

IX Scuola Nazionale di Didattica della Chimica "Giuseppe Del Re"
XVI Scuola Nazionale di Ricerca Educativa e Didattica Chimica "Ulderico Segre"

I concetti fondanti della Chimica: passato, presente e futuro

Abano Terme, 10 – 13 novembre 2024

La Scuola di Ricerca Educativa e Didattica Chimica "Ulderico Segre" e la Scuola Nazionale di Didattica della Chimica "Giuseppe Del Re" sono entrambe focalizzate al miglioramento della didattica, in ambito universitario la prima e in quello pre-universitario la seconda. La scuola Del Re si configura anche come corso di formazione dei docenti della scuola secondaria di secondo grado. Le due scuole si propongono di stimolare l'interesse verso la ricerca educativa come strumento per sensibilizzare alle problematiche relative al processo di insegnamento/apprendimento della Chimica nella scuola e nell'università, contribuendo all'integrazione di questi due livelli di insegnamento.

Al fine di favorire e potenziare l'interazione fra tutti gli attori coinvolti nel processo di insegnamento/apprendimento della Chimica, l'edizione 2024 delle due Scuole si svolge in maniera integrata per analizzare e discutere in maniera efficace il tema selezionato quest'anno, di grande rilevanza sia per la scuola secondaria di secondo grado che a livello universitario:

I concetti fondanti della Chimica: passato, presente e futuro

Come è evidenziato dal programma e dagli abstract dei seminari e dei laboratori teorici e pratici, riportati di seguito, si parlerà di alcuni concetti fondamentali della Chimica dal punto di vista epistemologico, storico e didattico, ma si parlerà anche degli sviluppi attuali e delle prospettive future di questa disciplina sia per quanto riguarda la ricerca che l'aspetto culturale ed educativo.

La scuola congiunta, con inizio nel pomeriggio di domenica 10 novembre e fine nella mattinata di mercoledì 13 novembre, si svolgerà ad Abano Terme presso la **Casa per Ferie San Marco** (via Santuario 130 – Monteortone: <https://www.termesalesiani.it/sanmarco/>).



Per permettere un'efficace fruizione delle attività pratiche, che si svolgeranno presso l'IIS "P. Scalcerle" di Padova (<https://www.istituto-scalcerle.edu.it/>), la partecipazione è limitata a un **numero massimo di corsisti pari a 60** (scelti in base alla data di arrivo del modulo di iscrizione) che verranno divisi in due gruppi di trenta unità ciascuno. Sono messe a disposizione fino a **5 borse di studio a copertura delle spese di iscrizione per giovani docenti non di ruolo/personale non strutturato dell'università**; la borsa comprende anche l'iscrizione alla SCI per il 2025.

Seguendo la prassi ormai consolidata della Scuola De Re, i **docenti della scuola secondaria** che parteciperanno alla scuola congiunta **dovranno obbligatoriamente elaborare**, singolarmente o in gruppo, proposte di laboratori e/o lezioni sui temi affrontati nei tre giorni di attività; le proposte, una volta finalizzate, dovranno essere sperimentate in classe; per aiutare i docenti nella progettazione, nel mese di gennaio 2025 verranno organizzati (in remoto) incontri di approfondimento. Successivamente, nel mese di marzo/aprile 2025, i risultati della sperimentazione didattica effettuata nelle classi (sotto forma di video, presentazioni pptx, o altro) verranno presentati in modalità a distanza.

La Scuola congiunta, inserita sul portale SOFIA-MIM, **codice ID. 92647**, riconosce un massimo di **30 ore** di formazione, in accordo con le specifiche che verranno fornite successivamente.

Comitato Organizzativo: Eleonora Aquilini, Ugo Cosentino, Elena Ghibaudi, Anna Maria Madaio, Laura Orian, Antonio Testoni, Mariano Venanzi, Margherita Venturi, Giovanni Villani

Comitato Scientifico: Eleonora Aquilini, Paola Ambroggi, Teresa Cecchi, Ugo Cosentino, Elena Ghibaudi, Sandro Jurinovich, Anna Maria Madaio, Mariano Venanzi, Margherita Venturi, Vincenzo Villani

Programma

10 novembre 14.00 – 19.00 (Casa per Ferie San Marco)

- 14.00 – 15.00 Registrazione dei partecipanti
15.00 – 15.15 Saluto di benvenuto della Presidente DD-SCI e introduzione alla attività

Creatività, Storia, Filosofia della Scienza e Didattica

- 15.15 – 16.00 Margherita Venturi: *Chimica e Creatività*
16.00 – 16.45 Giovanni Villani: *Storia e Filosofia della Scienza – Due alleate per la didattica delle discipline scientifiche*
16.45 – 17.00 Pausa
17.00 – 17.45 Eleonora Aquilini: *Apprendere la Chimica attraverso l'approccio storico-epistemologico*
17.45 – 18.30 Carlo Fiorentini: *Riflessioni storico-epistemologiche e psicologiche sulle Indicazioni di Scienze dei Licei e degli obiettivi di Chimica del biennio*
18.30 – 19.00 Discussione
19.30 Cena presso la Casa per Ferie San Marco

