottenuti tramite un colorimetro portatile. L'acquisizione delle coordinate cromatiche ottenute per i colori legati ha permesso di valutare l'effetto del legante stesso (albume e tuorlo d'uovo, oli vari) su tinta, luminosità e saturazione dei prodotti ottenuti.

L'elaborazione dei risultati è stata affidata all'interazione diretta studenti-docenti-coordinatori. Ogni studente, in gruppo o individualmente, ha prodotto elaborati inerenti all'argomento sperimentato. Si è lasciata completa libertà di espressione ottenendo una varietà di risultati molto ampia. Dalle relazioni, agli approfondimenti, ai filmati comico-scientifici alle composizioni scientifico-letterarie, gli studenti hanno avuto modo di esprimere al meglio le proprie potenzialità e di trasmettere ai propri docenti le competenze-conoscenze acquisite durante il percorso nelle forme a loro più congeniali.

Come in passato, i prodotti sono stati caricati sul sito dedicato al progetto (www.scimat-pls.unige.it) e sono entrati a fare parte di un concorso che ha previsto la votazione *on line* da parte di tutti gli iscritti al sito. Dopo questa prima selezione la commissione giudicatrice accademica ha scelto i 5 migliori lavori per entrambe le categorie in gara: rigore scientifico e originalità.

Gli studenti hanno potuto esporre questi lavori durante l'incontro finale che ha visto la partecipazione di quasi 200 tra studenti e docenti provenienti da tutte le scuole coinvolte. Al termine delle presentazioni, un docente per ogni scuola ha fornito una valutazione segreta consentendo di selezionare i tre migliori lavori per ogni categoria.

Sono risultati vincitori nella categoria "rigore scientifico":

1° Classificato: "*I metalli.... Questi sconosciuti*" della classe VA e I B del Liceo Classico "De Amicis" di Imperia coordinati dalla Prof. Raffaella De Meo.

2° Classificato: "*De metallisque coloribus*" di Emma Biglioli, Greta Secchi, Caterina Putti, Giulia Carabelli, Giacomo Greci e Cristina Canepa della Classe IVA del Liceo Scientifico "A. Pacinotti" di La Spezia sotto la guida delle docenti Prof.sse Manuela Mancini e Manuela Scarpato.

3° Classificato: "*Valutazione sensoriale dei materiali*" di Martina Mora del Liceo Scientifico "Champagnat" di Genova coordinata dalla Prof.ssa Laura Viale.

Per la categoria "Originalità":

1° Classificato: "*Ne faremo di tutti i colori*" di Cavallaro Elisabetta, Dossetti Beatrice, Ferrante Giulia, Pillotti Marta, Rossello Morena, Rotundo Vanessa

della classe IV B del Liceo Artistico “Martini” di Savona sotto la supervisione del Prof. Elio Pertici.

2° Classificato: “*I metalli*” di Amedeo Fico, Valentina Vojvodic, Edoardo Napoli, Naomi Rossetto e Vladimir Rodriguez della classe V DE del Liceo Artistico “Luzzati” di Chiavari (GE) coordinati dalla Prof.ssa Anna Bozzo.

3° Classificato: “*Ne faremo di tutti i colori*” di Colucci Jessica, Vojvodic Valentina, Marina Francesca, Carlini Asia, Canto Janel della classe V DE del Liceo Artistico “Luzzati” di Chiavari (GE) coordinati dalla Prof.ssa Anna Bozzo.

Tutti i lavori del biennio 2012-2014 sono stati raccolti in un CD e distribuiti ai partecipanti in modo da potere essere utilizzati come approfondimento per eventuali percorsi didattici curricolari, per favorire lo scambio di competenze tra i diversi indirizzi e per creare un *database* condiviso di prodotti scientifici elaborati dagli studenti.

Anche quest’anno i risultati sono stati molto gratificanti sia in termini di partecipazione che di qualità delle attività svolte. Numerosi sono stati i sinceri attributi di stima e gratitudine arrivati ai coordinatori accademici da parte dei docenti ma, soprattutto, da parte degli studenti che hanno saputo cogliere da questo progetto la maggior parte delle peculiarità previste. Hanno saputo lavorare sistematicamente su argomenti da approfondire e rielaborare, hanno potuto confrontarsi in discipline note con approcci nuovi e alternativi, sono riusciti a operare sinergicamente con studenti di altri indirizzi favorendo un fruttuoso scambio di competenze. Questo progetto sta diventando di anno in anno un punto saldo per le scuole coinvolte: gli studenti riescono a sfruttare l’opportunità di usare strumenti utili all’apprendimento della conoscenza basato sulla sperimentazione e i docenti possono sperimentare loro stessi nuove forme di didattica traendo spunto dalle proposte condivise che emergono durante ogni incontro.

