



Attività basate sulla ricerca in didattica della fisica nel PLS-Fisica di UniUD

M. Michellini, D. Catena, A. De Angelis, L. Santi
Università di Udine, Report PLS 2023-2024



Azioni e Collaborazioni di URDF UniUD

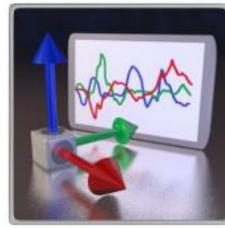
Azioni	Contenuti	Attività
Tipo A	Orientamento formativo basato sulla ricerca	30 attività, 42 ore, 265 studenti
Tipo C	Attività laboratoriali IBL/percorsi didattici con tutorial e test in-out	53 incontri totali, 806 presenze (5 ore/3-6 incontri da 2 ore)
Tipo E	Formazione insegnanti	98 incontri totali (da 2 ore), 1900 presenze
Tipo B, D	Collaborazione a livello nazionale con la CRUI	innovazione didattica + formazione tutor disciplinari
Scuole	Reti di scuole	Reti universitarie
Udine, Pordenone, Trieste, Treviso, San Donà di Piave, Vittorio Veneto.	LNF con Scuola INSPYRE, Progetti Nazionali Futura, Rete Senza-Zaino, Rete LES del Veneto.	18 sedi universitarie cooperanti per il Master di II livello IDIFO (Innovazione Didattica In Fisica e Orientamento).

Le diverse proposte per la FM integrata nel curriculum

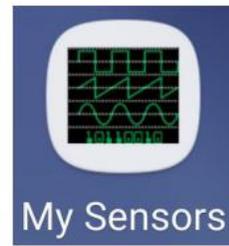
1. **Fenomeni ponte tra teorie (Diffrazione)**
2. **Spettroscopia, partendo da quella ottica** (poi atomica RBS e nucleare GAMMA)
3. **La fisica delle moderne tecniche di analisi: RBS, TRR, R&H**
4. Discussione di alcuni concetti cruciali / trasversali sia in FC che in FM: **stato, misura, sezione d'urto**
5. **Approccio Esplorativo alla superconduttività** (un percorso coerente)
6. **Fondazione del pensiero teoretico con l'approccio di Dirac alla MQ**
7. **Massa-Energia:** i concetti base della dinamica relativistica per capire $E=mc^2$
8. **Spettroscopia Gamma e fisica spaziale nel progetto Hermes**

Michelini M (2021), Innovation of Curriculum and Frontiers of Fundamental Physics in Secondary School: Research-Based Proposals, in Burra G. Sidharth, Jesús Carnicer, Marisa Michelini, Carmen Perea Eds (2021), Fundamental Physics and Physics Education Research, Springer Nature Switzerland AG [ISBN 978-3-030-52923-9] DOI 10.1007/978-3-030-52923-9, pp.101-116]





Accelerometer
Meter



My Sensors



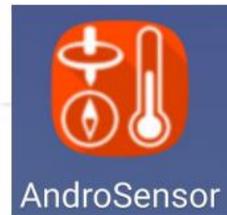
Sensor
Kinetics



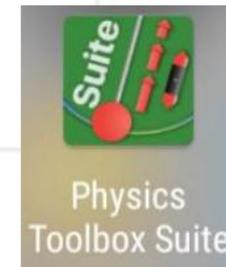
Strumenti
Intelligenti



Sensor Box
for Android



AndroSensor



Physics
Toolbox Suite

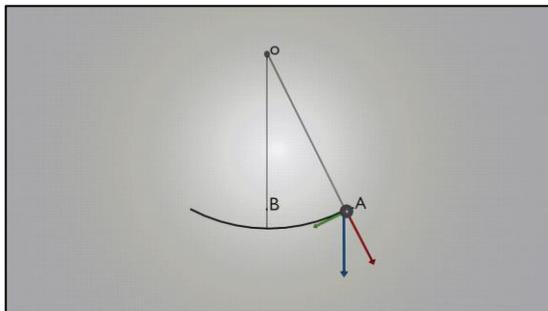


SPARKvue

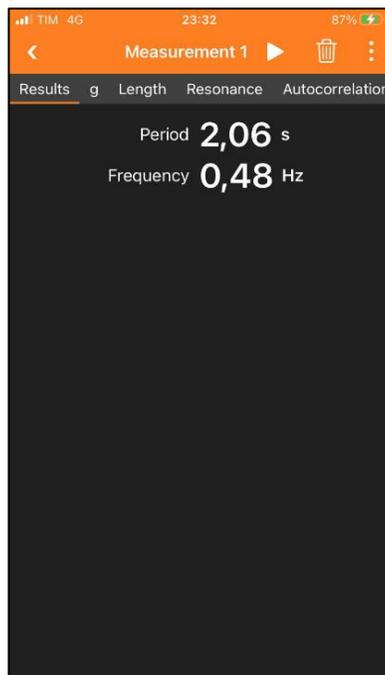
Fase 2: esplorazione fenomeni meccanica

Esempi di attività eseguite dagli allievi (scienza anche fuori scuola)

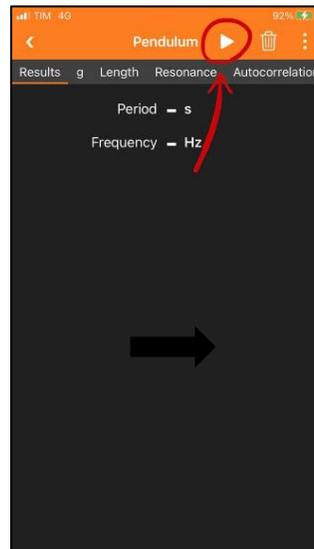
Effetto forze dissipative sul moto dei pendoli



Teoria con visualizzazione dinamica



tempo (s)	frequenza misurata (Hz)
5,00	0,47985292
5,20	0,4798528
5,40	0,47985257
5,60	0,47985268
5,80	0,47985246
6,00	0,47985246
6,20	0,47985235
6,40	0,47985246
6,60	0,47985235
6,80	0,47985235
7,00	0,47985223
7,20	0,47985223
7,40	0,47985212
7,60	0,47985212
7,80	0,47985217
8,00	0,47985205



Informazioni sulle modalità operative

Analisi dati raccolti

Stima coefficiente di smorzamento

$$\begin{aligned}\beta &= \gamma \cdot m = 2m\sqrt{\omega^2 - \omega'^2} \\ &= 2m\sqrt{\omega^2 - (2\pi f')^2} \\ &= 0,09955kg \cdot s^{-1}\end{aligned}$$

Fase 2: esplorazione fenomeni meccanica

Esempi di attività eseguite dagli allievi (scienza anche fuori scuola)

Resistenza dell'aria su un ciclista

Presentazione dell'esperimento



Condizioni:

- Assenza di vento.
- Strada pianeggiante e ben asfaltata.
- Pneumatici gonfiati a 8 atm.
- Abbigliamento aderente.

$$F_{tot} = R$$

$$R = C v$$

dove R è la resistenza dell'aria, C il coefficiente di resistenza aerodinamica e v la velocità



*L'applicazione permette di esportare i dati in formato compatibile con Excel



Telefono fissato con il nastro adesivo sul tubo orizzontale della bicicletta.