11 novembre 9.00 – 12.45 (Casa per Ferie San Marco)

Enti, Struttura e Processi

- 09.00 – 09.45 Antonella Maria Maggio: *1874, anno cruciale per gli studi sulla relazione fra valenza e struttura*
09.45 – 10.30 Vincenzo Villani: *La teoria molecolare di Ampère – Un punto di vista del primo Ottocento carico di anticipazioni*
10.30 – 10.45 Pausa
10.45 – 11.30 Antonio Testoni: *Dal peso atomico al numero atomico – Un nuovo criterio ordinatore della Tavola Periodica di Mendeleev*
11.30 – 12.15 Alberto Regis, Elena Ghibaudo: *Evoluzione storica e nodi concettuali del concetto di equilibrio chimico dinamico*
12.15 – 12.45 Discussione
13.00 Pranzo presso la Casa per Ferie San Marco

11 novembre 14.30 – 19.30 (trasferimento in pullman per l'IIS "P. Scalcerle" di Padova e rientro ad Abano Terme)

Laboratori sperimentali

- 15.00 – 19.00 **Laboratorio 1 (gruppo 1)**
Marco Ghirardi: *Lo studio dei sistemi chimici e lo stato di equilibrio chimico dinamico*
15.00 – 19.00 **Laboratorio 2 (gruppo 2)**
Marianna Marchini, Lucia Maini: *L'alchimia come strumento didattico – Replica di antiche ricette per l'innovazione didattica*
Fabio Capuano, Anna Maria Madaio: *Archeocosmesi – Realizzazione di formulati cosmetici secondo antiche ricette medioevali*
20.00 Cena sociale

12 novembre 9.00 – 12.30 (Casa per Ferie San Marco)

Laboratorio Computazionale

- 09.00 – 12.00 Ugo Cosentino, Laura Orian, Mariano Venanzi: *Per un "meccano" chimico*
12.00 – 12.30 Discussione
13.00 Pranzo presso la Casa per Ferie San Marco

12 novembre 14.30 – 19.30 (trasferimento in pullman per l'IIS "P. Scalcerle" di Padova e rientro ad Abano Terme)

Laboratori sperimentali

15.00 – 19.00 **Laboratorio 1 (gruppo 2)**

Marco Ghirardi: *Lo studio dei sistemi chimici e lo stato di equilibrio chimico dinamico*

15.00 – 19.00 **Laboratorio 2 (gruppo 1)**

Marianna Marchini, Lucia Maini: *L'alchimica come strumento didattico – Replica di antiche ricette per l'innovazione didattica*

Fabio Capuano, Anna Maria Madaio: *Archeocosmesi – Realizzazione di formulati cosmetici secondo antiche ricette medioevali*

20.00 Cena presso la Casa per Ferie San Marco

13 novembre 9.00 – 13.00 (Casa per Ferie San Marco)

Laboratori teorici

09.00 – 10.45 Claudia Andreini, Eleonora Aquilini: *Riflessione sul concetto di gas*

10.45 – 11.00 Pausa

11.00 – 12.45 Antonio Testoni, Giovanni Villani: *Riflessione storica/epistemologica sulla Tavola Periodica degli elementi*

12.45 – 13.00 Chiusura dei lavori

Poiché sono previste attività sperimentali e computazionali, i corsisti sono pregati di portare i dispositivi di protezione personale (camice e occhiali) e un personal computer.

Quote di iscrizione e modalità di iscrizione

Quote di iscrizione

- **€ 250:** partecipazione a tutte le attività seminariali e laboratoriali; l'organizzazione offre il pernottamento in camera singola, i pranzi (11 e 12 novembre), le cene (10, 12 novembre) e la cena sociale (11 novembre).
- **€ 125:** partecipazione a tutte le attività seminariali e laboratoriali; l'organizzazione offre i pranzi (11 e 12 novembre) e la cena sociale (11 novembre).

Con l'aggiunta di € 30 si può usufruire dell'iscrizione scontata alla SCI per il 2025.

Per favorire la partecipazione di **giovani docenti non di ruolo/personale non strutturato dell'università**, la Divisione di Didattica mette a disposizione fino a **5 borse di studio che coprono la quota di iscrizione alla Scuola e l'iscrizione alla SCI per il 2025**. Le borse verranno assegnate in base alla data di arrivo delle richieste e all'età anagrafica del docente (a parità di requisiti, verrà selezionato il più giovane).

Modalità di iscrizione

- **Compilare e inviare il modulo di iscrizione** <https://forms.gle/fbiu72jVcubDP3ya7> entro il **25 agosto 2024**.
- Una volta **ricevuta conferma dell'iscrizione**, si deve procedere con il **pagamento della quota di iscrizione**.
Il pagamento può essere effettuato tramite bonifico intestato a Società Chimica Italiana – Divisione di Didattica, Banca Intesa San Paolo Spa - IBAN IT43R0306909606100000074996 (Causale: Cognome e nome - Iscrizione Scuola "Segre-Del Re" 2024). Gli insegnanti della scuola possono anche utilizzare la propria Carta del Docente con l'emissione di un buono valido per "esercizio fisico, ambito Formazione e Aggiornamento, servizio Corsi Aggiornamento Enti accreditati/qualificati ai sensi della Direttiva 170/2016".
- Per finalizzare l'iscrizione è necessario **inviare copia del bonifico effettuato o del buono-docente contestualmente** a: Ugo Cosentino (ugo.cosentino@unimib.it) e Margherita Venturi (margherita.venturi@unibo.it)

N.B. I docenti che hanno richiesto la borsa di studio e hanno ricevuto conferma dell'assegnazione risultano automaticamente iscritti senza dover procedere al pagamento della quota di iscrizione.