Bibliografia

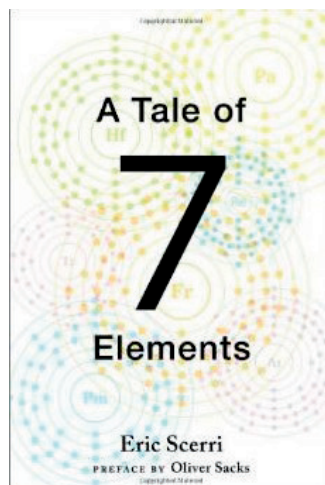
- [1] Documento di avvio del Progetto Lauree Scientifiche (17 giugno 2004)
- [2] Linee guida per l’attuazione del Progetto Lauree Scientifiche (07/03/05)
- [3] R. Carlini, *CNS-Chimica nella Scuola*, 2012, **1**, 52
- [4] R. Carlini, *CNS-Chimica nella Scuola*, 2013, **3**, 65

Reviews



Eric R. Scerri

Department of chemistry and Biochemistry,
UCLA



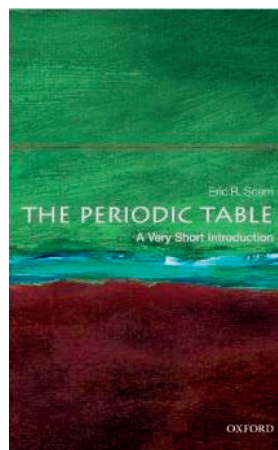
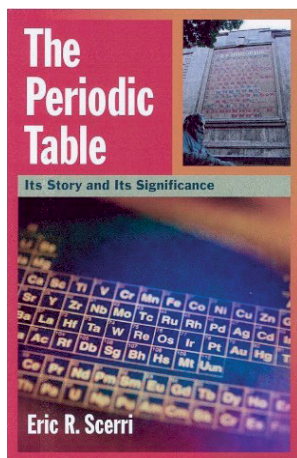
A tale of seven elements is a really very pleasant book in which the discovery, between the first and the second World war, of seven chemical elements-technetium, promethium, hafnium, rhenium, astatine, francium and protactinium is described. Four of these elements are radioactive, but all have in common the difficulty required to isolate them. This setting becomes an occasion for promoting history and education in chemistry, or in a word the chemical culture.

First a critical analysis of the periodic table from Dalton to Mendeleev is given and the concept of missing elements is explained, where this term means a position in the Periodic Table for which an expected element, with certain properties, is not yet known. The book describes how the discoverers of the seven elements succeeded in isolating them starting either from a mineral containing them or from the atomic bombardment of a lighter nucleus or from the fusion of two metallic nuclei of comparable masses in an appropriate reactor. The description is a run through the steps of the discoveries from which precious elements of knowledge and of chemical education are furnished by the author, while at the same time teaching the method of scientific research based on individuation of a problem. Also highlighted are the process to solve the problem, an accurate program of the steps, the required tests on the final product to validate it to the requested sensitivity and especially the accuracy of the obtained responses, in order to be sure about the reported conclusions.

The historical aspect is never forgotten so that in the case of each element the previous efforts are recalled. The discovered elements are also analyzed for what concerns their properties and application, for the former looking at a comparison with the expected ones and for the latter especially referring to innovative processes, so allowing the reader to jump from the story to very actual and modern technologies.

Particular attention is also paid to the scientific debates related to any scientific discovery, especially between chemist and physicists. The more inductive character of chemical knowledge is thus evidenced as well as the role of lab management and its correct use.

Luigi Campanella



The Periodic Table

In the last years several scientists and philosophers have paid attention to philosophy of chemistry. Eric Scerri is particularly interested in the philosophical principles which periodic table is based on and in the way by which chemistry and physics interact within it. The periodic table of the elements provides an excellent unifying principle for bringing together many themes in chemistry including the relationship between macroscopic and microscopic properties.

Dr. Scerri research includes chemical education and historical philosophical questions such as the reduction of chemistry to quantum mechanics. He has worked in the foundations of the periodic table, including whether it makes sense to speak of an optimal table and the form such a table might take. An underlying research area that has driven much of Eric Scerri's work has been an interest in the electronic structure of atoms. He is one of the very few advocates of the

view that in fact the 3d atomic orbitals are preferentially occupied, contrary to what is stated in the majority of textbooks and research articles.

