

Insegnare la Chimica attraverso la Storia (approcci storico-epistemologici all'insegnamento della Chimica)

Valentina Domenici

MATERIALE DEL CORSO DI STORIA DELLA CHIMICA ED ELEMENTI DI DIDATTICA

(MATERIALE RIDOTTO)

NOTA: LE IMMAGINI SONO STATE ELIMINATE PER MOTIVI DI COPYRIGHT

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

«... dal punto di vista dell'insegnamento della chimica nella scuola italiana l'introduzione della storia della disciplina avrebbe potuto servire a modificare l'attuale condizione di marginalità, contribuendo a formare nel discente una cultura personale moderna, aperta alla considerazione di tutte le implicazioni sociali della scienza, a fornirgli un abito critico fondato sulla lettura storica della scienza».

(Leonello PAOLONI 1984)

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

Obiettivi dell'insegnamento della chimica attraverso la storia della chimica:

- Esaminare i valori culturali e la loro influenza nella ricerca chimica in diversi periodi storici;
- Discutere le implicazioni socio-politiche della ricerca chimica e lo sviluppo della conoscenza chimica nel tempo;
- Analizzare l'impatto delle relazioni umane (contrasti, amicizia, ostilità, ...) sui progressi della scienza;
- Spiegare come la chimica ha cambiato la storia e prevedere come la chimica potrà influenzare in futuro la società;
- Identificare come e perché le tecnologie si sono rapidamente integrate con la vita di tutti i giorni e confrontare vari periodi storici.

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

Obiettivi più generali (psico-pedagogici):

- Aumentare la capacità dei discenti a sviluppare un pensiero critico;
- Favorire da parte dei docenti l'osservazione del parallelismo tra sviluppo della conoscenza dei discenti e sviluppo storico della conoscenza chimica;
- Favorire l'organizzazione dei contenuti di un corso di chimica includendo l'integrazione della chimica con altre discipline.

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

- 1) *Evoluzione dei concetti della chimica con approccio storico-sperimentale.***
- 2) *L'approccio «Interactive Historical Vignette» (IHV) alle scoperte della chimica.***
- 3) *L'approccio umanistico/storico nella didattica della chimica.***
- 4) *L'importanza dei «piccoli» scienziati nella narrazione della chimica.***
- 5) *L'approccio sistemico/storico alle grandi scoperte del Novecento e dei nostri giorni.***
- 6) *Approccio storico nell'ambito museale.***

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

1 *Evoluzione dei concetti della chimica con approccio storico-sperimentale.*

L'insegnamento della chimica dovrebbe seguire almeno in parte l'evoluzione storica dei concetti con una sorta di parallelismo tra l'avanzamento della conoscenza degli allievi e l'avanzamento della conoscenza della chimica nella sua storia.

Una caratteristica distintiva di questo metodo è l'***aspetto laboratoriale***.

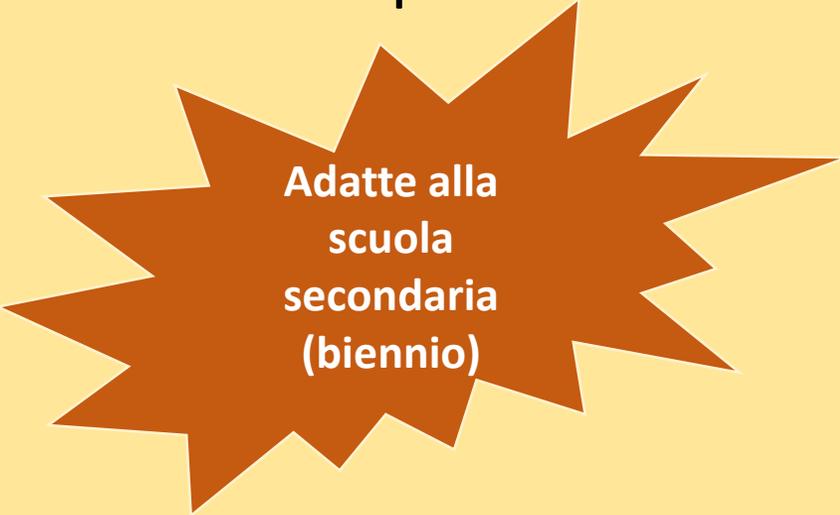
La parte laboratoriale è essenziale per far comprendere agli studenti le condizioni sperimentali operative in cui si trovavano gli scienziati del passato, come nel caso di Lavoisier di fronte alla combustione.

