



*Strumenti storici  
per la didattica.*  
Valentina Domenici

2 marzo 2023

# Il ruolo della 'storia' nella didattica della chimica

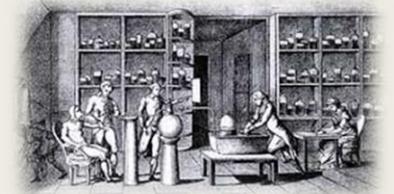
*«... dal punto di vista dell'insegnamento della chimica nella scuola italiana l'introduzione della storia della disciplina avrebbe potuto servire a modificare l'attuale condizione di marginalità, contribuendo a formare nel discente una cultura personale moderna, aperta alla considerazione di tutte le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

(Leonello PAOLONI 1984)



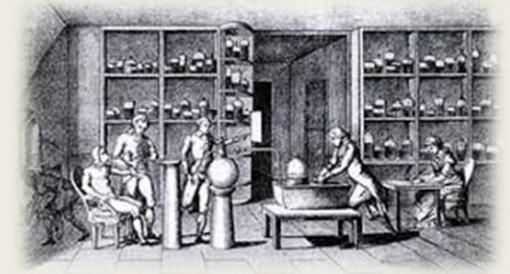
# Obiettivi dell'insegnamento della chimica attraverso la storia della chimica:

- 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.

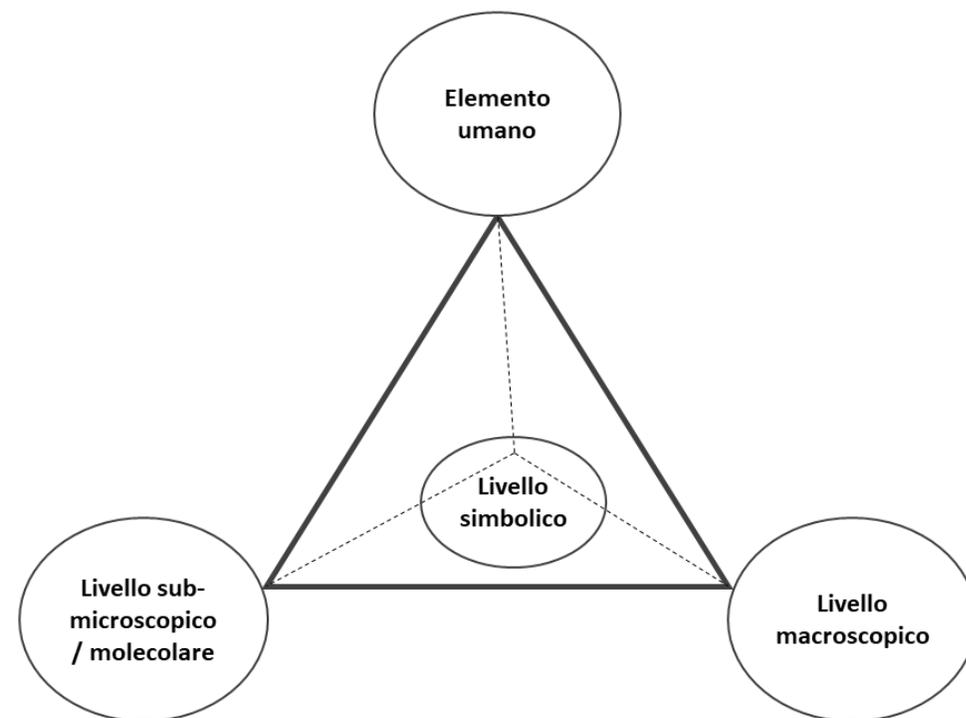


## Obiettivi più generali (psico-pedagogici):

- 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.

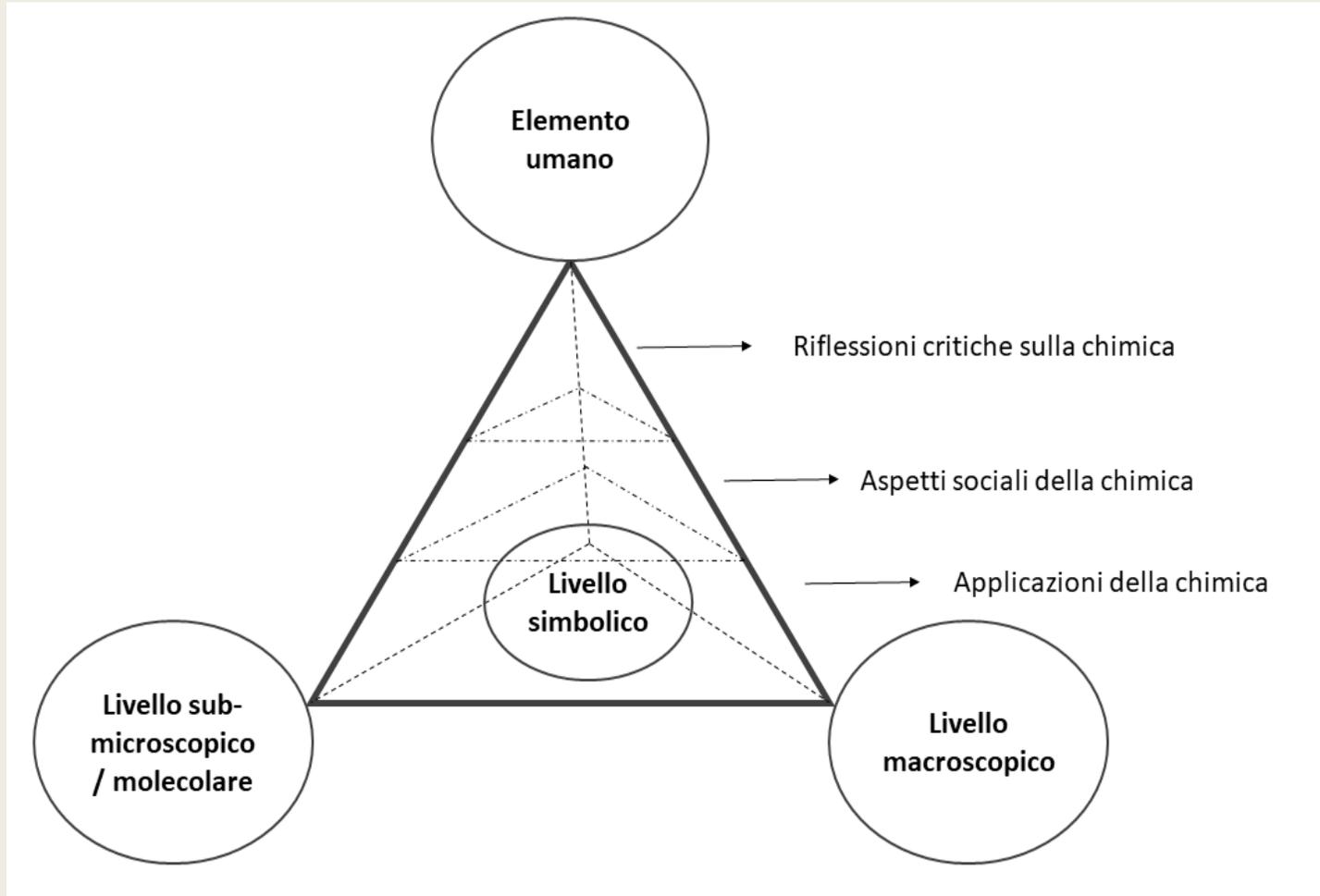


# Modelli di insegnamento della chimica di riferimento:



**Peter Mahaffy**, *Moving Chemistry Education in 3D: a tetrahedral metaphor for understanding chemistry*, in «Journal of Chemical Education», **2006**, vol. 83, pp. 49-55.