Some elements recently added to the periodic table could show chemical behaviour different from that expected, based on the elements in the same column, so violating the periodic law that has defined the table since one and half century. The surprising behaviour could be explained starting from the effects described by the special theory of relativity which causes a contraction of the dimensions of the orbit of some electrons.

So the book by Scerri examines some key fundamental issues in chemistry against the backdrop of the developing periodic table beginning with the work of Dalton, Cannizzaro and the pioneers of the periodic system and continuing through the discovery of noble gases, and the work of Moseley. Perhaps only few chemists could have predicted that, when the holes of the Mendeleev's periodic table would have been filled by the modern researches, the periodic table would have remained the same for ever. They would have been mistaken.

Eric Scerri has developed an alternative approach to the intuitive one, probably arriving at a really final version. The argument by Scerri is that as the periodic table was born from the discovery of triads of atomic weights so his periodic table, also based on triads, could be fundamentally very near to the ideal one. While the atomic mass varies in agreement with the isotopic ratio (in other words the number of neutrons), atomic number (number of protons) is fixed for each element.

All this is well exposed and discussed in the book for the interest mainly of historical and philosophical chemists, but also of other chemists and of general readers fascinated by the subject.

Luigi Campanella

Eric Scerri, *A Tale of Seven Elements*, OUP, 2013,

http://www.amazon.com/Tale-Seven-Elements-Eric-Scerri/dp/0195391314/ref=sr_1_1?s=books&ie=UTF8&qid=1363383048&sr=1-1&keywords=a+tale+of+seven+elements

Eric Scerri, *A Very Short Introduction to the Periodic Table*, Oxford University Press, 2011,

<http://www.oup.com/us/catalog/general/subject/Chemistry/?view=usa&ci=9780199582495>

Eric Scerri, *The Periodic Table, Its Story and Its Significance*, Oxford University Press, 2007.

<http://www.oup.com/us/catalog/general/subject/Chemistry/?view=usa&ci=9780195305739>

Libri in Redazione



Silvano Fuso

Docente di chimica e divulgatore



La proclamazione ufficiale e la cerimonia della premiazione del "Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica" dell'Associazione Italiana del Libro è avvenuta venerdì 19 dicembre nell'aula Convegni del CNR, Piazzale Aldo Moro 7, Roma.

Il libro del collega Silvano Fuso: *Chimica quotidiana. Ventiquattro ore nella vita di un uomo qualunque*, Carocci editore, 2014, ha ricevuto il premio, tra i 24 testi giunti in finale, per l'Area: Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, che hanno avuto accesso alla fase finale del Premio.

Quanta chimica c'è nella giornata di una persona? Da quando ci svegliamo a quando andiamo a dormire, ogni istante della nostra esistenza è scandito dalla chimica. Non solo quella introdotta dall'uomo, ma anche quella naturalmente presente in ogni aspetto della nostra vita, dalle nostre funzioni biologiche ai nostri pensieri più elevati e alle nostre emozioni più profonde. Anche se spesso suscita diffidenza, inquietudine, timori e ricordi scolastici talvolta spiacevoli, la chimica è un'insostituibile compagna, con la quale dobbiamo costantemente confrontarci. Conoscerla un po' meglio può sfatare molti ingiustificati pregiudizi e aiutarci a comprendere quanto essa sia importante per ognuno di noi.

<http://www.associazioneitalianadelibro.it/site/2014/12/19/marco-malvaldi-e-dino-leporini-vincono-il-premio-nazionale-di-divulgazione-scientifica/>

FEDERCHIMICA PER LA SCUOLA (a cura di Luigi Campanella)

Fondazione Giacomo Feltrinelli – Dieci borse di studio per la comunicazione e la didattica della scienza

E' stato pubblicato il bando per il conferimento di dieci borse di studio per la comunicazione e la didattica della scienza che la Fondazione Giangiacomo Feltrinelli in partnership con la Società Expo ha deciso di finanziare nell'ambito di Laboratorio Expo, il progetto di ricerca sui temi di Expo Milano 2015.

Laboratorio Expo è una Temporary Academy che coinvolge cinque Università lombarde e più di ottanta centri di ricerca e università del mondo e da più di un anno dà a giovani ricercatori meritevoli la possibilità di fare ricerca e di confrontarsi in ambito internazionale con i principali esperti delle questioni nodali che riguardano la sostenibilità futura del pianeta.