FIorentini - Aquilini - Colombi - Testoni 2007

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

La realizzazione di questi esperimenti, che in molti casi, non richiedono attrezzature particolari e possono essere condotti con semplici oggetti di vetreria da laboratorio, è importante perché gli studenti imparino a:

- osservare i fenomeni,
- quantificare attraverso la misura,
- formulare loro ipotesi,
- verificare le ipotesi grazie a nuovi esperimenti.



Adatte alla
scuola
secondaria
(biennio)

*Su questo approccio vedere **due percorsi didattici***

(uno su Lavoisier e uno sulla teoria atomico-molecolare, materiale a parte).

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

2

L'approccio «Interactive Historical Vignette» (IHV) alle scoperte della chimica.

Proposto per la prima volta da Wandersee (WANDERSEE 1990), questo metodo è stato testato in diverse scuole americane. Tradotto letteralmente in *aneddotico storico interattivo*, il metodo IHV, predisposto in numerosi *step*, ha l'obiettivo di presentare la storia della chimica in forma coinvolgente.

Il metodo prevede una *ricerca storica da parte dell'insegnante* di alcuni aspetti problematici attorno ad alcune importanti scoperte.

La parte centrale del metodo prevede la **realizzazione di una drammatizzazione**, anche attraverso un ipotetico dialogo tra scienziati protagonisti della storia, che metta in evidenza una serie di punti critici/problematici riguardanti un certo fenomeno. Lo scopo è quello di suscitare negli allievi una discussione che si estenda ad alcuni aspetti sulla natura della chimica.

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

- E' un metodo molto strutturato che richiede una preparazione attenta da parte dell'insegnante ed ha diversi step:
 - 1) Ricerca e lettura di fonti relative alla storia di una scoperta o teoria,
 - 2) Analisi di queste fonti alla ricerca dell'elemento che può aver scaturito la riflessione o l'interesse da parte degli scienziati a risolvere un problema o analizzare un fenomeno,
 - 3) Scegliere in una lista di attributi considerati significativi dal punto di vista della natura della chimica (i.e. atteggiamento scettico, empirismo, determinismo, precisione, sete di conoscenza, attenzione alla misura e alla riproducibilità, empatia, attenzione alle conoscenze già note, ...), quello o quelli prevalenti nella storia scelta,
 - 4) Scrivere l'*aneddoto storico interattivo*, seguendo lo schema di:
 - Breve introduzione degli scienziati protagonisti della storia,
 - Descrizione del contesto conoscitivo della scoperta e dell'aspetto critico/problematico,
 - Presentazione delle possibili soluzioni e/o ipotesi;
 - Risoluzione del problema e definizione dell'asserzione condivisa dagli scienziati,

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

- 5) Scrittura di una conversazione / drammatizzazione di 5/10 minuti,
- 6) Presentazione agli studenti dei primi tre punti dell'*aneddoto storico interattivo*,
- 7) Discussione degli studenti su come può essersi conclusa la storia, con la proposta da parte degli studenti di possibili soluzioni al problema o interpretazioni del fenomeno o tesi confermata,
- 8) Presentazione da parte dell'insegnante del punto 4 dell'*aneddoto storico interattivo* (il finale della storia),
- 9) Discussione di gruppo sulle implicazioni di questa storia sulla natura della conoscenza chimica, seguendo una lista di domande preparate in precedenza dall'insegnante che dovrebbero stimolare la riflessione nei ragazzi,
- 10) Proseguimento di questo approccio, con la presentazione di un nuovo *aneddoto storico interattivo*.