# Modelli di insegnamento della chimica di riferimento:



*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.*



# Il ruolo delle collezioni e dei musei scientifici



***“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 ruolo delle collezioni e dei musei scientifici



*I musei della scienza come 'contesti non formali' per l'apprendimento e il ruolo dei musei scientifici:*

- Educare
- Conservare e trasmettere il patrimonio storico
  - Incuriosire
- Favorire la partecipazione e l'apprendimento attivo
  - Comprendere l'evoluzione degli strumenti scientifici
- Comprendere l'evoluzione dei concetti scientifici
- Favorire l'utilizzo di metodi di insegnamento interattivi e più coinvolgenti

# Il ruolo delle collezioni e dei musei scientifici



# Alcuni esempi di attività svolte con gli studenti universitari

## ■ Caso di studio (I)

Progetto speciale per la didattica finanziato dall'Ateneo di Pisa:

*'Realizzazione di progetti di didattica con approccio STEM in ambito museale'*

Associato al corso:

*"Fondamenti e metodologie per l'insegnamento della chimica"*

(Cod. 319CC) (UNIFI 2019-2020)

## ■ Caso di studio (II)

Progetto speciale per la didattica finanziato dall'Ateneo di Pisa:

*'Spettroscopi storici versus spettroscopi home-made'*

Associato al corso:

*"Chimica Fisica e Laboratorio"*

(Cod. 122CC) (UNIFI 2020-2021)

# Caso di studio (I)

## Training of Future Chemistry Teachers by a Historical / STEAM Approach Starting from the Visit to an Historical Science Museum



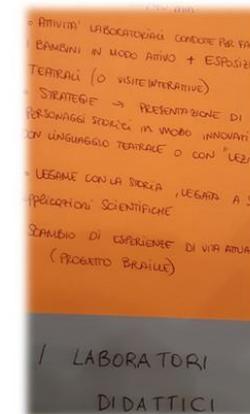
Visit at the Museum  
(1)



Selection of some topics related to the scientific and historical collection  
(2)



Design of laboratorial and educational activities  
(3)



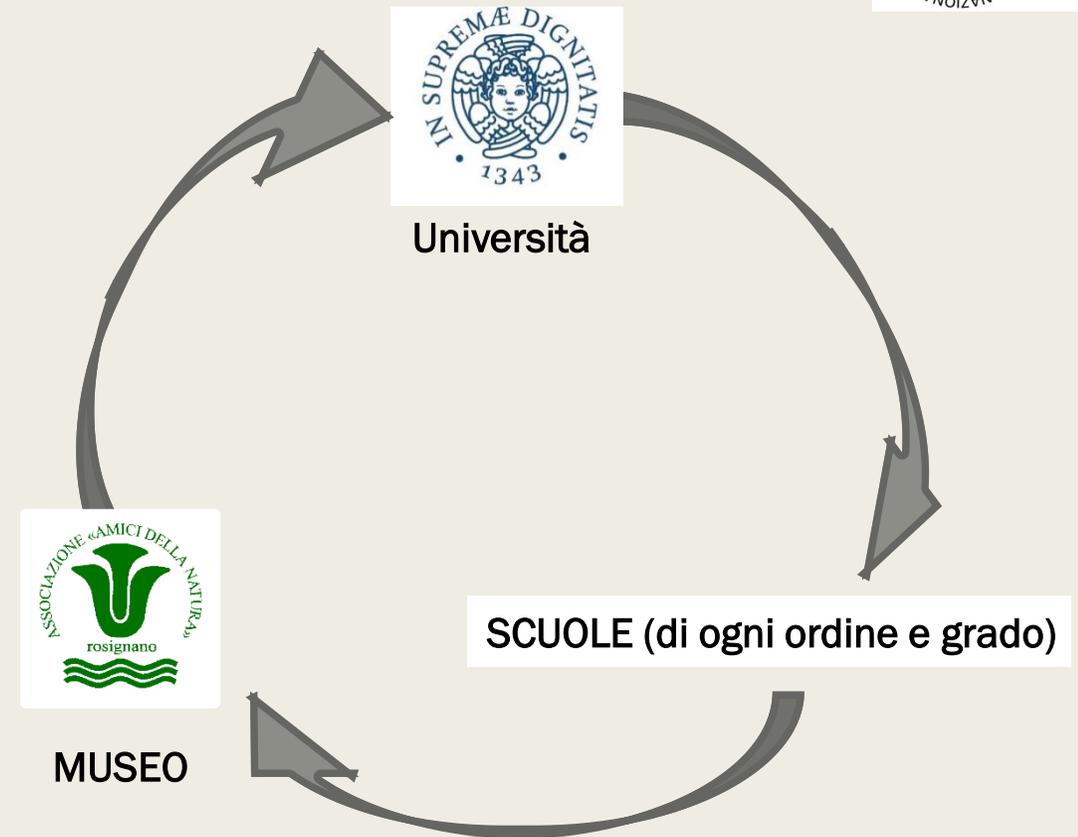
*Substantia*

An International Journal of the History of Chemistry

<https://riviste.fupress.net/index.php/subs/article/view/1755>

# Caso di studio (I)

*Metodologia didattica messa a punto negli anni e che fa riferimento ad un approccio integrato tra STEAM, apprendimento per progetti (project-based learning) e approccio storico in ambito museale.*



Domenici, V. (2022). **Progettazione di attività didattiche STEAM in ambito museale durante i due anni di pandemia Covid-19**. *Chimica Nella Scuola*, (2), 38–40. Link: <https://chimicanellascuola.it/index.php/cns/article/view/37>

# Caso di studio (I)

1

Incontro (online) con i curatori di un museo / lezione sui musei in collegamento con un museo

2

Brainstorming sui temi e argomenti emersi durante la lezione / discussione collettiva

3

Attività in classe (modalità mista) o in remoto sul progetto didattico da realizzare: selezione degli argomenti principali

4

Attività in classe (modalità mista) o in remoto sul progetto didattico da realizzare: progettazione delle attività didattiche da proporre in un contesto non formale



# Caso di studio (I)

5

Attività da svolgere in laboratorio a piccoli gruppi: preparazione di tutti i materiali necessari per l'attività didattica. (ad esempio: video didattici e pagine web interattive)



6

Attività da svolgere in laboratorio a piccoli gruppi: simulazione delle attività e dei laboratori didattici

7

Realizzazione dei laboratori didattici in remoto con classi in collegamento o famiglie con bambini.