Abstract delle relazioni

Creatività, Storia, Filosofia della Scienza e Didattica

Margherita Venturi (Università di Bologna e DD-SCI)

Chimica e Creatività

Per i "non addetti ai lavori" associare chimica e creatività potrebbe sembrare arduo, se non addirittura impossibile. La creatività, infatti, è da sempre legata a ciò che di più elevato la mente umana è capace di produrre come la poesia, la pittura, la musica, mentre la chimica nell'immaginario comune è considerata quasi una parolaccia e, comunque, qualcosa di brutto e sporco da cui stare alla larga.

Nel contributo verrà invece mostrato come la chimica, oltre a essere importante e utile, sia una disciplina bella e soprattutto connotata da una grande creatività, cosa che emerge molto chiaramente analizzando in che cosa consiste e come sia cambiato con il passare del tempo il lavoro del chimico.

I chimici, infatti, sono nati come esploratori della Natura e in questa loro veste hanno scoperto e identificato milioni di molecole naturali, ma ben presto sono diventati inventori di molecole artificiali e oggi continuano a svolgere questo duplice ruolo. Più recentemente, i chimici, lavorando come ingegneri a livello molecolare, hanno anche imparato ad assemblare molecole e a creare sistemi supramolecolari che possono comportarsi come dispositivi e macchine nanometrici e che aprono prospettive totalmente nuove allo sviluppo della nanotecnologia.

Raccontare questa storia significa a tutti gli effetti intraprendere un meraviglioso viaggio nel mondo della creatività.

Giovanni Villani (Istituto di Chimica dei Composti Organometallici del CNR - UOS di Pisa)

Storia e Filosofia della Scienza – Due alleate per la didattica delle discipline scientifiche

Una corretta e coerente didattica delle scienze richiede di considerare la storia e la filosofia della scienza tra i contributi che concorrono a costituirle. Il loro apporto alla didattica, attraverso l'introduzione nell'insegnamento di un approccio storico/epistemologico è, a mio avviso, fondamentale.

Nella pratica scolastica, invece, alcuni insegnanti di discipline scientifiche e molti libri di testo scolastici forniscono solo cenni su alcuni aspetti storici disciplinari e solo qualche libro di testo si avventura in fugaci accenni alla filosofia della scienza.

Alcuni insegnanti della scuola secondaria di secondo grado, inoltre, ritengono che gli aspetti storico/epistemologici potrebbero essere "utili" nell'insegnamento scientifico se i "tanti concetti disciplinari da insegnare" riuscissero a lasciare a queste considerazioni uno "spezzone" di tempo. In particolare, essi ritengono che tali aspetti potrebbero svolgere un ruolo nel "motivare" gli studenti, raccontando loro qualche "fatto" relativo agli scienziati e alle loro scoperte scientifiche. Pochi insegnanti, tuttavia, si preoccupano che gli aspetti storici/epistemologici abbiano una coerenza interna, si rapportino ai concetti scientifici insegnati e non siano solo dei "medaglioni" staccati dal resto, un "qualcosa in più" che si possa leggere o meno, un approfondimento nella migliore delle ipotesi.

In realtà, la didattica impostata secondo un approccio storico/epistemologico implica una certa idea della scienza e di come trasmetterla. Queste problematiche, sia nel versante generale filosofico sia in quello didattico, saranno gli argomenti di questa relazione.

Eleonora Aquilini (DD-SCI)

Apprendere la Chimica attraverso l'approccio storico-epistemologico

La finalità primaria dell'educazione scientifica nella scuola pre-universitaria dovrebbe essere quella di modificare gli schemi di senso comune per avvicinarsi a quelli scientifici. Questo comporta una costruzione dell'insegnamento scientifico che abbia un valore culturale. Occorre raggiungere una visione della Scienza come una delle forme di conoscenza elaborate dalla specie umana nel corso della sua storia, caratterizzata da finalità e metodi specifici di descrizione, di rappresentazione della realtà. In assenza di una razionale conoscenza della genesi, dello sviluppo di leggi e teorie, degli aspetti ipotetici delle forme di sapere trasmesse, l'apprendimento resta affidato all'istinto, all'autoevidenza e si riduce a sterile memorizzazione. Non ci si deve concentrare solo sui risultati dell'attività scientifica, ma è fondamentale fare luce sui processi. Perché i processi siano esplicativi del modo di attuarsi della Scienza, che è fatta anche di tentativi e errori giustificati dal contesto, occorre fare scelte drastiche riguardo ai contenuti da trattare. È un'illusione pensare che i concetti fondamentali della chimica possano essere riscoperti dagli alunni con attività solo sperimentali. Ritenere, ad esempio, che la legge di conservazione della materia sia banale e intuitiva (nei libri di testo vengono dedicate poche righe alla Chimica di Lavoisier) significa mettere sullo stesso piano la comprensione e l'acquisizione cieca di nozioni. Anche la relazione fra "macroscopico" e "microscopico" è particolarmente delicata nell'insegnamento. In chimica il "micro" è

indissolubilmente legato alla teoria atomica di Dalton ed è proprio la contestualizzazione storica che la rende viva e feconda. L'atomo chimico viene modellato sulla base della chimica lavoisieriana, in quanto la concezione di elemento, la legge di conservazione del peso (massa), la legge delle proporzioni definite di Proust, costituiscono le premesse necessarie per la nascita della teoria atomica.

