

I concetti della Chimica

VALENTINA DOMENICI

Quali sono gli aspetti caratterizzanti la scienza Chimica?

**Lezione quarta – Anno accademico 2021-2022
«Storia della chimica ed elementi di didattica»**

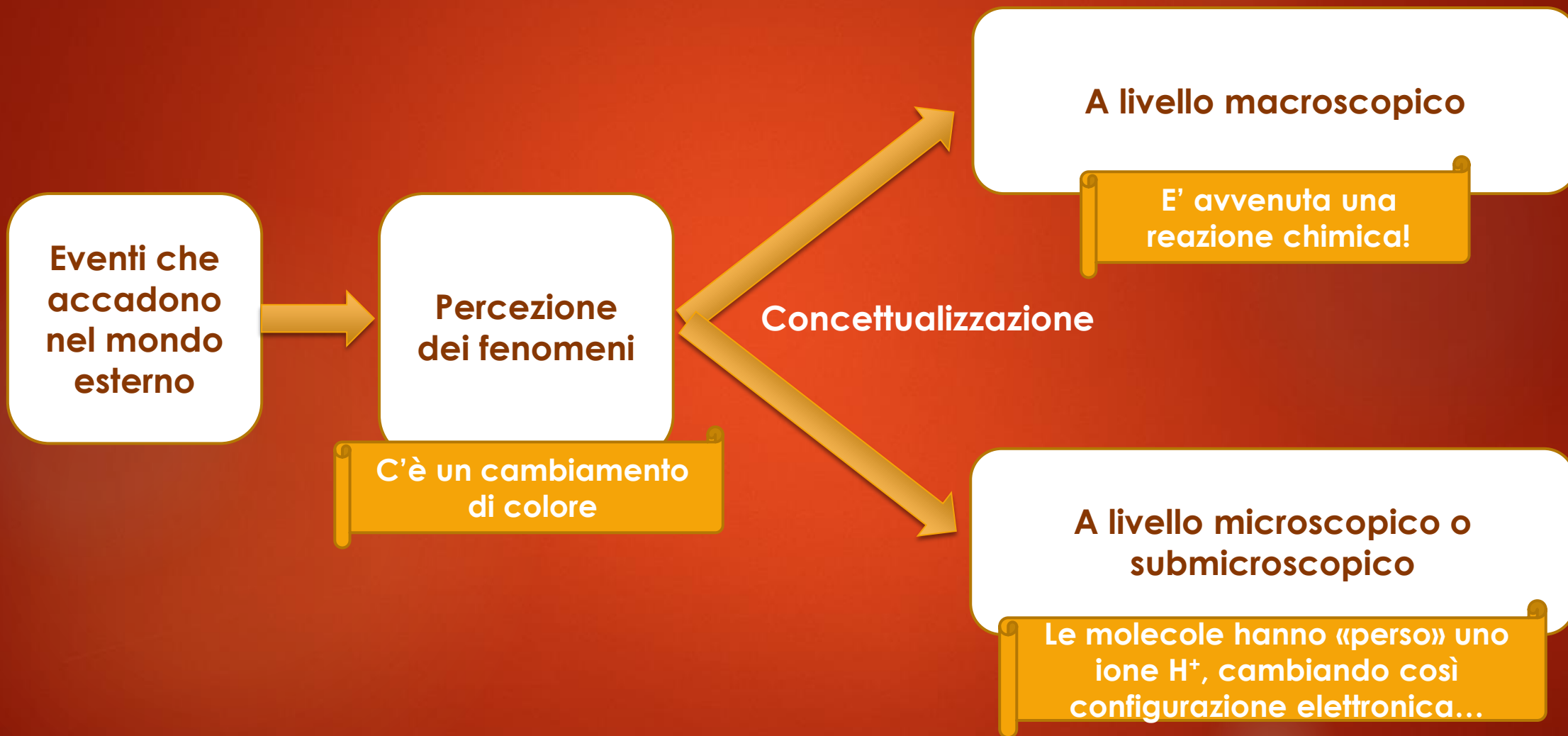
Valentina Domenici – Lezione n. 5

Brainstorming: cosa caratterizza la chimica? Cosa è la chimica?