Fase 2: esplorazione fenomeni meccanica

Esempi di attività eseguite dagli allievi (scienza anche fuori scuola)

Effetto forze dissipative sul moto di un'altalena



Fissaggio del telefono su un'altalena in modo da riuscire a raccogliere i dati con precisione.

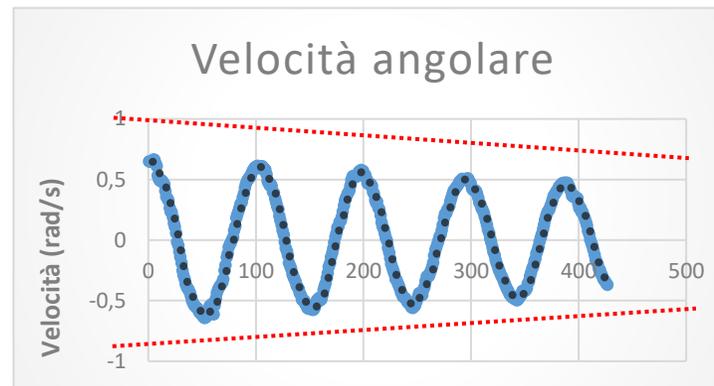


Grafico della velocità angolare e del suo andamento lungo le prime 4,5 oscillazioni

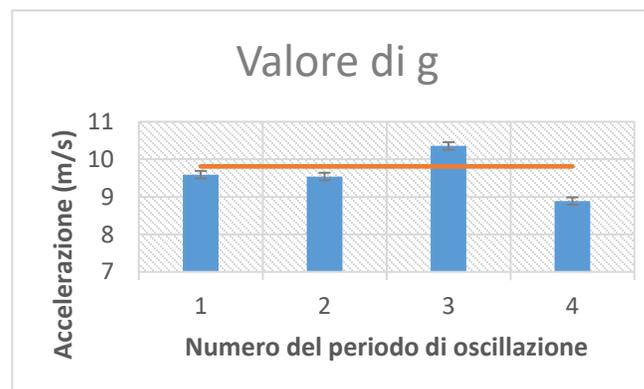
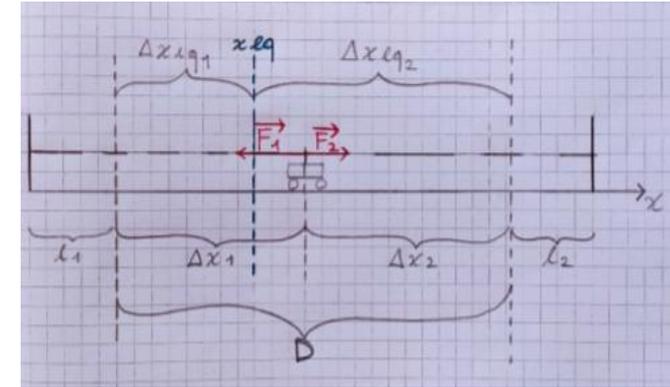
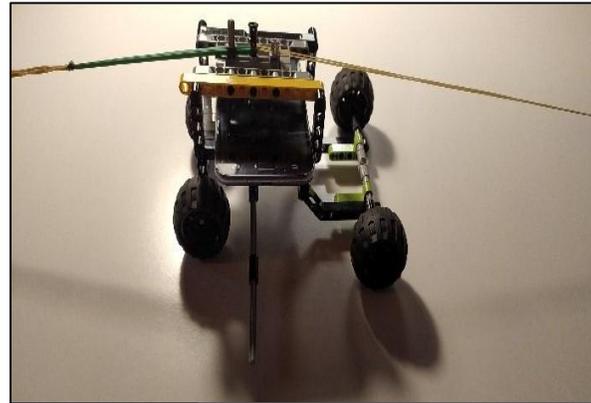
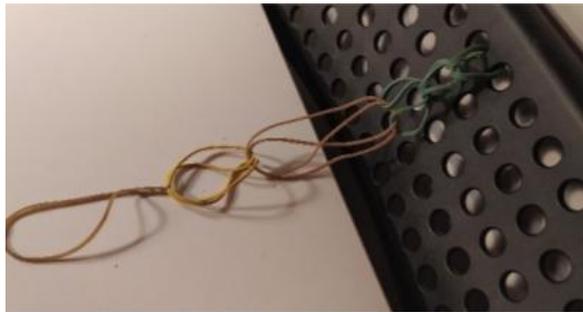


Grafico del valore dell'accelerazione di gravità calcolato nei 4 periodi di oscillazione rispetto al valore convenzionale (linea arancione).

Fase 2: esplorazione fenomeni meccanica

Esempi di attività eseguite dagli allievi (scienza anche fuori scuola)

Determinazione dinamica costanti elastiche di due sistemi di elastici



$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = (-k_1 \cdot \Delta x_1 + k_2 \cdot \Delta x_2) \cdot \hat{x}$$

$$\Delta x_{eq1} = \frac{k_2}{k_1 + k_2} \cdot D \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$$