James H. Wandersee - Phyllis Baudoin Griffard 2002

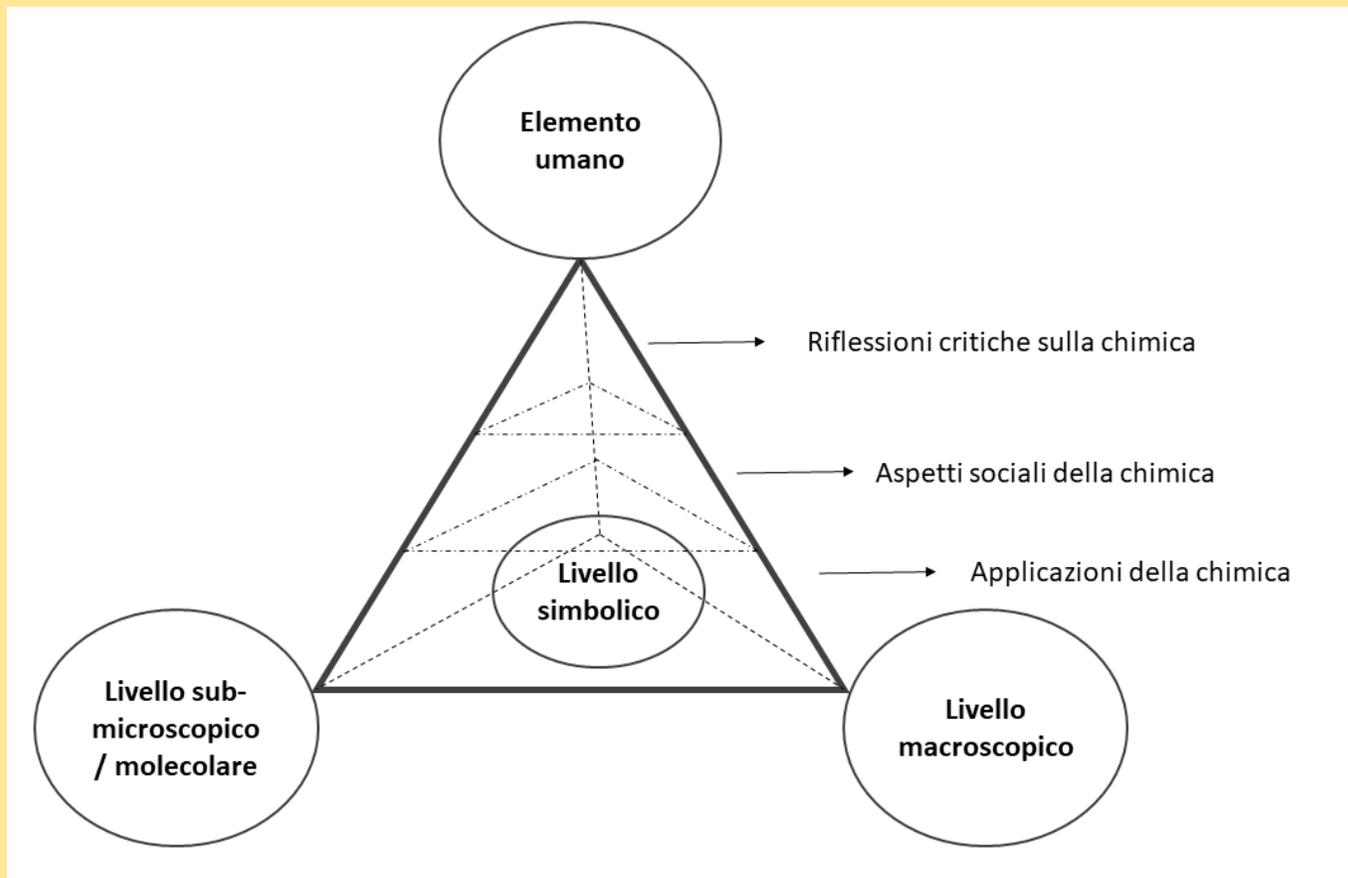
Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

3 *L'approccio umanistico/storico nella didattica della chimica.*

Un ulteriore approccio è quello che cerca di mettere al centro della storia, intesa come narrazione, le vicende umane oltre che scientifiche ed intellettuali degli scienziati. Esso ha lo scopo di sottolineare l'aspetto umanistico della chimica, come descritto dai modelli di Mahaffy (MAHAFFY 2006) e di Sjöström (SJÖSTRÖM 2013), stimolando la riflessione critica sulle implicazioni sociali, politiche, etiche delle varie scoperte.

Argomenti a parte che riguardano la Storia della Chimica del Novecento.

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica



- L' «**elemento umano**»:

Il modello «tetraedrico» modificato da Sjöström contiene i diversi livelli di complessità degli aspetti umanistici nella chimica.

Jesper Sjöström, in «Science & Education», 2013, vol. 22, pp. 1873-1890.