▶ Cosa caratterizza la Chimica?

▶ Cosa è la Chimica?

La natura dei concetti chimici:



La natura dei concetti:

- Secondo molti, i **CONCETTI** sono delle entità mentali (es. Gilbert e Watts), tuttavia, soprattutto nell'insegnamento, si fa riferimento ad una **CONOSCENZA CANONICA**, che sarebbe la conoscenza «attuale» comunemente accettata dalla Società.
- Questa idea di CONOSCENZA CANONICA tuttavia non si identifica con la conoscenza che si può trovare nei libri, perché in ogni caso i libri riflettono una «rappresentazione (imperfetta e incompleta) della realtà filtrata da chi ha scritto i libri».
- Si preferisce quindi associare alla CONOSCENZA CANONICA, l'insieme di conoscenze condivise dalla **comunità scientifica** (quindi si tratta sempre di entità mentali, ma di tante menti!)
- Rifacendosi ad un'idea filosofica (Platonica) la CONOSCENZA CANONICA potrebbe corrispondere al «**mondo n. 3**», cioè un mondo che esiste, ma che non è facilmente accessibile. (Il mondo n. 1 è quello del mondo materiale, il mondo n. 2 è quello delle esperienze soggettive. Il mondo n. 3 è, per Platone, il mondo delle idee).

J.K. Gilbert, D.M. Watts. *Stud. Sci. Educ.*, **10**, 61-98, (1983).

Analisi di alcuni aspetti associati ai concetti in Chimica

▶ I CONCETTI DELLA CHIMICA SONO **INTEGRATI**

«Concepts do not lie in the child's mind like peas in a bag, without any bond between them. If that were the case, no intellectual operation requiring coordination of thoughts would be possible, nor would any general conception of the world. Not even separate concepts as such could exist; their very nature presupposes a system» (**Vygotsky**)

L.S. Vygotsky. *Thought and Language*, **MIT Press**, (1986).

Concetti integrati

- ▶ Prendiamo, ad esempio, il concetto di **acido** in chimica.
- ▶ Nel sapere scientifico canonico il concetto di acido ha innanzi tutto varie definizioni, introdotte in tempi diversi da scienziati diversi, in riferimento a sostanze chimiche diverse in diversi sistemi.
- ▶ Quindi è molto difficile trovarne una descrizione unitaria e assoluta che possa tener conto di questa discreta variabilità!
- ▶ ***Ammesso di riuscire a dare una definizione soddisfacente del concetto di acido, non ci riusciremmo senza collegare questo concetto ad altri concetti, come ad esempio a quello di sostanza, soluzione, ione, legame, ...***
- ▶ Questo significa che il concetto di acido non esiste da solo, ma in relazione con altri concetti.

Analisi di alcuni aspetti associati ai concetti in Chimica

► I CONCETTI DELLA CHIMICA SONO **COERENTI**

Nella costruzione delle mappe dei concetti scientifici, anche in quelli che riguardano la conoscenza dei singoli individui, c'è sempre una ricerca della **coerenza**.

A livello di scienza canonica, le leggi e le teorie scientifiche cercano di unificare e spiegare più fenomeni in modo coerente.

Questo è particolarmente evidente in alcune discipline come nella fisica, ma si ritrova anche nella chimica.

Analisi di alcuni aspetti associati ai concetti in Chimica

► I CONCETTI DELLA CHIMICA UTILIZZANO DEI **MODELLI**

Nel caso della conoscenza chimica, ad esempio, per descrivere i concetti, come essi sono legati e organizzati, ovvero per descrivere la struttura dei concetti, si fa un uso massiccio dei «**modelli**», o rappresentazioni.

Inoltre, modelli diversi possono essere utilizzati per descrivere uno stesso concetto.

Da un punto di vista didattico occorre sempre far capire che i modelli sono funzionali a mettere in evidenza una sfaccettatura di un fenomeno o di un'idea. I modelli non sono una descrizione esatta della realtà.