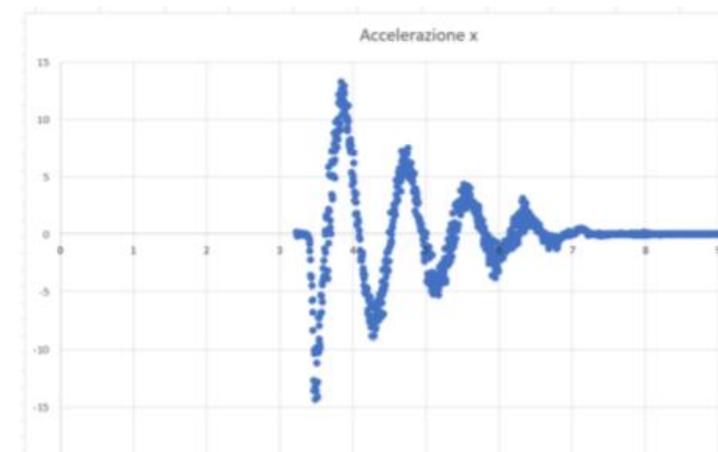
$$\begin{cases} k_1 + k_2 = \frac{4m\pi^2}{T^2} \\ \Delta x_{eq1} = \frac{k_2}{k_1 + k_2} \cdot D \end{cases}$$

Valori misurati

$$T = 0,8528095s$$

$$\Delta x_{eq1} = 31,5cm$$

Più prove eseguite per misurare T
Esempio dati raccolti a=a(t)



Fase 2: esplorazione fenomeni meccanica

Esempi di attività eseguite dagli allievi (scienza anche fuori scuola)

Dinamica rotazionale di una pattinatrice



Immagini dei due tipi di trottole eseguite sui pattini

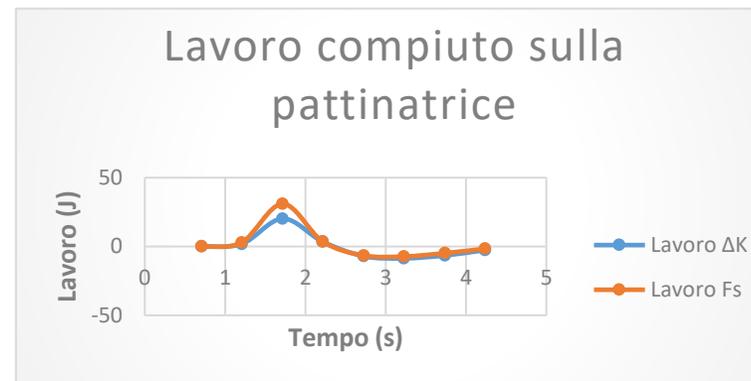


Grafico che mostra il valore del lavoro L compiuto sulla e dalla pattinatrice, calcolato con la formula tradizionale e sfruttando il teorema dell'energia cinetica.

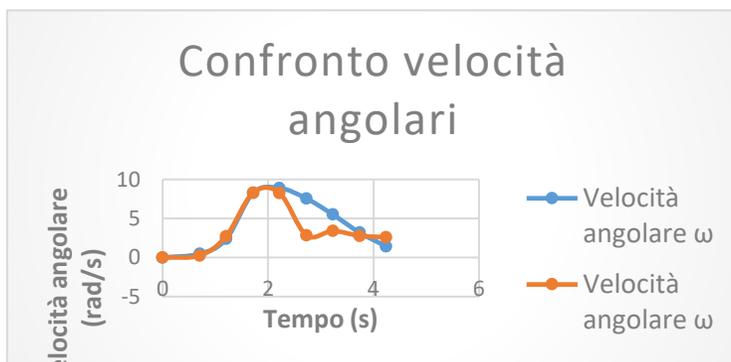


Grafico che confronta la velocità angolare con le braccia sempre chiuse (in blu) e la velocità angolare con le braccia chiuse durante l'accelerazione e poi aperte nella decelerazione (in arancione)