Con questo bando Laboratorio Expo intende arricchire il percorso di ricerca con il contributo di giovani esperti di comunicazione e divulgazione della scienza per consentire una migliore diffusione dei contenuti e una più efficace e innovativa circolazione dei risultati del dibattito scientifico perché Expo sia l'occasione di una crescita culturale collettiva e l'opportunità per una presa di consapevolezza sulle grandi questioni sociali, culturali, energetiche, ambientali, economiche che ruotano intorno al tema del cibo.

Informazioni sul bando:

<http://www.fondazionefeltrinelli.it/laboratorio-expo/bandi/>

Informazioni su Laboratorio Expo:

<http://www.fondazionefeltrinelli.it/laboratorio-e>

Ricerca - Scoperto un nuovo legame chimico 04 nov. 2014

La sua esistenza era stata ipotizzata quasi trenta anni fa, ma fino ad oggi era considerato una sorta di mito scientifico. Ora invece un team di ricercatori della Freie Universität di Berlino e dell'Università cinese di Shanxi ritiene di averlo finalmente identificato, almeno sul piano teorico: un nuovo tipo di legame tra molecole, che viola alcune delle leggi fondamentali della chimica tradizionale.

La ricerca, apparsa sulla rivista *Angewandte Chemie*, ha analizzato le reazioni che si sviluppano tra atomi di bromo e alcuni particolari isotopi dell'idrogeno, dimostrando che tra queste molecole può stabilirsi il legame chimico precedentemente sconosciuto, definito vibrational bond, o legame vibrazionale.

Nello studio, i ricercatori hanno svolto una serie di esperimenti teorici per analizzare le interazioni tra atomi di bromo e un particolare tipo di isotopi di idrogeno, in cui un elettrone viene sostituito da un muone, una particella elementare simile, ma di massa maggiore. Studiando queste interazioni alla ricerca di un legame vibrazionale, i ricercatori hanno calcolato due specifici parametri: l'energia potenziale del sistema che si viene a formare tra gli atomi, e l'energia di punto zero (Z_{pe}), un parametro che arriva dalla meccanica quantistica, definito come il più basso livello energetico possibile in un sistema quantistico.

Una delle leggi fondamentali della chimica prevede infatti che un legame chimico si possa formare solo se produce una riduzione dell'energia potenziale del sistema che si viene a creare tra gli atomi. Con i loro calcoli i ricercatori hanno invece dimostrato che nel caso del muonio, una sorta di isotopo dell'idrogeno e il più leggero tra gli atomi analizzati, l'energia potenziale del sistema bromo-muonio aumenta, ma il legame viene stabilizzato da una forte diminuzione dell'energia di punto zero, formando appunto un un legame vibrazionale.

La scoperta per ora è semplicemente teorica, perché il fenomeno non è stato osservato sperimentalmente, ma un lavoro precedente dei ricercatori del team berlinese sembra indicare che il legame tra bromo e muonio potrebbe essere ottenuto realmente, nel qual caso il legame vibrazionale sarebbe effettivamente un nuovo tipo di legame.

Italia - 808 mila posti vacanti nell'ICT

Secondo un recente rapporto di Modis della società Adecco Italia circa il 22% delle posizioni aperte non trova persone adeguate. Stando ad un rapporto della società Empirica, sono ben oltre 20 mila i posti di lavoro vacanti per figure con alte competenze tecnologiche e in Italia si presume di arrivare ad 84 mila nel 2016, per crescere omogeneamente fino a 176 mila nel 2020. È interessante notare che cresce la richiesta di figure con competenze in information technology di alto livello anche in settori fuori dall'Ict, passando da 675 mila professionisti nel 2012 agli 808 mila previsti nel 2020, sempre solo per quanto riguarda l'Italia.

Un dato importante che dimostra quanto sia necessario formarsi e prepararsi a rispondere per tempo all'evoluzione del mercato.

Laboratorio Expo

Una giornata intera dedicata alle grandi sfide alimentari del futuro quella che si è svolta lo scorso 5 dicembre in vari luoghi di Milano: Università Statale, Gallerie D'Italia ed Expo Gate. Si chiama Laboratorio Expo ed è un progetto di Expo Milano 2015 e della Fondazione Giangiacomo Feltrinelli, quello dedicato alla riflessione scientifica sui temi della sostenibilità ambien-

tale ed etica, sulla cultura del cibo, lo sviluppo sostenibile e sul rapporto città/cittadini. È un progetto che si propone di mettere in dialogo aspetti culturali, antropologici, economici e sociali legati alle tematiche di Expo Milano.