8

Analisi dei feedback (es. analisi di questionari proposti a fine attività)

9

Conclusione del progetto e report finale. Discussione durante l'esame.

# Caso di studio (I)

Visita guidata e attività presso il MUSEO GALILEO di FIRENZE (ottobre 2019)



# Caso di studio (I)

Oggetti di valore storico associati alla scienza chimica presso il MUSEO GALILEO di FIRENZE



23 *Sferette per areometri*  
Anonimo  
Firenze, metà sec. XVII  
Inv. 721, 3738, 3739  
*Spheres for*

24 *Termometri cinquantigradi e centigrado*  
Anonimo  
Firenze, metà sec. XVII  
Inv. var.  
*Fifty- and hundred-degree thermometers*

25 *Palle d'oncia*  
Anonimo  
Firenze, metà sec. XVII  
Inv. var.  
*Sphere hydrometers*  
Anonymous  
Florence, mid-17<sup>th</sup> cent.

26 *Areometri*  
Anonimo  
Firenze, metà sec. XVII  
Inv. var.  
*Hydrometers*  
Anonymous  
Florence, mid-17<sup>th</sup> cent.

# Caso di studio (I)

## Domande guidate su:

- Oggetti e strumenti della collezione
- Uso dei testi, didascalie esplicative...
- Uso di altri supporti (media, interattivi)
- I laboratori didattici e gli spazi dedicati
- Accessibilità del museo / visitatori tipo

I LINGUAGGI E  
LA COMUNICAZIONE  
(ANCHE VISIVA)

- DIDASCALIE BREVI ED EFFICACI
- DOPPIA LINGUA (INGLESE, ITALIANO)
- OPERATORE MADRELINGUA
- LUGA E COLORI CHE METTONO IN RISALTO GLI OGGETTI
- OGGETTO NON FILTRATO
- DALLA TEORIA ALLA PRATICA (MODELLINI PER SPERIMENTARE)
- GUIDA VISTITA CHE FA ANCHE DIMOSTRAZIONE PRATICA
- SITO WEB E QR

- materiale dedicato alla sponsorizzazione delle attività laboratoriali del museo e delle iniziative interdisciplinari.

- materiale riguardante la spiegazione di concetti e avvenimenti, trattati in chiave fumettistica (e fiabesca) rivolti a un pubblico molto giovane.

\* Assenza di materiale cartaceo rivolto ad un pubblico adulto, che illustri la storia, l'organizzazione e i percorsi del museo.  
(es. mappa con didascalie)

MATERIALE  
CARTACEO

Dispositivi tecnologia in ogni stanza, senza audio ma con guide in inglese e italiano.

Il sito web italiano è sufficientemente poco sui dispositivi digitali mentre sui turisti stranieri ne sono più attenti. I contenuti sono più ricchi e contemporanei. I dispositivi nelle stanze sono interattivi e espliciti. Non sono interattivi perché creerebbero un affollamento eccessivo sul percorso.

Una stanza contiene molti dispositivi interattivi che utilizzano soprattutto l'attenzione dei più piccoli poiché mostrano fenomeni scientifici sotto forma di giochi.

Il museo ha un sito web che contiene tutte le informazioni relative ai progetti futuri e mostra tutte le attività (mostre, laboratori ecc...) che offre. Anche se il museo dispone di piattaforme social non c'è una figura di riferimento che si occupa del loro aggiornamento.

DIGITALE / STRUMENTI  
TECNOLOGICI

# Caso di studio (I)

Oggetti scelti dagli studenti per la loro successiva attività di programmazione didattica: i **termoscopi** e i **termometri** (alcuni oggetti di **vetreria particolari**)



# Caso di studio (I)

- Schede di lavoro utili alla progettazione delle attività didattiche:

**Argomento scientifico (e strumenti scientifici storici)**

**Target dell'attività didattica**

**Concetti e argomenti di chimica e di scienze correlati**

**Domande guidate / domande per favorire la curiosità negli studenti**

**Metodologie principali da utilizzare**

**Tempistiche**

**Aspetti didattici rilevanti o criticità**

**Principali obiettivi da raggiungere (conoscenze, competenze e abilità)**

# Caso di studio (I)

- Tre gruppi di lavoro:



## Gruppo 1

*I termoscopi. La storia dei termoscopi contenuti nel MUSEO GALILEO*

## Gruppo 2

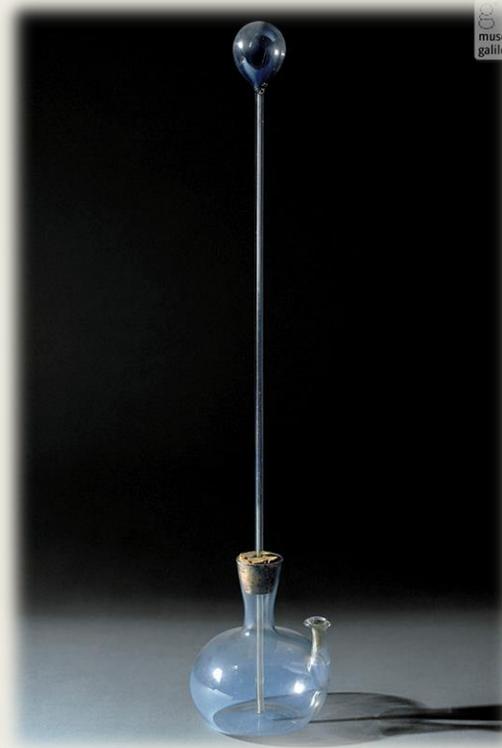
*Il 'termometro di Galileo': quale è la vera storia e i veri inventori?*

## Gruppo 3

*Dai termoscopi ai termometri: costruiamo un termometro*

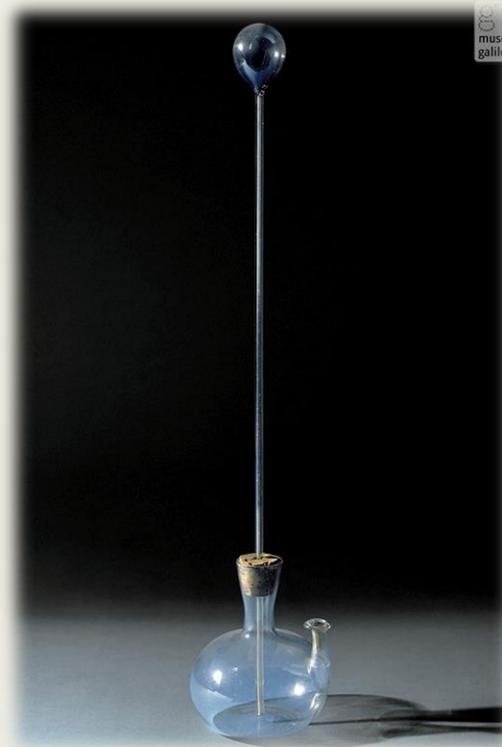


# Caso di studio (I)



*I ragazzi hanno realizzato il progetto didattico e hanno preparato tutti i materiali, facendo anche una simulazione in classe delle attività, ma a causa del COVID-19, non hanno potuto sperimentare con studenti delle scuole le loro attività.*