Carlo Fiorentini (CIDI di Firenze)

Riflessioni storico-epistemologiche e psicologiche sulle Indicazioni di Scienze dei Licei e degli obiettivi di Chimica del biennio

La relazione si propone di evidenziare la significativa rottura epistemologica e psicologica presente nelle Indicazioni delle Scienze naturali dei Licei con i programmi ministeriali precedenti, sia nelle considerazioni sviluppate nelle linee generali (l'introduzione) sia negli obiettivi specifici di apprendimento della Chimica del primo biennio. Infatti, nelle linee generali viene indicato in modo particolarmente rilevante il ruolo della dimensione sperimentale e negli obiettivi di chimica del biennio viene prospettata da una parte l'osservazione di fenomeni basilari e dall'altra conoscenze fondamentali della chimica classica.

Riportiamo una parte delle Linee generali.

"In tale percorso riveste un'importanza fondamentale la dimensione sperimentale, dimensione costitutiva di tali discipline e come tale da tenere sempre presente. Il laboratorio è uno dei momenti più significativi in cui essa si esprime, in quanto circostanza privilegiata del "fare scienza" attraverso l'organizzazione e l'esecuzione di attività sperimentali, che possono comunque utilmente svolgersi anche in classe o sul campo. Tale dimensione rimane un aspetto irrinunciabile della formazione scientifica e una guida per tutto il percorso formativo, anche quando non siano possibili attività di laboratorio in senso stretto, ad esempio attraverso la presentazione, discussione ed elaborazione di dati sperimentali, l'utilizzo di filmati, simulazioni, modelli ed esperimenti virtuali, la presentazione – anche attraverso brani originali di scienziati – di esperimenti cruciali nello sviluppo del sapere scientifico".

Tuttavia, tutto ciò necessita, per non essere letto in modo ingenuo, di una interpretazione fondata dal punto di vista storico ed epistemologico. Vi sono esperimenti comprensibili con un'impostazione fenomenologica, ma la maggior parte soltanto ricostruendo il contesto teorico e sperimentale.

Enti, Struttura e Processi

Antonella Maria Maggio (Università di Palermo)

1874, anno cruciale per gli studi sulla relazione fra valenza e struttura

Il 1874 è per la Storia della Chimica un anno cruciale.

Jacobus Henricus van't Hoff (1852 – 1911) e Joseph Achille Le Bel (1847 – 1930) formulano contemporaneamente e indipendentemente la spiegazione dell'attività ottica.

Van't Hoff pubblica un saggio dal titolo *Una proposta sulla estensione nello spazio delle formule di struttura attualmente usate in chimica* in cui suggerisce che le valenze di un atomo di carbonio fossero dirette verso i vertici di un tetraedro e che un atomo di carbonio legato a quattro atomi differenti fosse asimmetrico e perciò potesse esistere in due forme differenti. Le formule di struttura, che ormai erano usate sempre più diffusamente, assumono da questo momento un significato diverso.

Nello stesso anno, Guglielmo Körner (1839 – 1925) pubblica sulla Gazzetta Chimica Italiana i risultati che dimostrarono l'equivalenza delle sei posizioni sull'anello benzenico, introducendo per i derivati disostituiti i prefissi ancor oggi usati orto, meta e para. Körner assistente privato e segretario di Kekulé, aveva lasciato Gand per motivi di salute e si era trasferito a Palermo, come primo preparatore nel Gabinetto di Chimica di Cannizzaro. A Palermo, sollecitato da Cannizzaro, nel 1869, aveva pubblicato una memoria, dal titolo *Fatti per servire alla determinazione del luogo chimico nelle sostanze aromatiche*, una versione preliminare del successivo e più corposo lavoro del 1874.

Nella comunicazione verrà tracciato a grandi linee il percorso che ha portato alla pubblicazione di questi due importanti contributi.

Vincenzo Villani (Università della Basilicata)

La teoria molecolare di Ampère – Un punto di vista del primo Ottocento carico di anticipazioni

La rivoluzione operata da Lavoisier (1789) innescò nel primo Ottocento un grande dibattito sui fondamenti della chimica. Proporzioni definite di Gay-Lussac, proporzioni infinite di Berthollet, teoria atomistica di Dalton, molecole semplici e molecole integranti, ... In questo quadro, si pone la visione poco nota, ma profonda e carica di anticipazioni elaborata da Andr  -Marie Amp  re (1775 - 1836). Andr  -Marie, spronato dal chimico Berthollet, pubblica nel 1814 un'elaborata

teoria molecolare sulla combinazione degli elementi chimici, diremmo oggi, una teoria delle reazioni chimiche: *Dare il mezzo di prevedere a priori i rapporti fissi secondo i quali i corpi si combinano, riportando le loro diverse combinazioni a principi che sarebbero l'espressione di una legge della natura.* In questo scritto, enuncia in modo indipendente da Avogadro (1811) la legge di proporzionalità diretta tra il volume di un gas e il numero di particelle.