Laboratorio Expo è curato e coordinato da Salvatore Veca, e venerdì sono intervenuti Maurizio Martina (Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali), Giuseppe Sala (Commissario Unico per Expo Milano 2015), Ada Lucia De Cesaris (Vice Sindaco di Milano e Assessore a Urbanistica, Edilizia Privata, Agricoltura) e Gianluca Vago (Rettore dell'Università degli Studi di Milano).

E' stata un'occasione per raccontare oggi la ricchezza di contributi scientifici, di prospettive disciplinari e di linguaggi che Laboratorio Expo ha raccolto in più di un anno di attività di ricerca, formazione e divulgazione con una prima definizione illustrativa del Patto della Scienza per Expo 2015.

Laboratorio Expo crea un network di collaborazioni, partendo da quelle delle università milanesi e lombarde con enti e istituzioni nazionali e internazionali, allo scopo di coinvolgere la comunità scientifica in una riflessione sul mondo dell'alimentazione e dello sviluppo sostenibile.

Il progetto vuole anche coinvolgere il pubblico in un percorso di avvicinamento all'evento, con incontri e iniziative didattiche che approfondiscono gli argomenti specifici. Il fine ultimo è quello di arrivare nel 2015 con una Carta di Raccomandazioni della Scienza per Expo Milano 2015: i suggerimenti del mondo della scienza per un futuro più sostenibile.

Laboratorio Expo vuole creare uno spazio, tra Colloquia internazionali, workshop di ricerca, lecture, Exposchool residenziali, dedicato alla riflessione scientifica e all'approfondimento seguendo quattro percorsi: Il dono violato: agricoltura, alimenti e salute per un futuro sostenibile – Si affrontano i temi della produzione agricola di alimenti e la trasformazione delle materie prime in prodotti finiti, sottolineando l'importanza di un'alimentazione adeguata dal punto di vista qualitativo e quantitativo nella prevenzione della salute.

Non siamo soli: le dimensioni dello sviluppo tra sostenibilità ed equità – Si prende in esame lo sviluppo sostenibile nella sua dimensione sociale e in quella ambientale in una società globalizzata e multiculturale.

Cultura del cibo, energia per vivere assieme – Si parla del cibo, occasione di convivialità, incontro e passaggio di tradizioni nelle diverse culture.

La città umana: futuri possibili tra smart e slow city – Lo spazio urbano viene indagato dal punto di vista delle sfide, delle opportunità delle smart city e delle slow city.

Notizie Flash

Festeggiamenti dei primi 20 anni dell'Associazione Amici della Natura Rosignano

Il primo agosto 1996, presso il Museo di Storia Naturale di Rosignano, veniva inaugurata una mostra sull'evoluzione umana a cura del dottor Emiliano Carnieri e del professor Francesco Mallegni. L'iniziativa, ideata e realizzata dall'Associazione Amici della Natura Rosignano, ebbe un grande successo di pubblico e vide coinvolte numerose scolaresche.

Nel percorso espositivo, oltre ai pannelli didascalici relativi ai principali aspetti dell'evoluzione degli ominidi, era possibile ammirare le riproduzioni dei più importanti reperti di antenati dell'uomo, tra cui quella della famosissima Lucy (*Australopithecus afarensis*). A distanza di quasi vent'anni l'Associazione *Amici della Natura Rosignano* ripropone un'interessante mostra dal titolo "**Homo - Passato, presente, futuro**", con i testi aggiornati alle ultimissime scoperte nel settore della paleoantropologia, compreso lo studio del DNA fossile, che ha aperto un'entusiasmante finestra nella ricerca delle nostre origini. Rispetto a vent'anni fa sono aumentati i fossili e il numero di specie appartenenti al nostro cespuglio evolutivo.



Museo di Storia Naturale
di Rosignano Solvay

Associazione
"AMICI DELLA NATURA ROSIGNANO"



Centro di
Ricerca Biologica

H O M O

PASSATO, PRESENTE, FUTURO

Mostra antropologica sull'Evoluzione umana



ROSIGNANO MARITTIMO
Villa Pertusati
dal 29 novembre 2014 al 20 giugno 2015

apertura al pubblico:
seconda domenica del mese
dalle 15:00 alle 19:00

visite guidate
per gruppi e scolaresche:
su prenotazione tel. 377 1465349
musrosi@tiscali.it

Conferenza inaugurale 29 novembre 2014 ore 17:00
EMILIANO CARNIERI e GLAUCO BALDASSARI
14 marzo 2015 ore 17:00 Mostra fotografica e conferenza
"OLDUVAI" sulla dell'umanità - MARCO CHERIN e ALESSANDRO RIGA