# Caso di studio (I)



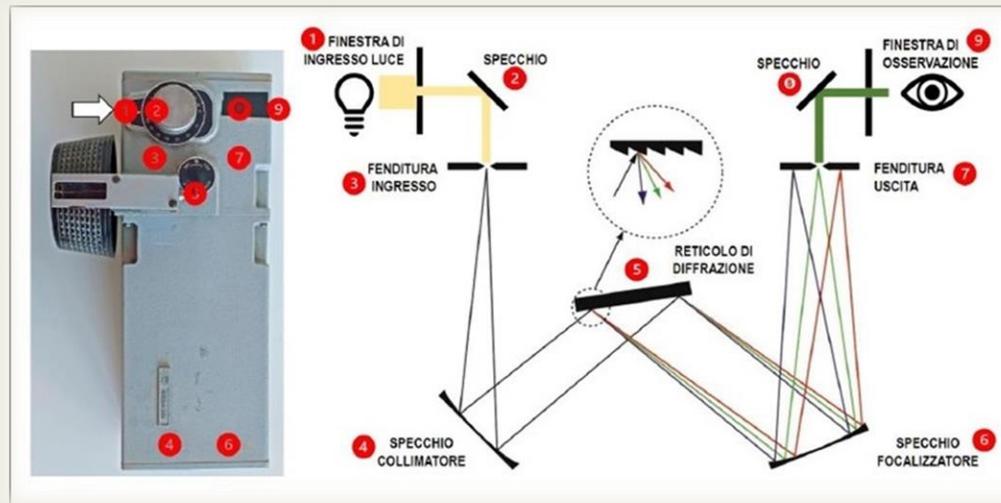
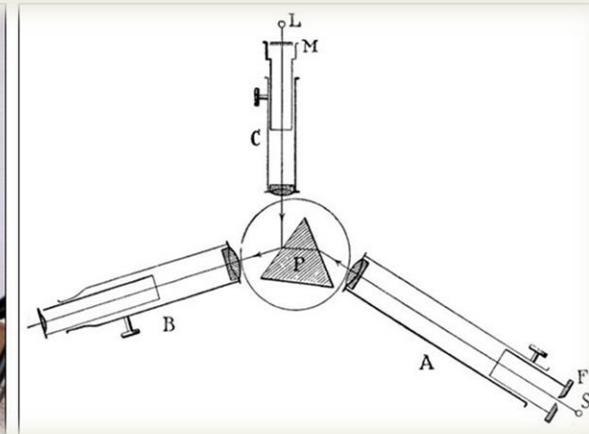
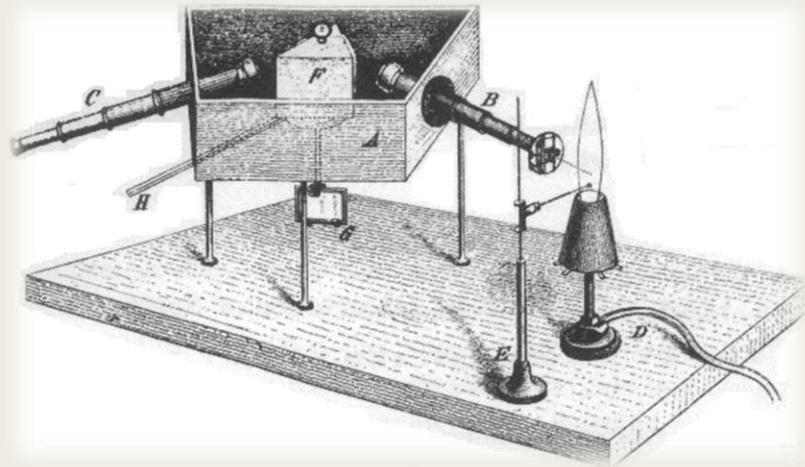
## *Considerazioni finali:*

*I ragazzi che hanno partecipato a questo progetto hanno superato l'esame con voto medio di 28.8 (totale di 15 studenti).*

*Dai questionari di valutazione il progetto è stato valutato con il massimo punteggio.*

<https://riviste.fupress.net/index.php/subs/article/view/1755>

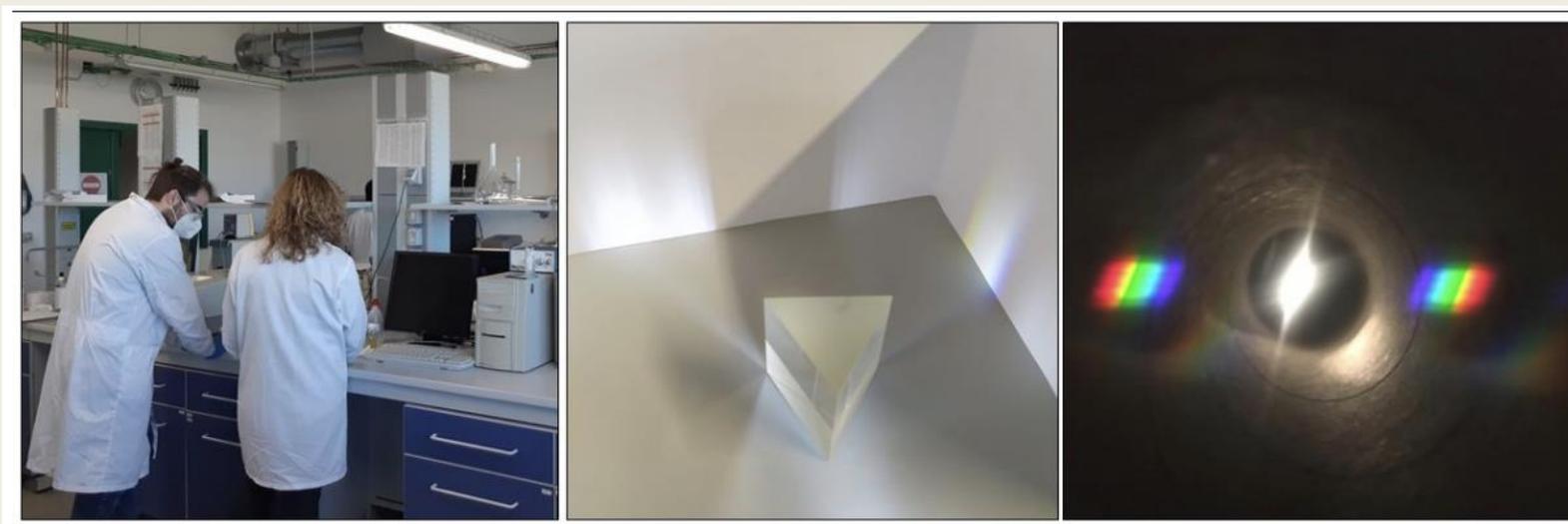
# Caso di studio (II)



# Caso di studio (II)

## Spettroscopi storici *versus* spettroscopi home-made

<https://smslab.dcci.unipi.it/versus-spettroscopi.html>



Questo **progetto** è stato finanziato nel **secondo semestre del 2021**, quando ancora le lezioni erano a distanza e i laboratori in presenza, ma ridotti. Sulla base dei risultati ho deciso di continuare a proporre queste attività anche negli anni seguenti incrementando la parte di **approccio storico**, in presenza.