Aspetti caratterizzanti la chimica

La chimica e la sua autonomia come scienza

Il rapporto tra la chimica e le altre discipline

Analisi di alcuni aspetti associati ai concetti in Chimica

- ▶ **LA CHIMICA è una SCIENZA AUTONOMA?**

Analisi di alcuni aspetti associati ai concetti in Chimica

► LA CHIMICA è una SCIENZA AUTONOMA?

Il tema del RIDUZIONISMO

«Dal punto di vista della scienza positivista, la chimica è stata vista come riducibile alla meccanica quantistica e per questo tutte le attenzioni epistemologiche sono state spostate su questa branca della fisica, piuttosto che concentrarsi sulla chimica. La possibilità di ridurre una scienza ad un'altra è un argomento molto dibattuto e controverso, che non riguarda solo la chimica, ma, ad esempio, tocca anche la biologia, che secondo principi analoghi può essere, secondo alcuni, ridotta alla chimica». (DOMENICI, 2018)

«Non è possibile ridurre la chimica alla fisica da un punto di vista concettuale per la natura stessa dei concetti chimici» (SCERRI - MCINTYRE 1997).

Analisi di alcuni aspetti associati ai concetti in Chimica

► I concetti della chimica...

«I concetti nella chimica, infatti, tendono a spiegare proprietà qualitative della materia, piuttosto che aspetti quantitativi, mentre i concetti nella fisica sono tutti **matematizzabili**. Nonostante, infatti, contenga anche concetti quantitativi, come la molarità o la costante di equilibrio, per fare due semplici esempi, la chimica ha molti concetti che non sono matematizzabili e che sono di tipo «**classificatorio**». Concetti classificatori sono, ad esempio: acido, base, sale, elemento, sostanza semplice, anidride, ossido, ... La chimica tende a classificare le sostanze, naturali e artificiali che siano, in modo analogo a come la biologia tende a classificare gli organismi viventi.»

V. Domenici. Apprendere e insegnare chimica, in stampa.

Analisi di alcuni aspetti associati ai concetti in Chimica

► Considerazione contro la visione riduzionista

Una sostanza chimica a livello macroscopico può essere vista come un sistema formato da un grande numero di entità unitarie, le molecole o gli atomi di cui è composto.

Se valesse il principio riduzionista, le proprietà del sistema «**sostanza chimica**» e le proprietà dei suoi costituenti dovrebbero essere le stesse, ma questo non è vero. Basta fare un semplice esempio per capire meglio il significato di questa idea.

Le proprietà di un sale, come il cloruro di sodio, NaCl, ovvero la sua solubilità in acqua, la durezza o il carattere igroscopico dei cristalli di sale, non sono riducibili alle proprietà dei singoli ioni di cui è costituito, ovvero gli ioni di sodio, Na⁺, e gli ioni cloruro, Cl⁻.

Analisi di alcuni aspetti associati ai concetti in Chimica

► Chimica, una scienza sistemica.

L'oggetto della chimica è una **realtà molto complessa**, che contrasta con il paradigma della semplicità imposto dal positivismo e dall'ottica riduzionista (VILLANI 2008).

Secondo **Giovanni Villani**, che ha dedicato molta della sua attività di ricerca a tali questioni, «la chimica è una scienza della complessità sistemica *ante litteram*» (VILLANI 2010).

Se nel caso della **biologia**, la natura sistemica è piuttosto evidente e accettata, questo non è così scontato nel caso della chimica. Nella biologia, infatti, sappiamo che se scomponiamo l'essere vivente nelle sue parti, ad esempio nei suoi organi, questi da soli non solo perdono le proprietà dell'essere vivente nella sua interezza, ma addirittura perdono la «vita».

Nella **chimica** accade qualcosa di analogo.

Fate degli esempi...