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

- **LIVELLO 0:** Corrisponde alla base del tetraedro e contempla quindi la tripletta di aspetti disciplinari individuati da Johnstone. E' definito da Sjöström livello della «chimica pura». La chimica insegnata secondo il livello 0 è decontestualizzata e astratta, senza riferimenti storici ed epistemologici, molto centrata sulla visualizzazione e sull'uso dei modelli e delle rappresentazioni.
- **LIVELLO 1:** è il livello della «chimica applicata» secondo la definizione data da Sjöström. Questo livello di insegnamento include esempi di applicazioni della chimica alla vita di ogni giorno e alla società, in maniera non problematica, finalizzata a supportare una tesi, senza includere implicazioni sociali, economiche e umane. A questo livello, anche la storia della chimica viene introdotta a livello aneddótico, senza favorire l'approfondimento e la riflessione da parte degli studenti.

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

- **LIVELLO 2:** è un livello con maggiore complessità della dimensione umanistica, definito da Sjöström livello della «*socio-chimica*». L'insegnamento della chimica è a questo livello focalizzato sull' **interfaccia tra chimica, altre scienze, tecnologia, società e ambiente**. L'uso della storia della chimica è finalizzato a spiegare la genesi e lo sviluppo dei concetti della chimica, con approfondimenti epistemologici. Questo livello tende a presentare la chimica in modo problematico, abituando gli studenti a valutare costi, benefici, rischi, a utilizzare i modelli e le idee per risolvere problemi reali.

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

LIVELLO 3: è il livello dell'insegnamento della «*chimica critica-riflessiva*». Questo è il livello di maggiore complessità che aspira a stimolare la riflessione sulla chimica e sul suo ruolo nella società. E' a questo livello che si sviluppa la coscienza critica e che si raggiunge il più alto grado di riflessione sulla chimica e anche su aspetti etici e sull'apprendimento. L'analisi critica della chimica comprende anche la riflessione sui concetti di «***tecnoscienza***» e in particolare di «***tecnochimica***», che richiamano esplicitamente le implicazioni sociali, economiche e politiche delle scoperte scientifiche.

Il livello 3 è anche il più difficile per gli insegnanti, perché come scrive Thomas:

«*Developing critical thinking in learners requires learning by the teachers, not only to support the learners, but to become critical teachers*» (Sviluppare il pensiero critico nei discenti richiede lo sforzo di apprendere anche da parte degli insegnanti, non solo per sostenere gli studenti, ma per diventare maestri critici).

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

TECNOCHIMICA e TECNOSCIENZA:

Il concetto di tecnochimica è stato coniato e spiegato per la prima volta da **Chamizo** (CHAMIZO 2013) in analogia al termine più generale di tecnoscienza. *Il termine tecnoscienza è legato al cambiamento della scienza avvenuto nel corso del secolo scorso e deriva dal legame sempre più stretto tra conoscenza scientifica e applicazioni tecnologiche, produzione di nuove tecnologie e strumenti, spesso con un immediato impatto sulla società.* Questo cambiamento ha riguardato anche la chimica, che come è noto, è l'unica scienza a cui corrisponde una industria che ha inglobato il termine «chimica» nel suo nome: l'«industria chimica».

Il concetto di tecnochimica implica inoltre ***un avvicinamento tra ricerca chimica di base e applicazioni dei risultati della ricerca in chimica.*** Secondo questa visione, non esiste più la ricerca pura, immacolata e disinteressata, perché non è possibile per un ricercatore non tener conto delle implicazioni, delle applicazioni e degli usi che altri possono fare dei risultati delle proprie ricerche. Una conseguenza di questa visione è l'aver portato le problematiche etiche all'interno della chimica e della scienza in generale (VILLANI 2008).

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

Esempio di sviluppo del modello tetraedrico tenendo conto delle «**dieci sfaccettature della conoscenza della chimica**» che ne caratterizzano l'insegnamento (TALANQUER 2013):

1. Questioni essenziali;
2. Grandi idee;
3. Concetti trasversali ad altre scienze;
4. Dimensione concettuale;
5. Diversi tipi di conoscenza;
6. Diverse scale (dal macroscopico al submicroscopico);
7. Modi di ragionamento;
8. Diversi contesti;
9. Prospettiva storica;
10. Considerazioni epistemologiche.