# Caso di studio (II)

## PREMESSA

Il Corso di **CHIMICA FISICA E LABORATORIO** è un corso al secondo anno del Corso di Laurea triennale in **Chimica per l'Industria e per l'Ambiente** (*secondo semestre*) – 3 CFU (teoria) & 3 CFU (laboratorio). E' un corso percepito come molto difficile perché riguarda l'introduzione alla meccanica quantistica e tutta la teoria della spettroscopia.

Tra gli **obiettivi del corso**:

Conoscenza approfondita dei **fenomeni luminosi**.

Conoscenza degli **esperimenti fondamentali** e dei principi di base che hanno portato alla nascita della meccanica quantistica.

Conoscenza approfondita dei **principi chimico-fisici su cui si basano le diverse spettroscopie**.

Conoscenza della **strumentazione**, in tutte le sue componenti (UV-vis, IR, NMR).

# Caso di studio (II)

- **Approccio storico – sperimentale**
  - Riproduzione di esperimenti storici
  - Utilizzo di strumenti storici per fare attività pratiche – laboratoriali
  - Utilizzo di strumenti storici per migliorare la comprensione del funzionamento della strumentazione moderna

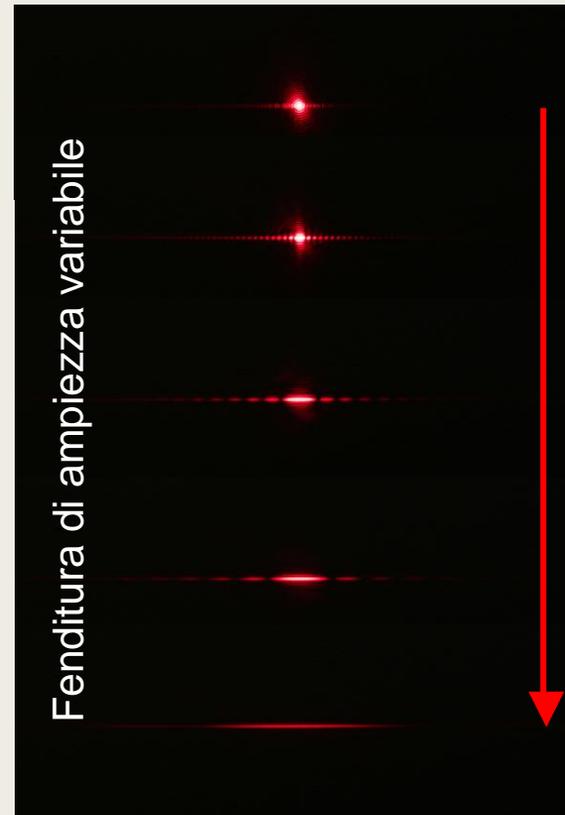
# Caso di studio (II)

- **Approccio storico – sperimentale**
- **Riproduzione di esperimenti storici**
- Utilizzo di strumenti storici per fare attività pratiche – laboratoriali
- Utilizzo di strumenti storici per migliorare la comprensione del funzionamento della strumentazione moderna



Si fanno anche con studenti delle scuole secondarie...

Es. tratto approfonditamente l'interferenza e la diffrazione, faccio riprodurre l'esperimento di Young e osservare la diffrazione di Fraunhofer in laboratorio (o in classe):



# Caso di studio (II)

- **Approccio storico – sperimentale**
  - **Riproduzione di esperimenti storici**
  - **Utilizzo di strumenti storici per fare attività pratiche – laboratoriali**
  - **Utilizzo di strumenti storici per migliorare la comprensione del funzionamento della strumentazione moderna**

Vediamo ad esempio alcune attività sulla scomposizione della luce e analisi di spettri di emissione



# Caso di studio (II)

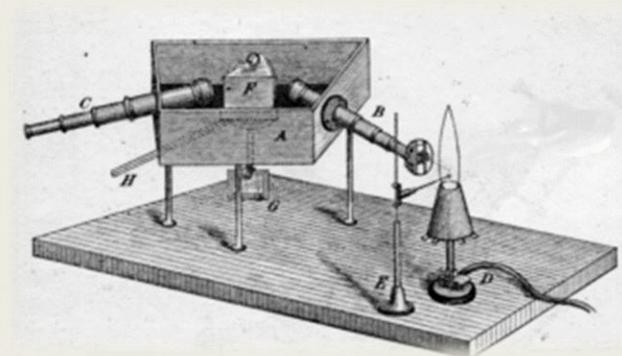
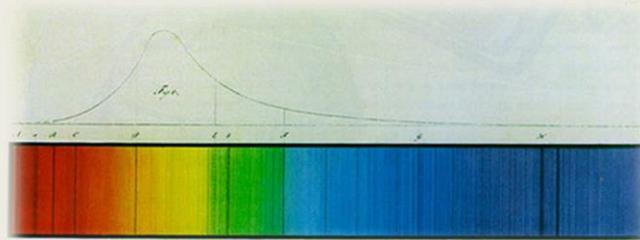
## *La nascita della spettroscopia: aspetti storici*

Periodo storico: XIX secolo

Osservazioni della luce solare

Ruolo dell'evoluzione degli strumenti (reticoli, fenditure, prismi, ...)

Parallelismo tra lo studio delle stelle (astronomia) e lo studio delle fiamme prodotte da sostanze chimiche.