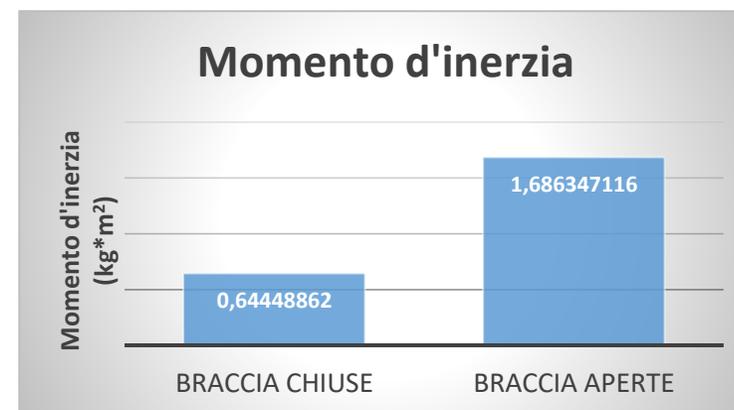
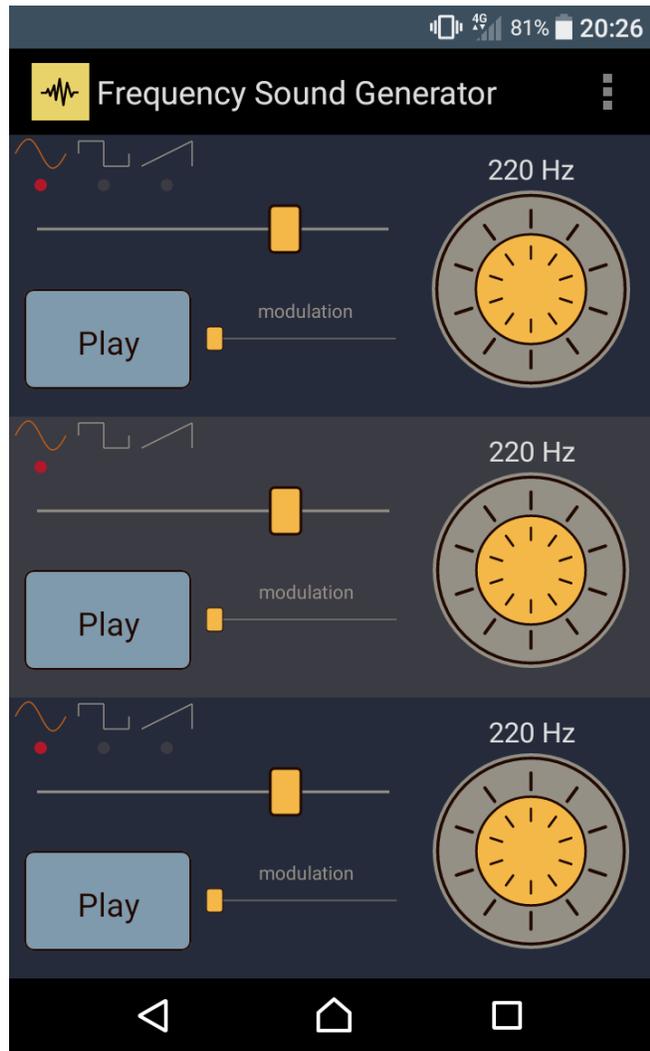
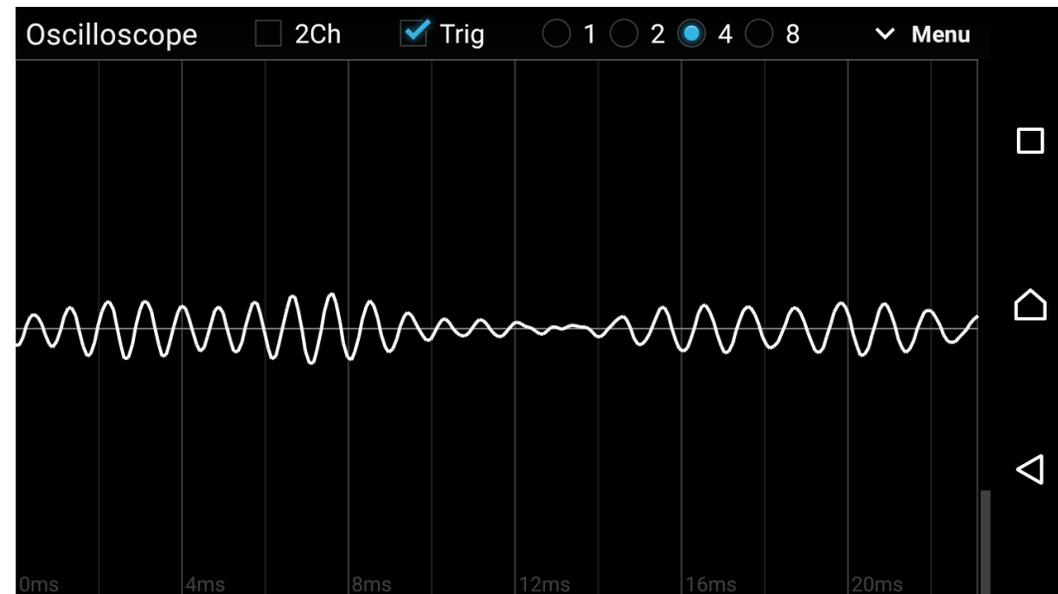
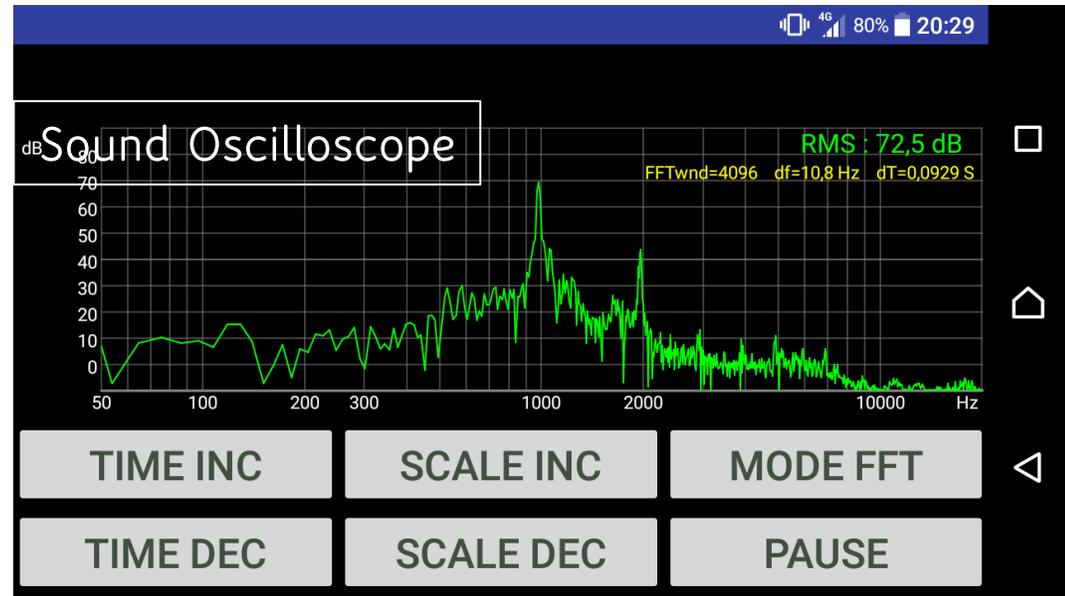


Grafico di confronto tra i momenti d'inerzia nelle due situazioni.