Sulla base della visione atomistica inaugurata da Newton (1704) e della teoria delle forze molecolari a corto raggio sviluppata da Laplace, elabora una complessa teoria geometrica molecolare che a partire da due sole forme fondamentali, il tetraedro e l'ottaedro, costruisce le molecole integranti secondo la legge dei rapporti definiti di Gay-Lussac.

La teoria non fu accolta con favore dai chimici del tempo; tuttavia, introdusse sottotraccia la visione stereochimica e il principio di simmetria molecolare che si affermarono infine nel 1874 nell'ipotesi del carbonio tetraedrico di van t'Hoff e Le Bel.

Nel 1835, nel suo ultimo lavoro, Ampère ribadisce la teoria molecolare del 1814 e propone, ancora in anticipo sui tempi, una teoria del moto molecolare alla base del calore.

Queste anticipazioni, proprio in quanto colgono il problema alle origini del successivo tumultuoso sviluppo storico, conservano un valore didattico e di riflessione intramontabili.

Antonio Testoni (DD-SCI)

Dal peso atomico al numero atomico – Un nuovo criterio ordinatore della Tavola Periodica di Mendeleev

Com'è avvenuta e che cosa ha comportato, nei primi anni del '900, l'introduzione di un nuovo criterio ordinatore della Tavola Periodica di Mendeleev? Queste vicende hanno risvolti concettuali e didattici significativi per l'insegnamento della chimica?

Il criterio ordinatore principale alla base della tavola Periodica degli elementi di Mendeleev (1869) è stato il peso atomico. Comprendere il significato del concetto di peso atomico e il processo che ha permesso alla comunità dei chimici, dopo il congresso di Karlsruhe (1860) e grazie alla geniale elaborazione di Cannizzaro, di calcolare i pesi atomici con una modalità condivisa sono passaggi ineludibili, non solo storicamente, ma anche concettualmente e didatticamente.

La sistematica di Mendeleev presentava, però, alcune "forzature" come, ad esempio, l'inversione nella successione dei pesi atomici del nickel e del cobalto. Il contributo di Moseley è stato decisivo nell'individuare il numero atomico come vero e proprio criterio ordinatore degli elementi. Un criterio che non solo ha appianato le suddette "forzature", ma ha fondato la sistematica di Mendeleev su una nozione più intima e meno intuitiva rispetto al peso atomico: la nozione di struttura atomica. Una concezione che ha arricchito di significato la Tavola Periodica.

Alberto Regis, Elena Ghibaudi (Gruppo SENDS, Università di Torino)

Evoluzione storica e nodi concettuali del concetto di equilibrio chimico dinamico

Questo contributo intende ripercorrere le origini storiche del concetto di equilibrio chimico allo scopo di mettere in evidenza i nodi concettuali e le criticità che collegano tale concetto con la trattazione stechiometrica delle trasformazioni chimiche. Discuteremo alcuni aspetti del percorso concettuale relativo al processo di trasformazione chimica, a partire dai contributi di Wenzel, Berthollet, Wilhelmy, Guldberg e Waage, Van't Hoff e Le Chatelier [1-9]. Ciò consentirà di evidenziare le principali problematiche che si incontrano nella trasposizione didattica del concetto di equilibrio chimico dinamico (trasformazione chimica conclusa, ma incompleta; reazione diretta e inversa, rapporto tra reazione e trasformazione, carattere dinamico del sistema chimico reattivo, ecc.) [9]. Tale discussione è propedeutica all'attività di laboratorio proposta da Marco Ghirardi (Laboratorio 1).

[1] Lindauer, J. *Chem. Educ.*, 1962, 39, 384-390.

[2] Solov'ev, *L'evoluzione del pensiero chimico dal '600 ai giorni nostri*, 1976, Milano, Mondadori.

[3] Lombardo R., *CnS*, 2023, 3-49.

[4] Marchetti et al, *CnS*, 2009, 31, 18-29.

[5] Berthollet, *Recherches sur les lois de l'affinité*, 1801, Paris, Baudouin.

[6] Wilhelmy, *Annalen der Physik und Chemie*, 1850, 81, 413.

[7] Guldberg & Waage, *Études sur les affinités chimiques*, 1867, Cristiania: Brogger e Christie.

[8] Van't Hoff, *Etudes de Dynamique Chimique*, 1884, Amsterdam, Muller.

[9] Ghirardi et al., *J. Chem. Educ.*, 2014, 91(1), 59-65.