Articolo divulgativo di **Maria Antonietta Carpentieri**:

<https://piccolocimento.dcci.unipi.it/spettroscopio-kirchhoff-bunsen.html>

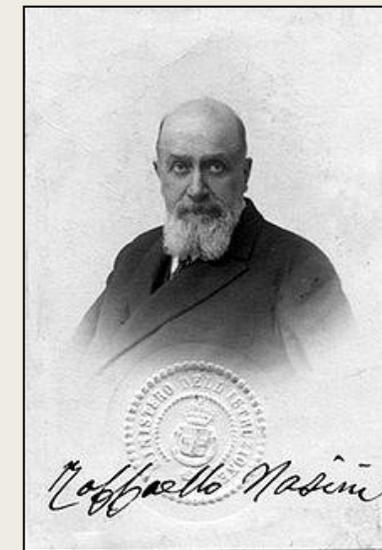
# Caso di studio (II)

## *La nascita della spettroscopia: aspetti storici*

*La scuola pisana di spettroscopia*



**Camillo Porlezza (1884-1972)**



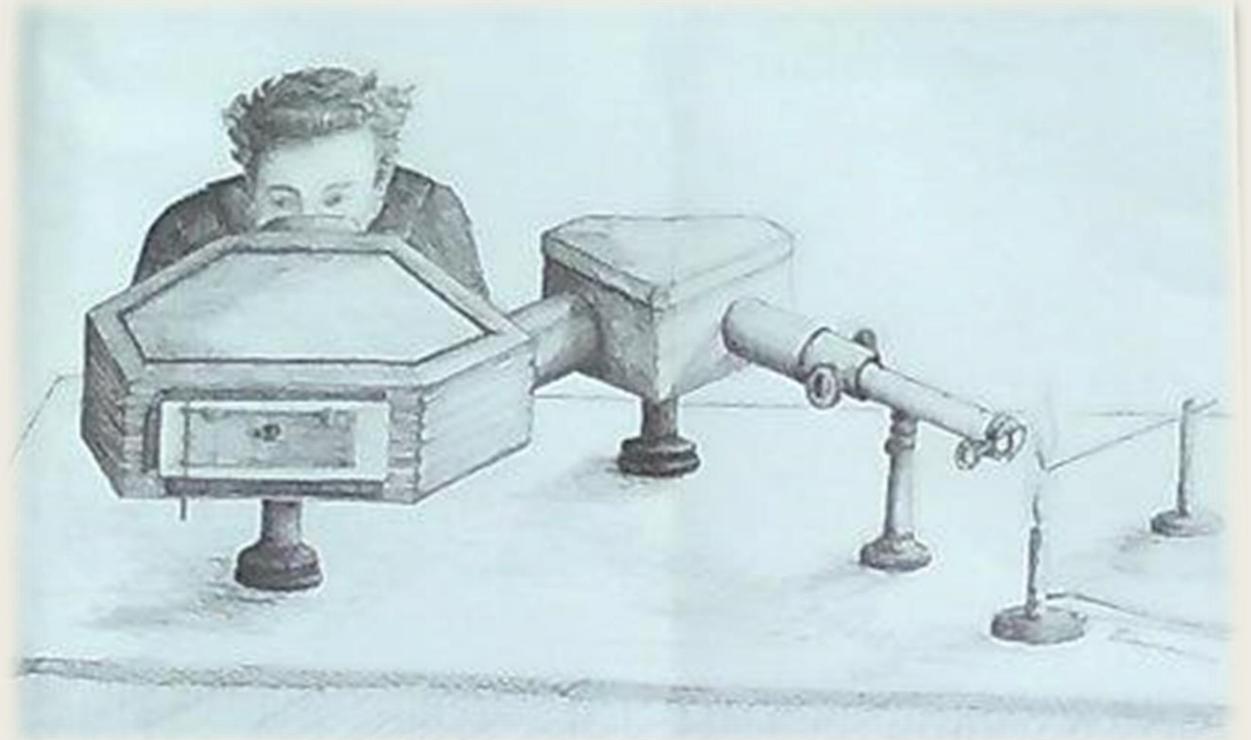
**Raffaele Nasini (1854-1931)**

# Caso di studio (II)

## *La nascita della spettroscopia: aspetti storici*



Strumento utilizzato da Camillo Porlezza



# Caso di studio (II)

## *Lo spettroscopio di Kirchhoff-Bunsen*



DIDATTICO



STORICO



VIDEO: <https://www.youtube.com/watch?v=cuMD3maL-us>

# Caso di studio (II)

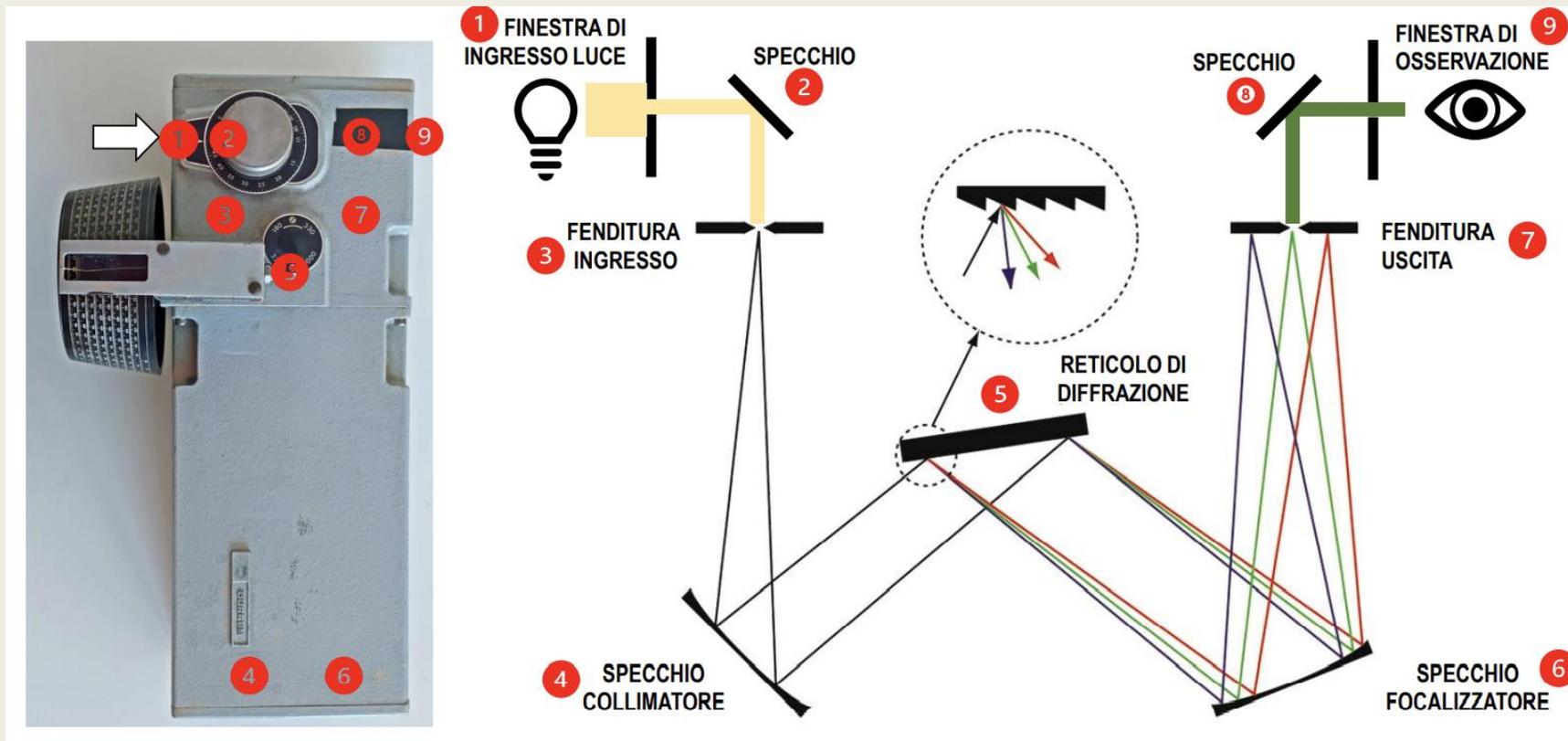
- **Utilizzo dello Spettroscopio di Kirchhoff-Bunsen (aspetti didattici):**
  - **Semplicità di funzionamento;**
  - **Semplice osservazione degli spettri colorati da varie sorgenti luminose**
  - **Utilizzabile facilmente anche in classe**
  - **Utilizzabile per una attività di confronto con spettroscopi home-made**
  - **Utilizzabile per introdurre gli spettri di righe (spettroscopia atomica)**