Suono - APP per Android



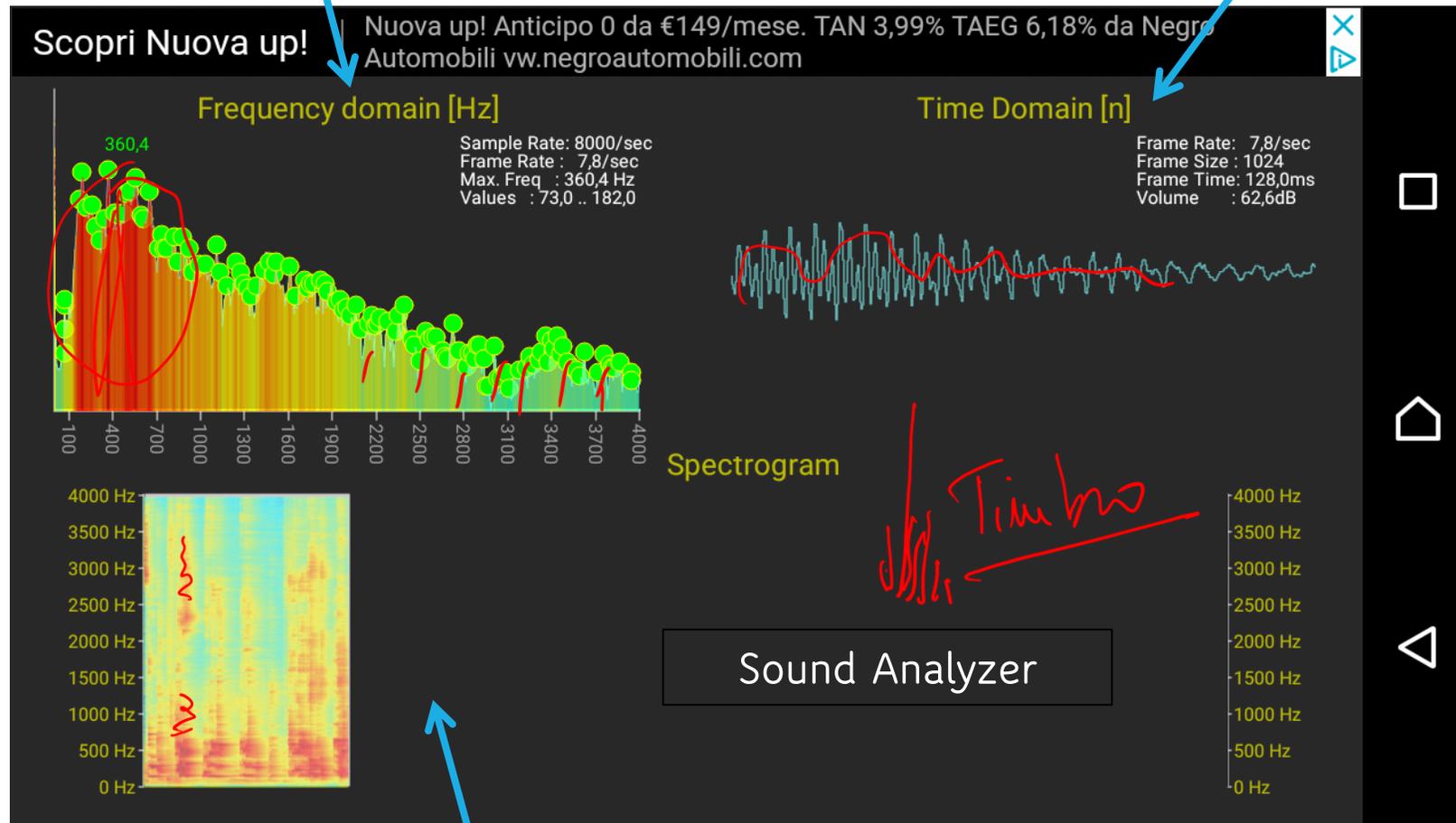
Frequency Sound Generator



Suono - APP per Android

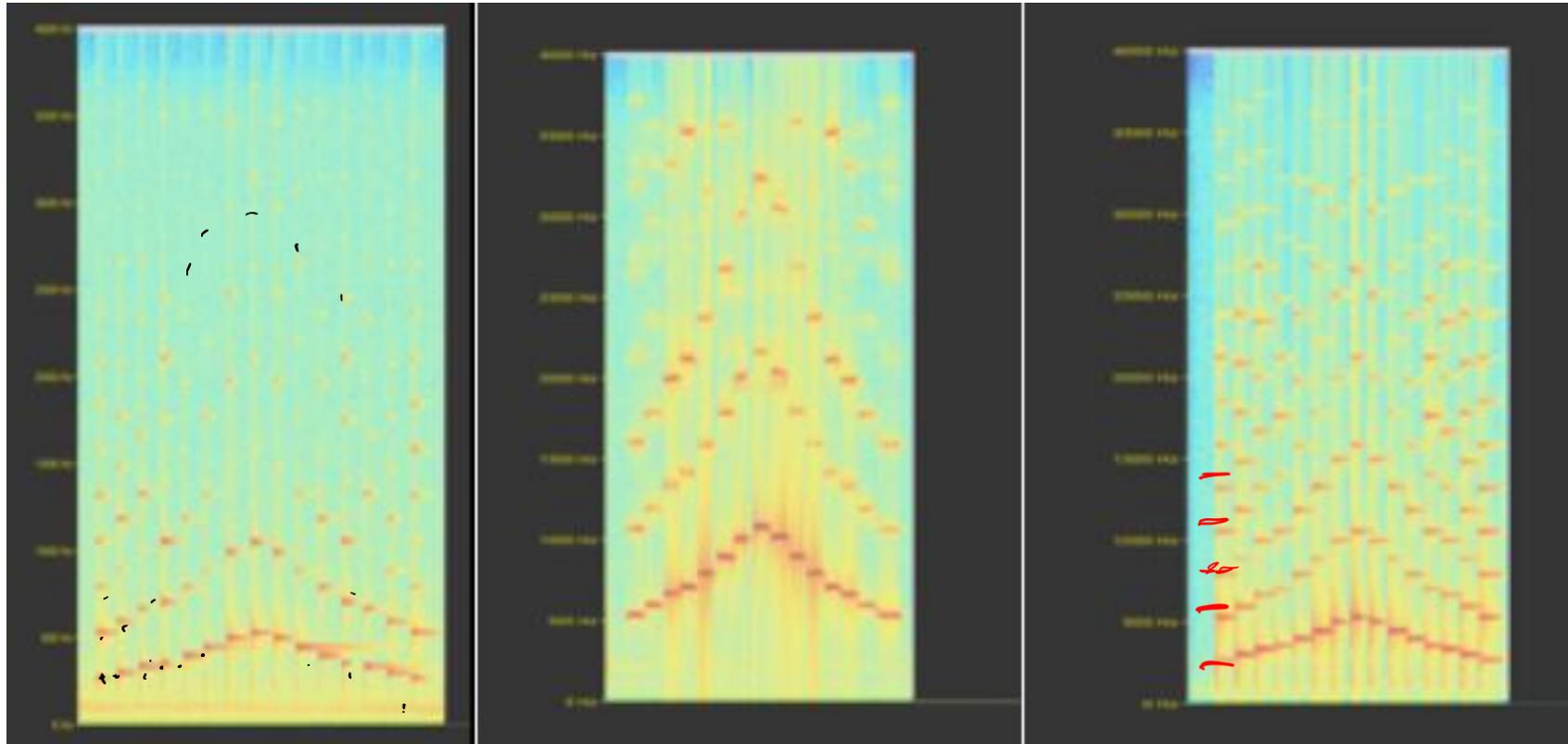
Spettro (dominio delle frequenze)

Onda (dominio del tempo)



Spettrogramma (spettro sviluppato nel tempo)

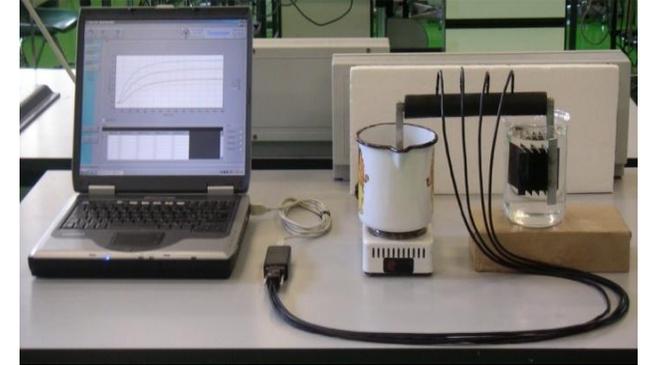
Spettrogramma di scale musicali suonate con strumenti diversi



Thermal phenomena

Thermal phenomena are common in everyday life and are among the first, and most important, experiences for children.