Analisi di alcuni aspetti associati ai concetti in Chimica

► **Chimica, una scienza sistemica.**

«Da sempre l'approccio scientifico al mondo è stato quello analitico: spezzettarlo per analizzarlo e poi concettualmente ricostruirlo, ma così facendo la scienza ha sempre perso di vista l'organizzazione interna degli oggetti studiati, il loro essere sistema. La prospettiva analitica non va negata, ma integrata da una sistemica in cui le parti formano un tutto, un sistema globale. Solo considerando insieme queste due prospettive si ottiene una descrizione scientifica equilibrata della realtà e si rigetta il paradigma della semplicità in nome di una realtà diventata intimamente complessa»
(VILLANI 2008).

Analisi di alcuni aspetti associati ai concetti in Chimica

► Principio di sopravvenienza.

E' un principio che mette in evidenza una asimmetria.

Immaginiamo di costruire **due sistemi macroscopici** a partire dai loro costituenti microscopici, in modo del tutto identico.

Questi due sistemi avranno le stesse identiche proprietà macroscopiche.

L'asimmetria consiste nel fatto che è possibile trovare due sistemi con proprietà macroscopiche identiche aventi, però, una differente composizione a livello microscopico.

(PAPINEAU 1993)

Analisi di alcuni aspetti associati ai concetti in Chimica

► Le «leggi» in Chimica

Che differenza c'è tra la «legge di gravitazione» di Newton e la periodicità della tavola periodica («legge di Mendeleev»)?

Il fatto che non esista una formula matematica in grado di rappresentare la periodicità della tavola periodica è un limite della legge chimica rispetto ad una legge fisica oppure è un suo aspetto caratterizzante?

Analisi di alcuni aspetti associati ai concetti in Chimica

► Le «spiegazioni» in Chimica

Per spiegare molti concetti di chimica, come il legame, la struttura molecolare e le reazioni redox, si fa riferimento al concetto di orbitale e al trasferimento di elettroni da un orbitale ad un altro.

L'uso che il chimico fa di questi concetti è però funzionale ad un certo livello di spiegazione del fenomeno chimico, che dipende dal grado di approfondimento e dal livello degli allievi.

Non è necessario infatti che gli allievi abbiano una conoscenza delle basi quantistiche del concetto di orbitale, ma che sappiano utilizzarlo.

Secondo Scerri sussiste una distinzione di fondo tra l'aspetto ontologico del concetto di orbitale nella meccanica quantistica e l'aspetto esplicativo di questo concetto nella chimica.

Provate a costruire una mappa che
racchiuda questi concetti

Modelli,
Riduzionismo,
Sopravvenienza,
Sistemi complessi,
Fisica,
Leggi,
Complessità,
Rappresentazioni,
Linguaggio,
Scienze,
Classificatori,
Matematizzabili,
Non matematizzabili.

**CONCETTI
DELLA CHIMICA**

Aspetti caratterizzanti la chimica

La chimica e la sua autonomia come scienza

Il rapporto tra la chimica e le altre discipline

Per comprendere al meglio l'autonomia e l'identità della chimica, occorre far riferimento anche alle sue «*procedure conoscitive*» e allo stretto «*legame tra conoscenza chimica e produzione materiale*».

(LUIGI CERRUTI 2007)

L'autonomia della chimica

Secondo Cerruti è proprio ricorrendo alle procedure conoscitive e al legame tra chimica e produzione materiale, che è possibile dimostrare la non riducibilità della chimica alla fisica da un punto di vista ontologico.

Con procedure conoscitive si intende l'insieme dei metodi con cui la chimica produce la conoscenza: quale è l'oggetto della ricerca della chimica? Quali strumenti (ma anche metodi, tecniche, strumentazioni, procedure operative, linguaggi, ...) utilizza? Ogni disciplina scientifica, infatti, ha una sua struttura teorica e metodologica che deriva dall'evoluzione storica della disciplina stessa e delle sue interazioni con l'ambiente.