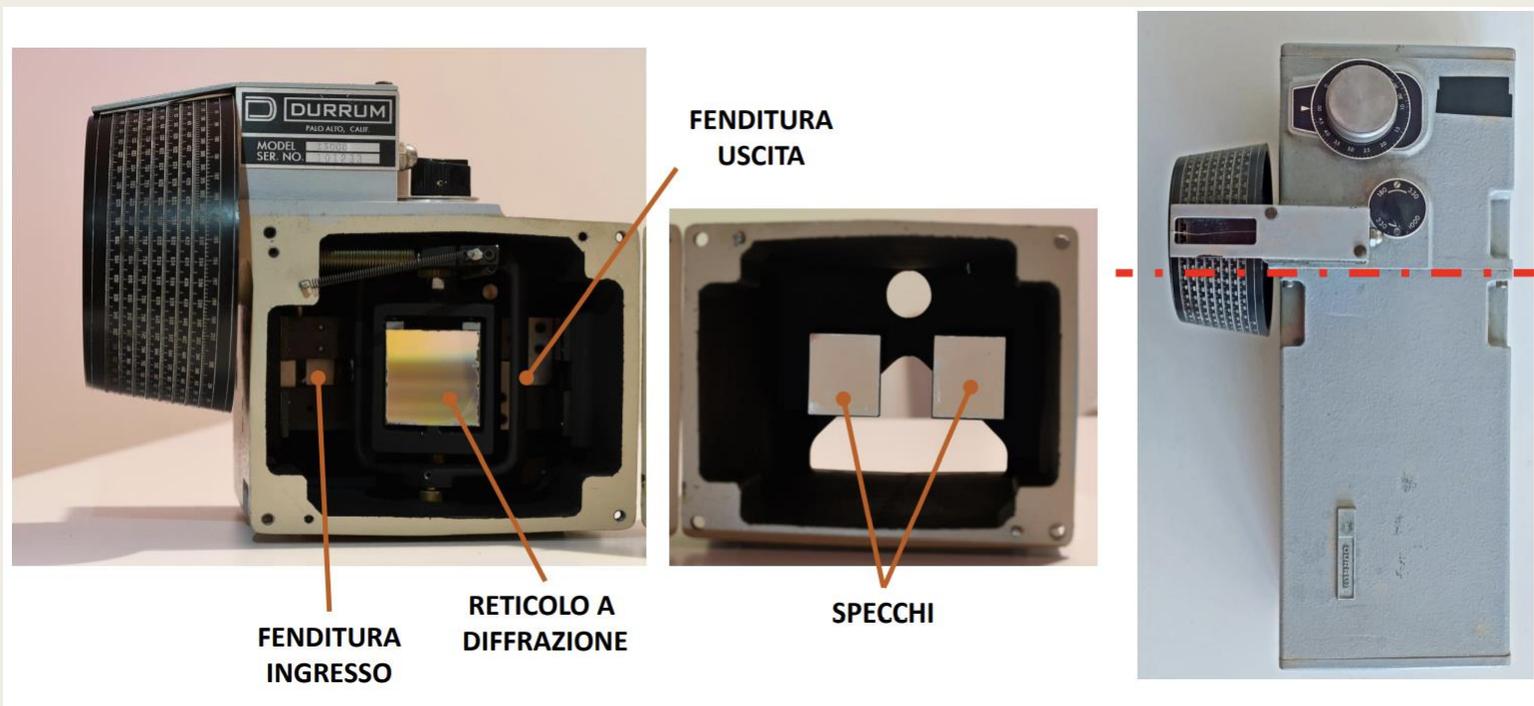


# Caso di studio (II)

## Il cammino ottico e il ruolo degli elementi ottici:



# Caso di studio (II)



**Attività sperimentale:**  
Scomposizione della luce emessa da varie sorgenti utilizzando il monocromatore storico.

## Obiettivi didattici:

- Cosa è un monocromatore
- Concetto di cammino ottico
- Ruolo degli elementi ottici interni



# Caso di studio (II)

Osservazione dell'effetto della rotazione del reticolo di diffrazione:

**SELEZIONE LUNGHEZZA D'ONDA**

Spettro di emissione di un LED bianco (torcia smartphone)  
Intervallo 680 - 400 nm

**ROTAZIONE DEL RETICOLO**

<https://drive.google.com/file/d/1cxa4w9oeqHhr49dhYPU-gX6yas-P0mbZ/view>

Attività didattica svolta anche con le scuole secondarie di II grado (in collaborazione con Sandro Jurinovich)

# Caso di studio (II)

## Osservazione dell'effetto della fenditura:



L'**ampiezza delle fenditure** ha effetto sulla **risoluzione** spettrale che si ottiene e sulla **quantità di luce** (intensità luminosa) del fascio in uscita dal monocromatore.