They therefore constitute one of the most important topics in scientific education from kindergarten to university



The main
common sense
interpretative
ideas

- Heat is a material substance like air or steam and there are two types of heat, hot and cold. Objects could have a certain quantity of heat in them
- Heat is not an extensive quantity, but an intensive quantity
- Heat is a 'state quantity' (something in a body)
- Heat transfer starts and does not stop at once when the temperature equalised
- If two bodies are at the same temperature they have the same energy or heat
- There is no difference between heat and temperature (heat and temperature are the same)
- Some substances are naturally colder than others. Objects at room temperature that feel cold have different temperatures
- The temperature of an object is related to its size
- If two liquids are mixed, temperature of the mixture is the sum of both temperatures
- Temperature will change during melting or boiling

Thermal phenomena

- RQ1: The traditional approach with the interpretation of thermal phenomena according to the historical view of heat as a fluid influence provisions on thermal interaction processes and on thermal conduction;
- RQ2: RTL activities with thermal sensors introduce a way of looking to temperature as state property related to thermal equilibrium and to describe phenomena in terms of processes; which overcomes the calorimetric view in favor of a thermodynamic interpretation by looking at processes and states as equilibrium conditions;
- RQ3: heat as process need further additional specific activities to overcome a lack of awareness of the difference between an equilibrium state, a transient conducting process and a dynamic equilibrium process.

Two aspects emerged on which further investigation is considered useful:

- 1) the temperature evolution prevision in phenomena evolving versus equilibrium for different spatial point in measurements
- 2) the way of looking the thermal conduction of a wall, what are the reasons why the temperature gradient inside the insulating material is zero ?

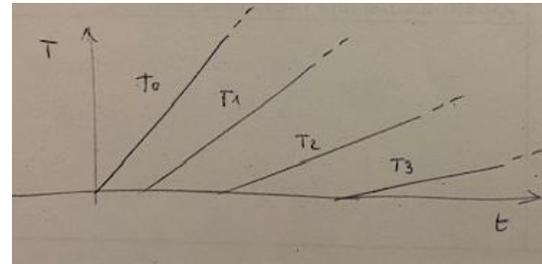


Figure A

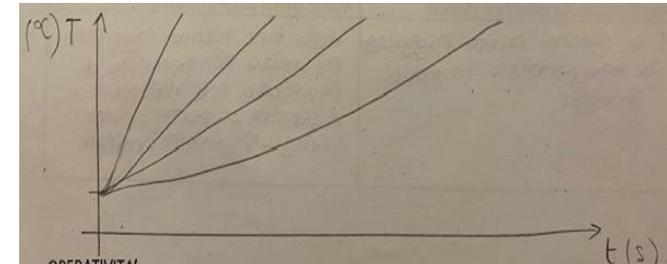


Figure B

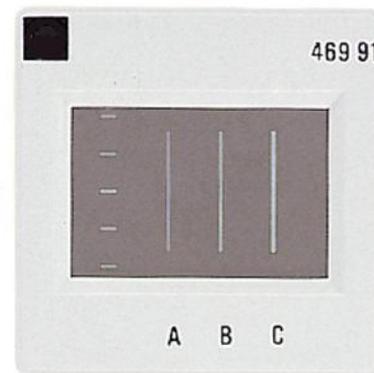
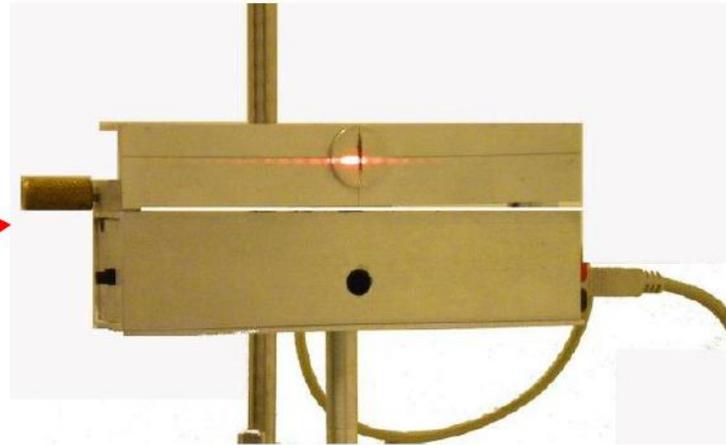
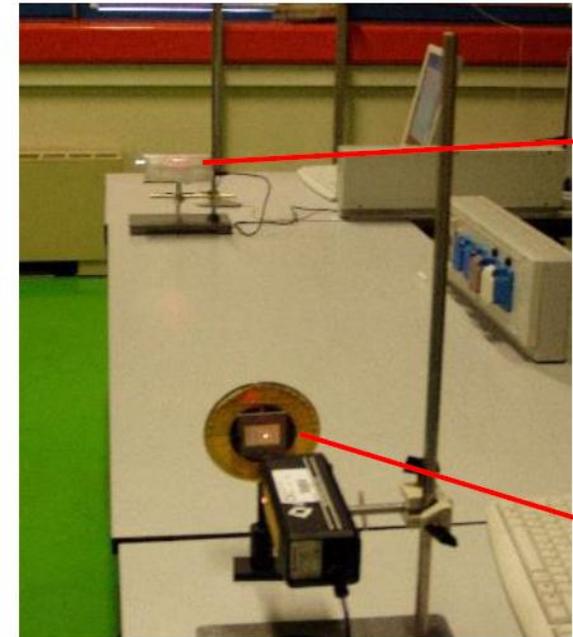
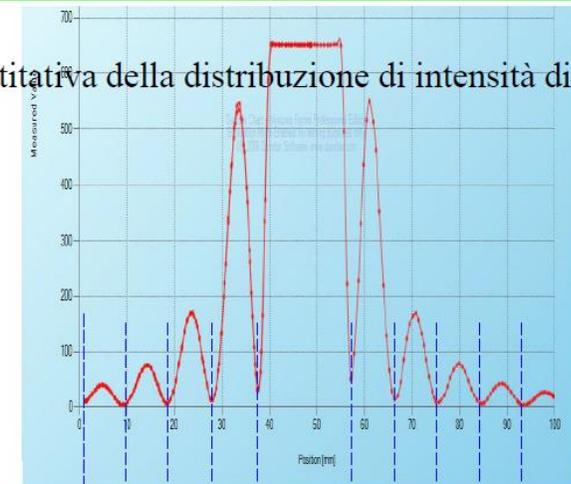
Diffrazione