Seguirà ciclo d'incontri presso il Centro Culturale LE CRESTE da gennaio 2015

www.musrosi.org
INGRESSO LIBERO

Nella conferenza che ha inaugurato la mostra, sabato 29 novembre alle ore 17, presso Villa Pertusati a Rosignano Marittimo, il paleoantropologo **Emiliano Carnieri** e il professor Glauco Baldassari hanno illustrato le novità più importanti che si sono succedute negli ultimi due decenni, con scoperte spesso inattese che hanno gettato nuova luce sulle nostre origini. **La mostra sarà aperta fino al 20 giugno 2015.** E un ciclo di conferenze tenute dai professori Paolo Francalacci, Gennaro Auletta, Franco Giorgi e Luis E. Bruni accompagneranno la mostra con riflessioni sulla genetica, l'intreccio tra Chimica e Biologia, e Zoologia.

Valentina Domenici e Alessandro Lenzi

E-mail: musrosi@tiscali.it

Sito web: www.musrosi.org

“Peer education” su *Chimica e Alimentazione* nelle scuole di Rosignano Marittimo

Da quest'anno le scuole di Rosignano Marittimo (Livorno) saranno coinvolte in un progetto sperimentale che coinvolge diversi attori, dedicato al tema dell'Alimentazione. Il progetto infatti vede lavorare insieme il Comitato Provinciale UNICEF, la ASL di Livorno, il Comune di Rosignano Marittimo e l'Università di Pisa.



Circa trenta ragazzi del triennio del Liceo Tecnologico dell'Istituto IIS Mattei di Rosignano Solvay seguiranno delle lezioni “*ad hoc*” sull'Educazione Alimentare, la Chimica degli Alimenti, la malnutrizione nel Mondo, i diritti dei bambini e degli adolescenti in tema di nutrizione.

Al termine di questo ciclo di “formazione”, a partire da febbraio, i ragazzi andranno in alcune classi delle scuole superiori di primo grado “G. Fattori” e delle scuole primarie “G. Carducci” di Rosignano, e terranno delle lezioni

sull'Alimentazione ai bambini più piccoli. Si tratta quindi di una esperienza di "peer education" che è stata accolta con grande entusiasmo dai ragazzi delle scuole superiori.

Alla fine, bambini e ragazzi, produrranno guidati dai loro insegnanti dei lavori sul tema dell'Alimentazione, che saranno esposti e presentati a tutta la cittadinanza.

Valentina Domenici

Gli 80 anni della metrologia

Dal 4 al 6 dicembre 2014 si sono svolte a Torino le celebrazioni per l'anniversario degli 80 anni della metrologia in Italia.

L'evento è stato organizzato dall'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM), erede dei due storici enti "Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris" e "Istituto di Metrologia Gustavo Colonnetti", nati rispettivamente nel 1934 e nel 1968.

Le porte dei laboratori dell'INRIM si sono aperte il 4 dicembre. Ai visitatori sono stati proposti alcuni tra gli ambiti di ricerca di eccellenza dell'ente metrologico, quali la misurazione delle costanti fondamentali di Avogadro e di Boltzmann.

I festeggiamenti sono proseguiti il 5 dicembre presso la residenza reale di Palazzo Madama, dove si è tenuto un convegno internazionale, cui hanno partecipato esperti nella scienza delle misure provenienti da tutto il mondo.

Il convegno si è aperto con una relazione su "Cold atoms, time, and quantum matter" di William Phillips, Premio Nobel per la Fisica nel 1997 per lo sviluppo di metodi per il raffreddamento e la rivelazione di atomi tramite radiazione laser. A seguire, la relazione su "Quantum control of trapped ions" di David Wineland, Premio Nobel per la Fisica nel 2012 per lo sviluppo di metodi per la misurazione e la manipolazione di singoli sistemi quantistici.

Di grande interesse anche le successive relazioni sulla definizione del tempo con orologi atomici, sulla definizione del chilogrammo e sulle molteplici applicazioni della metrologia in diversi ambiti: dalla qualità della vita, all'energia e all'ambiente.

Luigi Campanella

Digitalizzazione e condivisione delle informazioni

La digitalizzazione delle informazioni e la possibilità di condividerle velocemente sono solo due delle tante novità che l'era Internet ha portato nelle nostre vite. L'impatto che questi due strumenti hanno avuto sulla formazione dei giovani è notevole. Basti pensare che con le librerie digitali gli articoli sono facilmente reperibili, mentre 25 anni fa la possibilità di avere accesso a un lavoro scientifico dipendeva dalla sua reperibilità su scala locale.