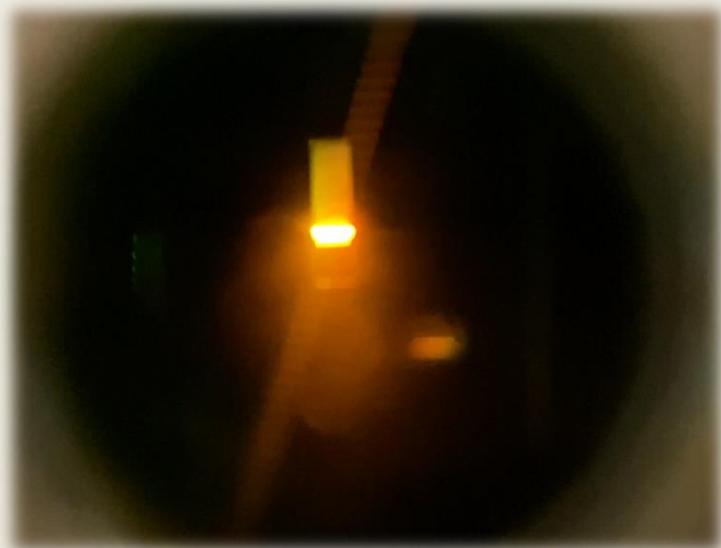
VIDEO SULLA VARIAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FENDITURE  
AD UNA LUNGHEZZA D'ONDA SELEZIONATA

[Clicca qui per accedere al video](#)

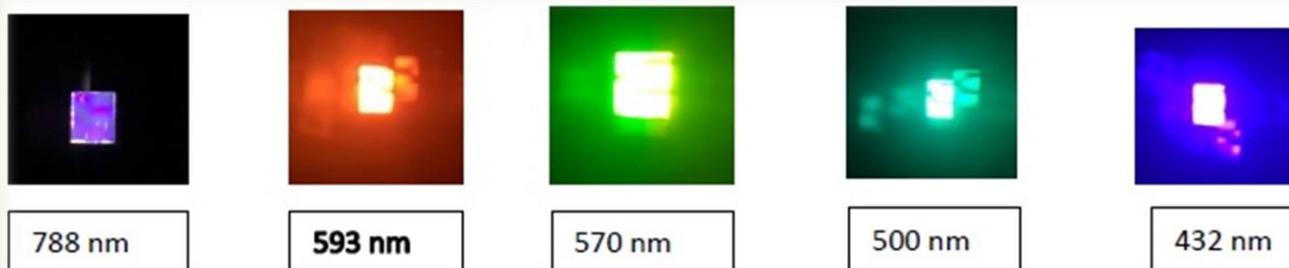
[https://drive.google.com/file/d/1egn7AXxR29hY5ZbS1v-fei\\_OVFWUGD1p/view](https://drive.google.com/file/d/1egn7AXxR29hY5ZbS1v-fei_OVFWUGD1p/view)

Attività didattica svolta anche con le scuole secondarie di II grado (in collaborazione con Sandro Jurinovich)

# Caso di studio (II)

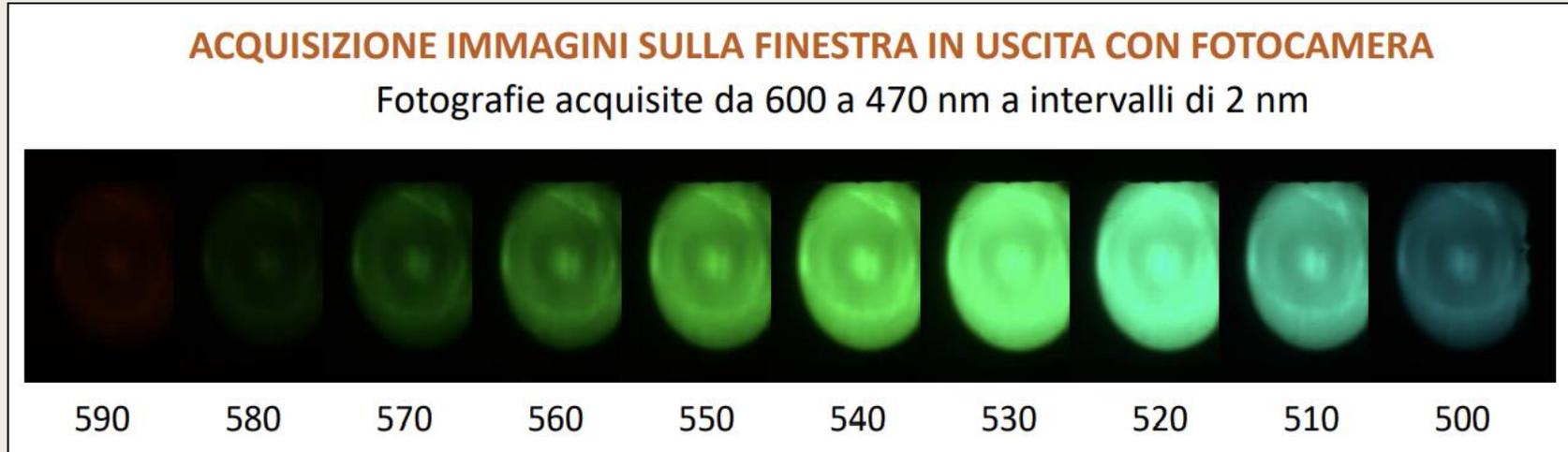


Video e immagini fatte dai dai ragazzi durante il laboratorio



# Caso di studio (II)

Gli studenti hanno analizzato poi le immagini e i video registrati durante il laboratorio utilizzando strumenti digitali (smartphone) e questo ha permesso di far loro comprendere meglio il passaggio da 'fotografia / immagine di colori' a spettro di emissione (grafico intensità versus lunghezza d'onda).



Dopo questa attività solitamente le lezioni proseguono con la parte teorica di introduzione alla spettroscopia atomica e molecolare e la parte sperimentale-applicativa, legata alla spettroscopia UV-visibile.

# Considerazioni finali

- *Gli strumenti scientifici storici hanno enormi potenzialità didattiche per meglio comprendere i concetti scientifici e come questi sono evoluti nella storia.*
- *Semplici oggetti, come la vetreria antica, possono stimolare gli studenti ed è possibile utilizzare un **approccio storico-laboratoriale** (in questa relazione ho parlato di studenti universitari, ma altri esempi si potrebbero fare con studenti della scuola secondaria di II grado).*
- *I musei scientifici e le collezioni storiche possono essere ‘fruttati’ dalle scuole e dall’Università, sia come **contesto di apprendimento non formale** sia per progettare delle attività significative a partire dagli oggetti storici, strumenti, documenti storici in essi presenti.*
- *La **strumentazione scientifica storica** è di gran lunga migliore della strumentazione scientifica moderna dal punto di vista **didattico** e quindi andrebbe utilizzata anche nei corsi più avanzati come nel caso del corso di chimica fisica di cui ho parlato in questa relazione.*

# Bibliografia essenziale

- Domenici, V. (2018). *Insegnare e apprendere chimica*, Mondadori, 2018. Parte I.
- Domenici V. (2023) Training of future chemistry teachers by a historical / STEAM approach starting from the visit to an historical science museum. **Substantia** 7(1): 23-34. Doi: 10.36253/Substantia-1755
- Domenici V. (2022). *STEAM Project-Based Learning Activities at the Science Museum as an Effective Training for Future Chemistry Teachers*. **Education Sciences**. 12(1): 30. <https://doi.org/10.3390/educsci12010030>
- Autori vari. ***Musei di Chimica. Creatività e conoscenza***, (L. Campanella & V. Domenici curatori), Pisa University Press, Pisa: 2020.
- Autori vari. ***Immagini e strumenti digitali nella didattica delle scienze***, (V. Domenici & S. Giudici, curatori), Pisa University Press, Pisa: 2023.

# Bibliografia essenziale