- 5) Progetto esperimenti per studiare il fenomeno.
- Quali esplorazioni sperimentali (misure) condurresti per caratterizzare quantitativamente la figura di diffrazione?
 - Come analizzeresti i dati?

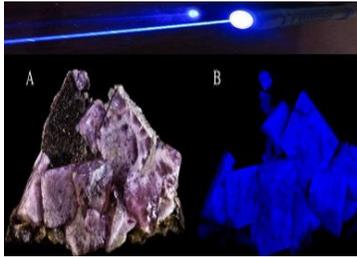
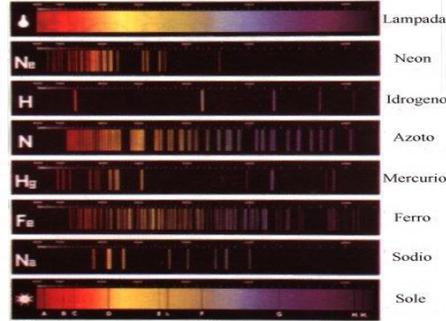
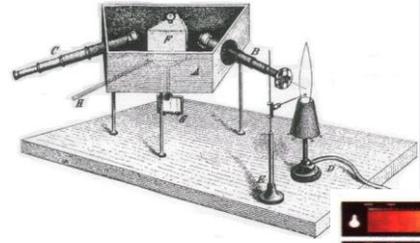
I passi dell'analisi enomenologica della diffrazione ottica

Analisi quantitativa della distribuzione di intensità di luce

$$X_m \text{ vs } m$$
$$X_M \text{ vs } M$$
$$x_M \text{ vs } I_M$$



Il razionale del percorso costruito con DBR in spettroscopia ottica (costruiti 3 approcci diversi)



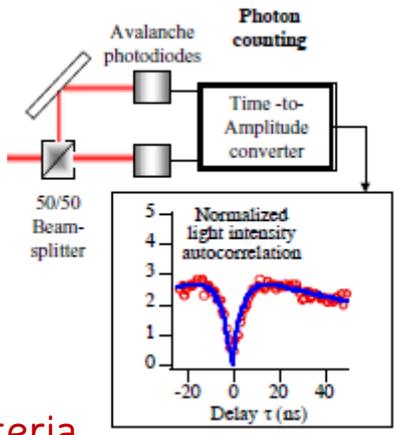
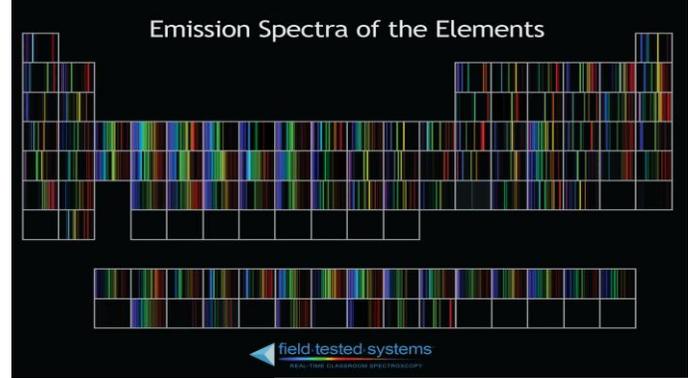
- **Sorgenti di luce:** cosa è? identificazione dei tipi di sorgente / dei principi di funzionamento / e delle tecnologie impiegate / costi
- **Luce emessa:** caratteristiche (colore, intensità)
- raccolta di spettri da diverse sorgenti
- **Relazione tra luce emessa e processo di emissione**
- **Struttura della materia:** livelli energetici e descrizione degli atomi
- **Dagli spettri di Kirchhoff e Bunsen alle leggi di Balmer e Rydberg**
- **La tavola degli elementi fatta di spettri e La scoperta di Cs e Rb**
- **La nuova Tavola degli elementi**

GRUPPO

PERIODO	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIB	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0		
1	H 1.00794	He 4.00260																
2	Li 6.941	Be 9.012									B 10.811	C 12.011	N 14.007	O 16.000	F 19.000	Ne 20.179		
3	Na 22.990	Mg 24.305									Al 26.982	Si 28.086	P 30.974	S 32.060	Cl 35.453	Ar 39.948		
4	K 39.102	Ca 40.078	Sc 44.956	Ti 47.88	V 50.942	Cr 52.004	Mn 54.938	Fe 55.845	Co 58.933	Ni 58.693	Cu 63.546	Zn 65.38	Ga 69.723	Ge 72.630	As 74.922	Se 78.96	Br 79.904	Kr 83.80
5	Rb 85.468	Sr 87.62	Y 88.906	Zr 91.224	Nb 92.906	Mo 95.94	Tc 98.906	Ru 101.07	Rh 102.905	Pd 106.42	Ag 107.868	Cd 112.411	In 114.818	Sn 118.710	Sb 121.757	Te 127.60	I 126.905	Xe 131.29
6	Cs 132.91	Ba 137.33	*La 138.91	Hf 178.49	Ta 180.95	W 183.85	Re 186.21	Os 190.23	Ir 192.22	Pt 195.08	Au 196.967	Hg 200.59	Tl 204.38	Pb 207.2	Bi 208.98	Po (209)	At (210)	Rn (222)
7	Fr (223)	Ra (226.02)	†Ac (227.03)	Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (264)	Hs (265)	Mt (266)	Uu (267)	Uu (268)	Uu (269)	Uu (270)	Uu (271)	Uu (272)	Uu (273)	Uu (274)	Uu (275)