Abstract dei laboratori sperimentali

Laboratorio 1

Marco Ghirardi (Gruppo SENDS, Università di Torino)

Lo studio dei sistemi chimici e lo stato di equilibrio chimico dinamico

L'attività proposta ai docenti partecipanti consisterà nello svolgimento e nella discussione delle consegne contenute in una sequenza didattica riguardante l'apprendimento del concetto di equilibrio chimico dinamico [1]; sono previste attività di laboratorio a cui i docenti parteciperanno e sulle quali si avvieranno riflessioni sollecitate dagli interrogativi contenuti nell'attività di apprendimento-insegnamento.

La ragione per la quale intendiamo proporre ai colleghi docenti un'attività didattica sul concetto di stato di equilibrio chimico risiede nel fatto che, come evidenzia la ricerca in didattica della chimica, tale argomento è uno dei più difficili da apprendere [2]; pertanto, riteniamo utile offrire l'opportunità di riflettere su una sequenza di apprendimento che è stata progettata tenendo conto delle peculiari difficoltà di apprendimento degli studenti [3].

Nella progettazione dell'attività didattica [4] è stato adottato un approccio di tipo problematico che implica il ricorso a situazioni d'apprendimento che mettono in gioco le conoscenze che gli allievi già possiedono, utilizzandole come base di partenza per l'acquisizione di nuovi saperi [5].

- [1] M. Ghirardi, F. Marchetti, C. Pettinari, A. Regis, E. Roletto, *A Teaching Sequence for Learning the Concept of Chemical Equilibrium in Secondary School Education*. J. Chem. Educ., 92 (2014), pp. 59-65.
- [2] J. Quilez, *A Historical Approach to the Development of Chemical Equilibrium Through the Evolution of the Affinity Concept: Some Educational Suggestions*, Chem. Educ. Res. Pract., 5 (2004), pp. 69-87; L. Tyson, D.F. Treagust, R.B. Bucat, *The Complexity of Teaching and Learning Chemical Equilibrium*. J. Chem. Educ., 76 (1999), pp. 554-558.
- [3] H. Akkus, H. Kadayifci, B. Atasoy, O. Geban, *Effectiveness of Instruction Based on the Constructivist Approach on Understanding Chemical Equilibrium Concepts*, Res. Sci. Tech. Educ., 21 (2003), pp. 209-227; A. C. Banerjee, *Misconceptions of Students and Teachers in Chemical Equilibrium*, Int. J. Sci. Educ., 13 (1991), pp. 487-494.
- [4] M. Ghirardi, *Teaching and learning of the concept of chemical equilibrium*, e-Book, Armando Editore, 2020.
- [5] E. Roletto, *La scuola dell'apprendimento*, Trento, Erickson, 2005, disponibile all'URL: <https://www.sends.unito.it/it/node/9>.

Laboratorio 2 (prima parte)

Marianna Marchini, Lucia Maini (Università di Bologna)

L'alchimia come strumento didattico – Replica di antiche ricette per l'innovazione didattica

L'alchimia, disciplina che unisce conoscenze scientifiche e filosofiche con l'obiettivo di comprendere e manipolare la natura e la materia, rappresenta un affascinante ponte tra il passato e il presente della chimica. Tuttavia, spesso viene vista come una serie di pratiche esoteriche e allegorie spirituali senza alcun fondamento scientifico, mentre lo studio delle fonti e la replica delle ricette in laboratorio ha dimostrato come essa possa essere definita una proto-scienza [1, 2].

Nel contesto dell'insegnamento, l'alchimia offre una preziosa opportunità di coinvolgere gli studenti in un'esperienza didattica multidisciplinare. Il laboratorio, infatti, si propone di esplorare le potenzialità dell'alchimia come strumento didattico, attraverso la replica di alcune delle sue ricette più iconiche. Nel corso dell'attività i docenti delle scuole superiori avranno l'opportunità di replicare alcune ricette alchemiche nell'ambito della tintura dei metalli (es. preparazione di acque divine) e nella preparazione di inchiostri. Attraverso queste attività pratiche, i partecipanti scopriranno come le antiche pratiche alchemiche possano essere utilizzate per introdurre concetti chiave della chimica moderna, come ad esempio le reazioni redox.

Il laboratorio offrirà una combinazione di teoria e pratica, permettendo ai docenti di approfondire le connessioni storiche tra alchimia e chimica e di acquisire nuove idee per rendere l'insegnamento della chimica più coinvolgente e interattivo. L'obiettivo finale è quello di fornire ai partecipanti strumenti concreti e conoscenze che possano essere facilmente adattati al contesto delle scuole superiori, ampliando così il curriculum di chimica e creando nuove opportunità di apprendimento esperienziale. Durante il laboratorio, incoraggeremo la condivisione di idee e strategie didattiche, con lo scopo di arricchire il proprio approccio didattico.

- [1] M. Marchini, M. Gandolfi, M. Maini, L. Raggetti, M. Martelli, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 2022, **119**, e2123171119.
- [2] M. Marchini, G. Montanari, L. Casali, M. Martelli, L. Raggetti, M. Baláz, P. Baláz, L. Maini, *RSC Mechanochem.*, 2024, **1**, 123-129.