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

Dieci facce / livelli della conoscenza chimica	Livello 0 (chimica pura)	Livello 1 (chimica applicata)	Livello 2 (socio-chimica)	Livello 3 (chimica critica-riflessiva)
Questioni essenziali	Che tipo di sostanza è questa? Che materiale è?	Come possiamo progettare un nuovo farmaco o un nuovo materiale?	Come sono cambiate nella storia le idee sul concetto di atomo?	Quali fattori influenzano la scelta di un combustibile fossile o di un altro tipo di combustibile?

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

Grandi idee	La natura della materia è atomica/molecolare	I motori a combustibile producono gas serra	La chimica verde cerca di utilizzare meno energia e produrre meno rifiuti	L'industria chimica ha generato più rischi e più benefici di qualsiasi altro settore
Concetti trasversali	Il concetto di legame	L'inquinamento	Legame tra struttura molecolare / proprietà macroscopiche / energia	La percezione della chimica e delle scienze è diversa tra pubblico generico e scienziati
Dimensione concettuale	Legame tra struttura molecolare e composizione chimica	Variazioni della struttura molecolare in funzione delle proprietà che si vogliono ottenere in un nuovo farmaco	Come la chimica verde propone processi meno energetici e come li valuta?	Aspetti problematici (costi / benefici) nella produzione di un nuovo prodotto in termini energetici e di impatto sull'ambiente
Tipi di conoscenza	Rappresentazioni simboliche: le formule di struttura di un acido	Relazione formula di struttura di un acido e sui proprietà macroscopiche	Scelta di una rappresentazione rispetto ad un'altra per evidenziare una particolare proprietà di un composto chimico	Riflessioni sull'importanza della visualizzazione e della scelta di rappresentazioni diverse per l'apprendimento

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

Scale dimensionali	Spiegazione di una reazione a livello submicroscopico	Spiegazione di una reazione cercando la relazione tra livello submicroscopico e macroscopico	Spiegazione di una reazione a vari livelli e implicazioni tecnologiche e ambientali	Riflessione su aspetti didattici legati alla descrizione di una reazione usando diversi modelli su scale dimensionali diverse
Modi di ragionare	Affronta la chimica per casi di studio / esempi	Affronta la chimica dando risalto ai modelli	Affronta la chimica dando risalto all'aspetto problematico / ai diversi contesti	Affronta la chimica dando risalto all'aspetto problematico / alle implicazioni etiche
Diversi contesti	Generalmente non affrontati	Affrontati in modo isolato	Vengono affrontati soprattutto contesti sociali / storici	Vengono affrontati vari contesti, globali e sociali, con una modalità critica e riflessiva
Prospettiva storica	Generalmente non affrontata	Affrontata solo in modo aneddótico	Affrontata evidenziando l'evoluzione dei concetti e delle idee (natura della chimica)	Affrontata sia per evidenziare l'evoluzione del pensiero, ma anche per favorire la riflessione su problemi attuali
Considerazioni filosofiche	Generalmente non affrontate	Generalmente non affrontate	Viene trattata a fondo la natura dei concetti, valutando anche aspetti etici e morali della chimica	Vengono affrontati la natura dei concetti, aspetti etici e morali, riflessioni sulle decisioni da prendere e sulle azioni da fare

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

4

L'importanza dei «piccoli» scienziati nella narrazione della chimica.

Questo approccio è stato proposto di recente dall'epistemologo Eric Scerri e si collega alla necessità di introdurre nell'insegnamento della chimica la **narrazione** nell'ottica di Jerome Bruner (BRUNER 1997).

Secondo lo psicologo **Jerome Bruner**, esistono due forme del pensiero scientifico: il pensiero logico-scientifico e il pensiero narrativo. Per narrazione qui intendiamo non solo la sequenza di azioni cognitive «formulazione delle ipotesi, verifica, correzione e riordino delle idee», ovvero la ricerca di anomalie, la formulazione di idee alternative, la risoluzione dei problemi attingendo all'inventiva, ma la possibilità di ricostruire la conoscenza di un concetto o di un fenomeno scientifico grazie alle storie degli uomini che hanno contribuito alla loro comprensione, anche attraverso ipotesi poi dimostrate errate ed esperimenti non sempre risolutivi.