Questa possibilità di ottenere facilmente e velocemente informazioni scientifiche sulla rete appaga spesso il desiderio e la curiosità di conoscenza.

Contemporaneamente la possibilità di condividere attraverso i social network la conoscenza anticipa di parecchio quel momento della carriera di un chimico in cui si inizia a stabilire un proprio network scientifico

Luigi Campanella

Spese per la ricerca, rapporto Eurostat

In un comunicato stampa datato 17 novembre, Eurostat ha pubblicato le prime stime delle spese per ricerca e sviluppo (R&D) del 2013. I 28 Stati Membri hanno speso quasi 275 miliardi di euro, cioè il 2.02% del PIL nel 2013 da confrontare con il 1.76% nel 2004. Il dato è ancora inferiore a quello di altre economie mondiali, quali la Corea del Sud (4.04% in 2011), il Giappone (3.38% in 2011) e gli USA (2.81% in 2012), mentre sia in Cina (1.98% nel 2012) sia in Russia (1.11%) l'intensità R&D è inferiore che in EU28.

Il rapporto contiene tabelle con i dati disaggregati per i 28 Paesi Membri e per settori (imprese, istruzione superiore, governo, privato no-profit).

Luigi Campanella

Il Progetto Scuola EXPO 2015

EXPO 2015 lancia un progetto didattico rivolto alle scuole in collaborazione con il MIUR. Il progetto Scuola di Expo Milano 2015 entra nelle classi per parlare con insegnanti e studenti di nutrizione sana, sicura e sufficiente per gli abitanti del nostro Pianeta. Dall'asilo all'università verranno premiati i percorsi didattici proposti arricchiti da disegni, racconti, manifesti, video, siti capaci di illustrare con tecnologie digitali le risorse alimentari e la loro giusta utilizzazione. E' previsto un portale per raccogliere tutte le proposte pervenute.

www.progettoscuola.expo2015

Luigi Campanella

Istruzioni per gli Autori

Informazioni generali

La rivista CnS – La Chimica nella Scuola si propone anzitutto di costituire un ausilio di ordine scientifico, professionale e tecnico per i docenti delle scuole di ogni ordine e grado e dell'Università; si offre però anche come luogo di confronto delle idee e delle esperienze didattiche.

Sono pertanto ben accetti quei contributi che:

- trattino e/o rivisitino temi scientifici importanti alla luce dei progressi sperimentali e teorici recenti;
- trattino con intento divulgativo argomenti relativi alla didattica generale ed alla didattica disciplinare;
- affrontino problemi relativi alla storia ed alla epistemologia della Chimica.
- illustrino varie esperienze didattiche e di lavoro, anche con il contributo attivo dei discenti;
- presentino proposte corrette ed efficaci su argomenti di difficile trattamento didattico;
- trattino innovazioni metodologiche, con attenzione particolare sia alle attività sperimentali, sia ai problemi di verifica e valutazione;
- che illustrino esperienze di attività scolastiche finalizzate all'insegnamento delle scienze, in particolare della chimica;
- che discutano collaborazioni ed interazioni fra università e scuola secondaria ai fini dell'insegnamento della chimica.

Sono anche benvenute comunicazioni brevi e lettere alla redazione che possano arricchire il dibattito e la riflessione sui temi proposti dalla rivista.

Invio dei materiali per la pubblicazione

I testi devono essere inviati come attachment di e-mail al direttore della rivista **(1)** e al redattore **(2)**. Devono essere indicati con chiarezza gli indirizzi (e-mail e *postale*) dell'autore al quale inviare la corrispondenza. Il testo deve essere **completo e nella forma definitiva**; si raccomanda la massima cura nell'evitare errori di battitura. La redazione darà conferma dell'avvenuto ricevimento.

Dettagli tecnici – Importante!

a) Testo in generale: formato Word, carattere Times New Roman, corpo 12. ***La precisazione riguardo al carattere si rende necessaria in quanto l'eventuale modifica generalizzata produce automaticamente la scomparsa di tutti i caratteri particolari***

b) Riassunto. Gli articoli dovrebbero essere preceduti da un riassunto esplicativo del contenuto (max. 600 caratteri), in lingua italiana e in lingua inglese. Chi avesse difficoltà insormontabili per la traduzione in lingua inglese può limitarsi al riassunto in italiano. Non si richiede riassunto per le lettere alla redazione e per le comunicazioni brevi.

c) Strutturazione. Si suggerisce di strutturare gli articoli relativi a un lavoro di ricerca secondo le consuetudini delle riviste scientifiche: introduzione, corpo dell'articolo (contenente l'eventuale parte sperimentale), esposizione e discussione dei risultati ottenuti, conclusioni.