Laboratorio 2 (seconda parte)

Fabio Capuano (IIS A. Pacinotti, Venezia), **Anna Maria Madaio** (IIS B. Focaccia, Salerno DD-SCI)

Archeocosmesi – Realizzazione di formulati cosmetici secondo antiche ricette medioevali

L'attività che viene proposta consiste nella realizzazione di formulati cosmetici ispirati alla Scuola Medica Salernitana, la prima istituzione di medicina in Europa nel medioevo.

Esponente di rilievo della *Schola Medica* fu Trotula De Ruggiero, autrice di un trattato di ostetricia e ginecologia il cui ultimo capitolo, noto come *De ornatu mulierum*, è una raccolta di ricette per preparati medici e cosmetici. In quest'opera la cura cosmetica è considerata tutt'altro che una pratica frivola: al contrario, la donna esprime, attraverso la propria bellezza, un corpo sano in armonia con la natura.

Scopo del percorso proposto è la rivisitazione teorica e pratica di alcune delle ricette di Trotula, senza alcuna pretesa di ricostruzione filologica, piuttosto con l'intento di prendere spunto dalla storia per affrontare "in situazione" sia contenuti disciplinari specifici che alcune problematiche di interesse chimico in merito ai materiali adoperati e alle metodiche utilizzate. In questa prospettiva, la realizzazione di formulati cosmetici che attingano ad antiche ricette diventa occasione utile per vagliare, alla luce delle moderne conoscenze chimiche e cosmetologiche, le effettive proprietà curative e benefiche di piante e minerali suggeriti come ingredienti nelle antiche ricette, sostituendo con prodotti chimici più sicuri quelli che, seppure un tempo utilizzati, risultano dannosi per la salute.

L'esame dei rimedi proposti da Trotula fa dunque emergere in maniera spontanea l'esigenza di approfondire alcuni aspetti specifici di natura tecnica e normativa della filiera cosmetica, promuovendo nell'interazione didattica tra chimica e storia uno stimolo motivazionale all'apprendimento.

Abstract del laboratorio computazionale

Ugo Cosentino (Università di Milano-Bicocca), **Laura Orian** (Università di Padova), **Mariano Venanzi** (Università di Roma "Tor Vergata")

Per un "meccano" chimico

Metodi computazionali e di grafica molecolare costituiscono oggi uno strumento formidabile di previsione teorica e di rappresentazione delle proprietà molecolari, mettendone in luce sia gli aspetti strutturali, che quelli dinamici.

Ricercatori, ma anche docenti e studenti, hanno quindi a disposizione uno strumento potente di analisi e di studio. Attualmente, questi metodi stanno sperimentando una evoluzione profonda, ampliando le proprie frontiere e potenzialità, arricchendosi dei nuovi strumenti messi a disposizione dalle tecniche di intelligenza artificiale e di visione aumentata.

In questo panorama di cambiamenti tumultuosi è utile aprire un momento di riflessione sul rapporto tra rappresentazione e natura fisica degli oggetti di studio, e su quali apporti reali le metodiche di calcolo e di rappresentazione in silico possano fornire per un apprendimento efficace, scongiurando una fruizione puramente passiva delle nuove tecniche.

Bisogna però considerare che atomi e molecole sono intrinsecamente "oggetti quantistici", la cui descrizione accurata richiederebbe l'utilizzo dell'apparato teorico della meccanica quantistica.

Tuttavia, sin dagli anni '30, a partire dallo studio dei moti vibrazionali molecolari, venne sviluppato un modello molto semplice di previsione e descrizione delle proprietà molecolari basato sulla meccanica classica, in grado, per esempio, di descrivere correttamente i loro moti vibrazionali.

Gli sviluppi successivi portarono alla definizione del modello della *Meccanica Molecolare*, un modello di natura empirica, che trova oggi una larga applicazione nello studio di sistemi di grandi dimensioni che possono arrivare a comprendere anche diversi milioni di atomi.

Resta la domanda centrale: come può un modello "meccanico" rappresentare efficacemente una molecola "quantistica"?

Di fatto le sue semplici equazioni consentono di "catturare" gli elementi essenziali per descrivere le interazioni intra- e inter-molecolari. Ovviamente, nella sua semplicità, il modello presenta dei limiti: non è, ad esempio, adatto allo studio della reattività chimica o di processi fotochimici, ovvero di tutti quei processi che necessitano una descrizione dettagliata della distribuzione elettronica. Può essere, invece, utilizzato nello studio di molti altri processi che coinvolgono le molecole quali, ad esempio, i processi di riarrangiamento conformazionale o i processi di riconoscimento molecolare. Inoltre, esso consente di studiare il comportamento dinamico dei sistemi molecolari: grazie alla sua semplicità, risulta possibile studiare l'evoluzione nel tempo dei sistemi (metodo della *Dinamica Molecolare*) calcolando, fotogramma dopo fotogramma e sempre applicando la fisica di Newton, il "film" dei loro spostamenti nello spazio, ovvero la loro *traiettoria*.

A seguito di queste considerazioni di tipo fondamentale, proporremo un'attività di laboratorio nella quale software liberamente disponibili saranno messi alla prova nello sviluppo di semplici esempi di applicazione in ambito didattico. In particolare, saranno proposte attività computazionali che prevedono la costruzione di geometrie molecolari, le loro diverse rappresentazioni, l'analisi conformazionale di queste strutture e il loro comportamento dinamico.