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

La narrazione implica, infatti, il racconto dell'evoluzione delle scoperte scientifiche attraverso il lato umano degli scienziati e dei ricercatori che hanno contribuito all'avanzamento della chimica.

Secondo Eric Scerri, il ***racconto della storia della scienza*** attraverso i ***contributi minori*** ha anche altre funzioni: oltre a contribuire ad una visione della scienza più vicina alla realtà, ovvero non lineare, dinamica e complessa, parlare dei «piccoli» scienziati ha un valore educativo nei confronti degli studenti, come incoraggiamento ad intraprendere un cammino nella scienza, perché la scienza è un'impresa collettiva e non un lavoro di singoli personaggi. Inoltre, consente di evitare l'associazione dei concetti della chimica ad un solo scienziato, perché questo nella maggior parte dei casi non corrisponde alla realtà delle cose.

Su questo materiale a parte sul testo di Eric Scerri sulle scoperte di alcuni elementi chimici.

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

5

L'approccio sistemico/storico alle grandi scoperte del Novecento e dei nostri giorni.

La storia della chimica del Novecento e dei nostri giorni è strettamente intrecciata ad altri aspetti della società e non è slegato dalle altre scienze. La chimica è oggi ritenuta una *scienza trasversale*, perché essenziale per altre discipline scientifiche, come la nanotecnologia, le biotecnologie e le nuove pratiche della biologia molecolare, le scienze dei materiali e persino alcuni settori della medicina. L'approccio sistemico/storico è finalizzato a far emergere le relazioni complesse tra varie discipline, mettendo in evidenza, ove possibile, la centralità della chimica. Alcune scoperte scientifiche e alcuni momenti della storia della scienza del XX secolo fino ai giorni nostri si prestano particolarmente bene alla trattazione sistemica.

Materiale a parte sulla Storia della Chimica del Novecento.

Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica

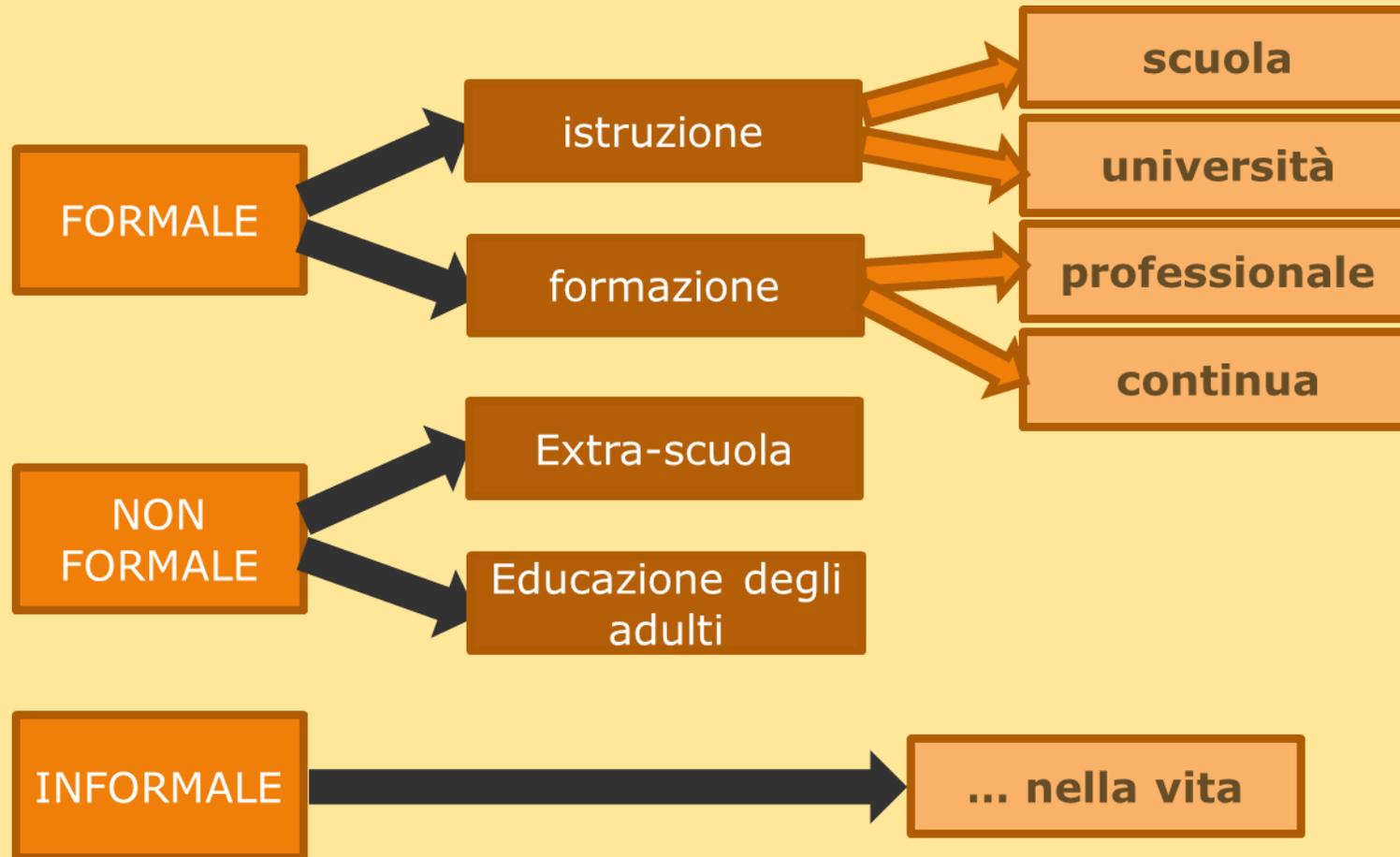
6

Approccio storico nell'ambito museale.

Il ruolo degli ambiti e la didattica negli ambiti non formali e informali



Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica



Approcci storico-epistemologici all'insegnamento della chimica



"I musei di chimica in Italia", Valentina Domenici, in ***"La scienza in mostra"*** di Paola Rodari e Matteo Merzagora, Bruno Mondadori Editore, pp. 130, **2007**.

"I musei di Chimica in Italia e l'immagine della chimica", V. Domenici, *La Chimica nella Scuola*, vol. III, 156-171, **2008**.

"The role of Chemistry Museums in Chemical Education for the students and the general public: Italy, a case of study", V. Domenici, *Journal of Chemical Education*, 85, 1365-1369, **2008**.

La Chimica nei Musei Scientifici e i Musei di Chimica, Domenici & Campanella, Roma: **2014** (Casa Editrice La Sapienza).

Il museo di chimica (ma anche una collezione di strumenti scientifici o una vetrina all'interno di una scuola!) ha un grande valore didattico che può essere sfruttato dagli insegnanti...

Riferimenti

- **James H. Wandersee - Phyllis boudoin Griffard**, *The history of chemistry: potential and actual contributions to chemical education*, in *Chemical Education: towards research-based practice*, a cura di John K. Gilbert, Onno De Jong, Rosaria Justi, David F. Treagust, Jan H. Van Driel, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002.
- **Giovanni Villani**, *Complesso e organizzato. Sistemi strutturati in fisica, chimica, biologia ed oltre*, FrancoAngeli, Roma, 2008.
- **Leonello Paoloni**, *Le trame concettuali della Chimica*, in *Le trame concettuali delle discipline scientifiche*, a cura di Giulio Cortini, La Nuova Italia, Firenze, 1987.
- **Jonathan Osborne**, *Science without literacy: A ship without a sail?*, in «Cambridge Journal of Education», 2002, vol. 32, pp. 203-215.
- **Peter Mahaffy**, *Moving Chemistry Education in 3D: a tetrahedral metaphor for understanding chemistry*, in «Journal of Chemical Education», 2006, vol. 83, pp. 49-55.
- **Carlo Fiorentini - Eleonora Aquilini - Domenica Colombi - Antonio Testoni**, *Leggere oltre le apparenze. Per una didattica dei concetti fondamentali della chimica*, Armando Editore, Roma, 2007.
- **Sibel Erduran - Eric Scerri**, *The nature of chemical knowledge and chemical education*, in *Chemical Education: towards research-based practice*, a cura di John K. Gilbert, Onno De Jong, Rosaria Justi, David F. Treagust, Jan H. Van Driel, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2002.
- **Luigi Cerruti**, *Bella e potente. La chimica dagli inizi del Novecento ai giorni nostri*, Editori Riuniti, Roma, 2016.
- **Valentina Domenici**, *Insegnare e Apprendere Chimica*, Mondadori, Milano, 2018.