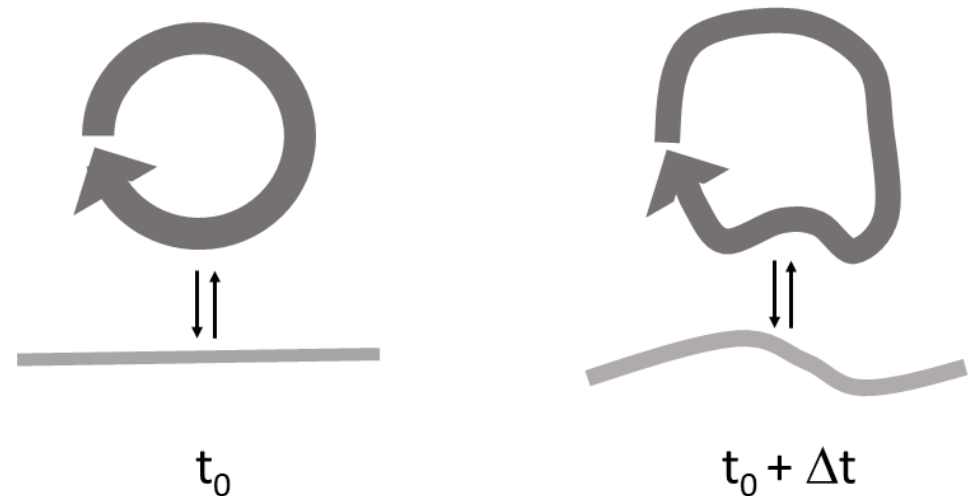
(LUIGI CERRUTI 2007)

Modello Autopoietico

Un organismo vivente è **autopoietico** se risponde ad una serie di criteri che descrivono il modo in cui è organizzato, come sono in relazione tutte le sue parti o componenti e come queste si mantengono e si autoproducono, assicurando così la vita dell'intero organismo.

Secondo questo modello, **ogni organismo vivente ha una sua struttura organica e si relaziona con l'esterno pur mantenendosi autonomo.**

(VARELA - MATURANA - URIBE 1974).



Modello Autopoietico

Tra i **criteri** più importanti che concorrono a definire una **scienza come una unità autopoietica** ricordiamo:

1. la presenza di demarcazioni/confini tra la scienza e l'ambiente in cui essa opera;
2. la presenza di unità o di componenti della scienza, tra cui esistono delle relazioni ben precise;
3. la compartecipazione di tutti questi componenti alla produzione della conoscenza chimica;
4. il mantenimento delle caratteristiche e delle proprietà della chimica, nonostante, nel tempo, l'interazione con l'ambiente esterno abbia prodotto cambiamenti interni ed evoluzioni della disciplina. **CERRUTI 2016**



Modello Autopoietico

- ▶ «La chimica è un sistema costituito dalla *conoscenza* acquisita nel campo; dagli *scienziati* che producono questa conoscenza; da *strumentazioni, impianti, istituzioni, ecc.* che permettono agli scienziati di compiere il loro lavoro conoscitivo e di riprodursi in quanto scienziati; da *documentazione* in cui viene depositata e conservata la conoscenza prodotta; da *mezzi specializzati di comunicazione, giornali, riviste, libri, ecc.,* che fanno circolare la conoscenza all'interno del sistema; dalle *sostanze e i materiali* che sono utilizzati/indagati/prodotti dai chimici». **CERRUTI 2016**

Altri aspetti caratterizzanti della Chimica

- 1) LE PRATICHE SPERIMENTALI
- 2) LA CREATIVITA'
- 3) LA FLESSIBILITA'
- 4) IL LINGUAGGIO

...

Riferimenti:

Luigi Cerruti, *Bella e potente. La chimica dagli inizi del Novecento ai giorni nostri*, Editori Riuniti, Roma, 2016.

Mario Bunge, *Is chemistry a branch of physics?*, in «Zeitschrift für Allgemeine Wissenschaftstheorie», 1982, vol. 13, pp. 209-223.

Sibel Erduran, *Phylosophy of chemistry: an emerging field with implications in chemical education*, in «Science and Education», 2001, vol. 10, pp. 581-593.

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.

Giovanni Villani, *Complesso e organizzato. Sistemi strutturati in fisica, chimica, biologia ed oltre*, FrancoAngeli, Roma, 2008.

VEDERE MAPPE CONCETTUALI in Valentina Domenici, *Apprendere e insegnare chimica*, Mondadori, 2018 (parte prima).