Abstract dei laboratori teorici

Claudia Andreini (Università di Firenze), Eleonora Aquilini (DD-SCI)

Riflessione sul concetto di gas

Il laboratorio propone una riflessione sul concetto di gas e un percorso didattico per la sua acquisizione nel biennio della scuola secondaria di secondo grado. I gas rappresentano lo stato della materia più complesso a livello cognitivo perché sfuggono ai nostri sensi, tuttavia, rappresentano lo stato della materia più significativo per lo sviluppo del pensiero chimico, di conseguenza occorre dedicare tempo alla loro concettualizzazione [1]. Una traccia della significatività dei gas è rimasta nella trattazione manualistica, perché generalmente ai gas viene dato uno spazio molto più ampio rispetto ai solidi e ai liquidi, anche se la trattazione usuale è insignificante per la comprensione della chimica. Inoltre, le proprietà fisiche dei gas sono diventate un capitolo del manuale di chimica che tratta un argomento specifico, non connesso al resto. A causa dell'inadeguatezza didattica con cui si affrontano i gas, molti allievi continuano a conservare conoscenze derivate dal senso comune, che includono concetti sbagliati, come l'idea che i gas non abbiano peso, ossia non siano costituiti di materia.

Il percorso che presentiamo [2] riprende alcune delle tappe scientifiche che hanno portato alla scoperta stessa dell'aria e dei gas e che hanno visto protagonista uno strumento tanto semplice quanto efficace per lo sviluppo del concetto di gas: il bagno pneumatico. L'uso sapiente del bagno pneumatico ha permesso di comprendere che l'aria poteva essere considerata una sostanza chimica a tutti gli effetti, capace di reagire con altre sostanze (Hales, 1727) e ha portato alla nascita del concetto stesso di gas, in quanto è stato possibile scoprire l'esistenza di "arie" con proprietà molto diverse dall'aria atmosferica come, ad esempio, l'anidride carbonica (Black, 1756), l'azoto (Rutherford, 1772), l'idrogeno (Cavendish, 1766) e l'ossigeno (Priestley e Scheele, 1771-1774). Sempre grazie a questo strumento, Lavoisier fu capace di apportare un contributo decisivo per la comprensione del ruolo dell'aria nella combustione e nella calcinazione dei metalli, dimostrando che solo una parte di essa reagisce e di conseguenza che l'aria è una miscela di gas e non una sostanza pura.

Questo importantissimo strumento ha permesso all'uomo di ampliare enormemente il proprio orizzonte conoscitivo e culturale, al punto da segnare un passo decisivo per la *nascita della chimica moderna* (A. Lavoisier, 1743 - 1794).

Ripercorrendo con gli studenti queste tappe storico-scientifiche e problematizzando su alcuni degli aspetti critici più importanti, il percorso mette in condizione i ragazzi di costruire in modo significativo concetti fondamentali della chimica di base, come il concetto di gas, di elemento, di composto e, nel contempo, offre spunti particolarmente interessanti per capire come si struttura la conoscenza scientifica, in particolar modo quando ci riferiamo al cosiddetto "metodo scientifico".

[1] Carlo Fiorentini, *Rinnovare l'insegnamento delle scienze. Aspetti storici, epistemologici, psicologici, pedagogici e didattici*, Aracne, 2018.

[2] Carlo Fiorentini, Eleonora Aquilini, Domenica Colombi, Antonio Testoni, *Leggere il mondo oltre le apparenze*, Armando Editore, 2007.

Antonio Testoni (DD-SCI), Giovanni Villani (Istituto di Chimica dei Composti Organometallici del CNR - UOS di Pisa)

Riflessione storica/epistemologica sulla Tavola Periodica degli elementi

La proposta di questo laboratorio teorico nasce da una duplice considerazione/riflessione che ha al centro la Tavola Periodica e si articola in due momenti.

1. La Tavola Periodica di Mendeleev è stata il frutto maturo dell'*atomismo chimico* del '800 quando i modelli fisici erano del tutto inadeguati per rappresentare la realtà atomico/molecolare. Un *atomismo chimico* che costituisce uno dei grandi trionfi della razionalità umana e che ha segnato un intero secolo, il XIX, gettando le basi per gli sviluppi successivi. In particolare, si vuole discutere la rilevanza concettuale/didattica dei primi modelli di struttura atomica e del ruolo di "guida" che ebbe la Tavola Periodica di Mendeleev.
2. L'attuale Tavola Periodica degli elementi può essere letta (e in letteratura è letta) sia in un'ottica riduzionista della chimica sia in quella anti-riduzionista. Nella prima lettura si sostiene che "*nota la configurazione elettronica dell'elemento, strettamente determinata dalla sua posizione nella Tavola Periodica, le sue proprietà chimiche ne possono essere dedotte*". Nella seconda lettura si fa notare che la stessa persistenza di un centinaio di elementi, con nomi e caratteristiche multiple, è la riprova dell'irriducibilità della chimica alla fisica.

In questo laboratorio teorico viene proposta un'analisi storica ed epistemologica della Tavola Periodica e il suo impatto sulla didattica.