d) Intestazione. La prima pagina del testo di un articolo deve contenere:

- Titolo, chiaramente esplicativo del contenuto del lavoro (max. 50 battute);
- Nome (per esteso), cognome e istituzione di appartenenza di ciascun autore;
- Indirizzo e-mail degli autori o dell'autore referente.

e) Bibliografia. Si consiglia vivamente di riportarla secondo le norme che illustriamo con esempi:

- Lavori pubblicati su riviste: Autori (preceduti dalle iniziali dei nomi), rivista (abbreviazioni internazionali in uso), anno, volume (in grassetto), pagina. Es.: W. M. Jones, C. L. Ennis, *J. Am. Chem. Soc.*, 1969, **91**, 6391.

- *Libri e trattati*: Autori (preceduti dalle iniziali dei nomi), titolo dell'opera con la sola prima

iniziale maiuscola, editore, sede principale, anno di pubblicazione. Se si fa riferimento a poche pagine dell'opera, è opportuno indicarle in fondo alla citazione. Es.: A. J. Bard, L. R. Faulkner, *Electrochemical methods*, Wiley, New York 1980.

- Comunicazioni a congressi: Autori (preceduti dalle iniziali dei nomi), indicazione del congresso nella lingua originale, luogo e data, pagina iniziale se pubblicata in atti. Es.: M. Arai, K. Tomooka, 49th National Meeting of Chemical Society of Japan, Tokio, Apr. 1984, p.351.

f) *Unità di misura, simboli, abbreviazioni*. Le unità di misura devono di norma essere quelle del S.I., o ad esse correlate. I simboli devono essere quelli della IUPAC. E' ammesso il ricorso a abbreviazioni note (IR, UV, GC, NMR ecc.). Se l'abbreviazione non è consueta, deve essere esplicitata alla prima citazione. La nomenclatura deve essere quella della IUPAC, nella sequenza latina (es. carbonato di bario e non bario carbonato). Può essere usato il nome tradizionale per i composti più comuni: acido acetico, etilene, anidride solforosa ecc.

g) *Formule chimiche e formule matematiche*. Devono essere fornite in forma informatica.

h) *Figure*. Devono essere fornite in forma informatica avendo presente che la massima dimensione della base (in stampa) è pari a 12 cm. Deve essere assicurata la leggibilità delle scritte, anche dopo l'eventuale riduzione. Il formato (WORD, TIFF, JPEG o altro). Devono essere numerate e munite di eventuale didascalia. Indicare le posizioni approssimative delle figure.

i) *Grafici e tabelle*. Come per le figure.

1) luigi.campanella@uniroma1.it - Indirizzo postale: Luigi Campanella - Dipartimento di Chimica - Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 ROMA

2) pasquale.fetto@didichim.org - Indirizzo postale: Pasquale Fetto - Via Carlo Jussi, 9 - 40068 SAN LAZZARO DI SAVENA(BO).

Correzione delle bozze

In caso di accettazione per la pubblicazione, il testo viene inviato all'autore di riferimento in formato Pdf. Le correzioni devono essere segnalate entro brevissimo tempo; se sono in numero limitato, può bastare l'indicazione via e-mail; altrimenti deve essere inviata copia cartacea con l'indicazione chiara delle correzioni da apportare. Non sono ammesse variazioni importanti rispetto al testo originale.

AREE SCIENTIFICO–DISCIPLINARI

AREA 01 – Scienze matematiche e informatiche

AREA 02 – Scienze fisiche

AREA 03 – **Scienze chimiche**

AREA 04 – Scienze della terra

AREA 05 – Scienze biologiche

AREA 06 – Scienze mediche

AREA 07 – Scienze agrarie e veterinarie

AREA 08 – Ingegneria civile e architettura

AREA 09 – Ingegneria industriale e dell'informazione

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

AREA 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche

AREA 12 – Scienze giuridiche

AREA 13 – Scienze economiche e statistiche

AREA 14 – Scienze politiche e sociali

Il catalogo delle pubblicazioni di Aracne editrice è su

www.aracneeditrice.it

Compilato il 22 gennaio 2015, ore 11:25
con il sistema tipografico \LaTeX 2 ϵ

Finito di stampare nel mese di gennaio del 2015
dalla «Ermes. Servizi Editoriali Integrati S.r.l.»
00040 Ariccia (RM) – via Quarto Negroni, 15
per conto della «Aracne editrice int.le S.r.l.» di Ariccia (RM)