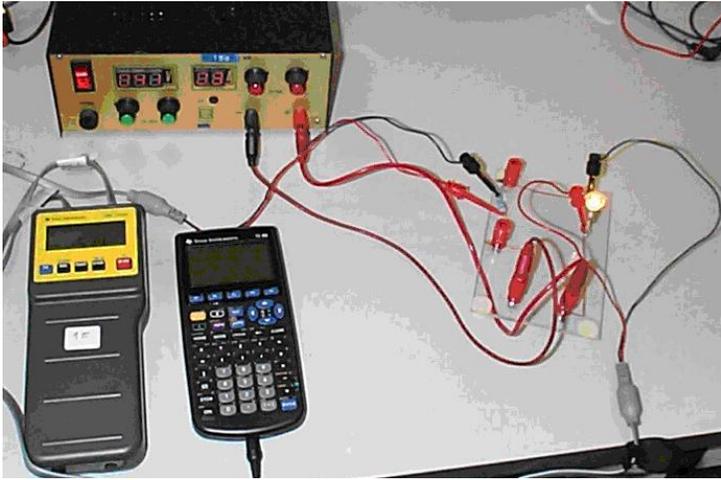
Numero atomico
Simbolo chimico
Massa atomica relativa (u.m.a.)

*Lanthanide Series
†Actinide Series

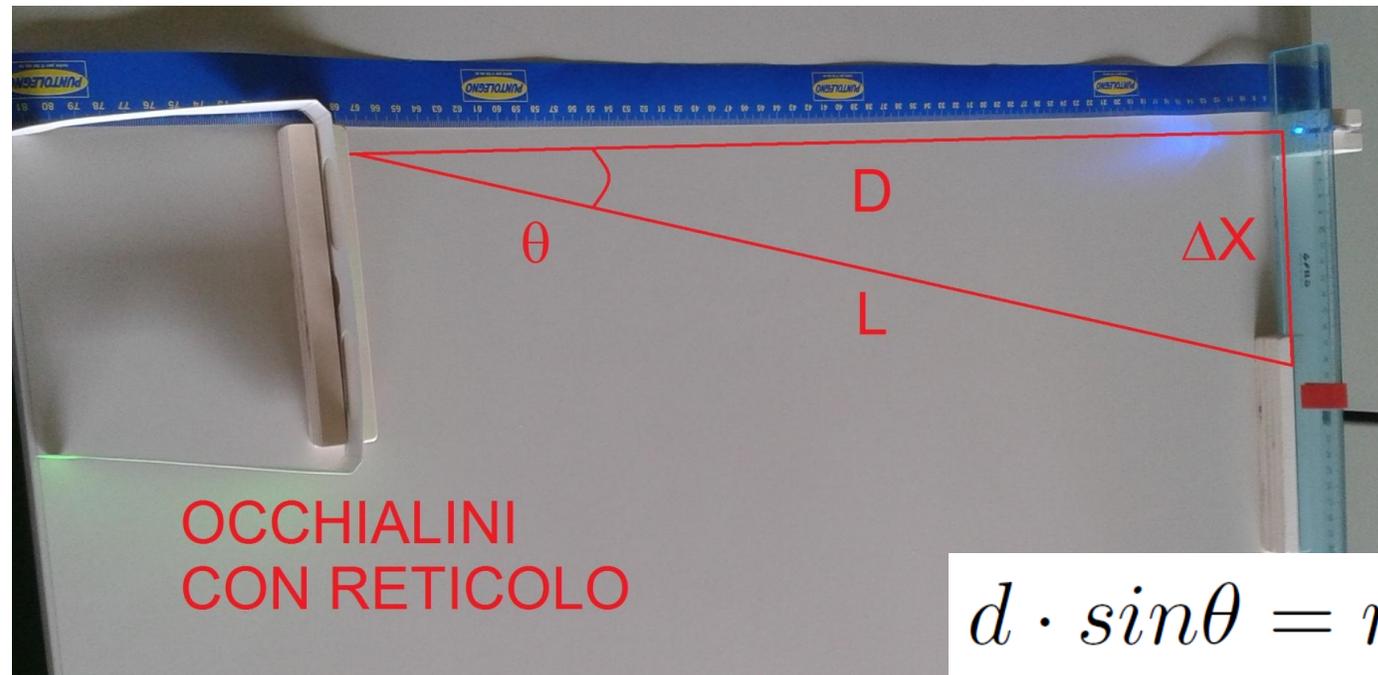


La natura quantistica della luce:
 - 1905 Einstein - 1986 Aspect
 - Descrizione della struttura della materia

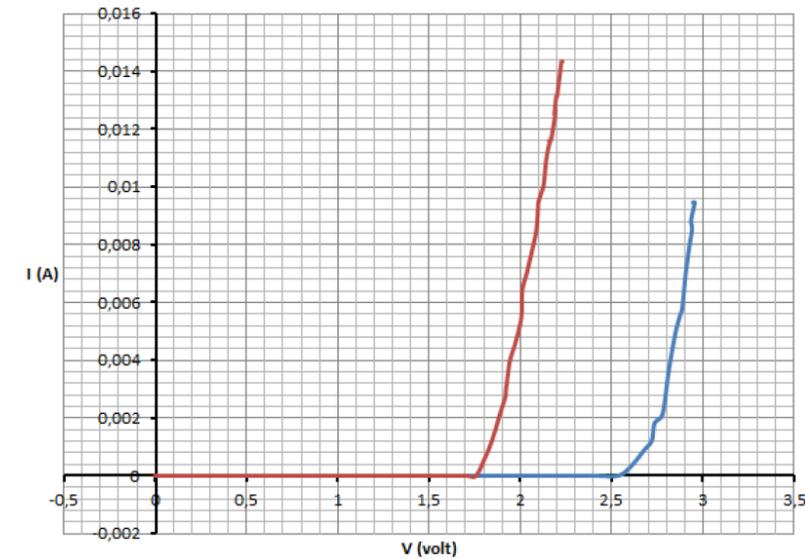
LED E RIGHELLO



$$E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{1.24}{\lambda(\mu\text{m})} \text{eV}$$



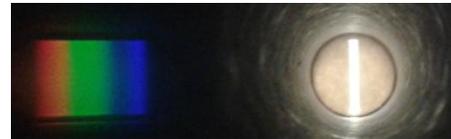
$$d \cdot \sin\theta = m \cdot \lambda$$



Uno spettrometro digitale



LAMPADA
FLUORESCENTE



LED BIANCO



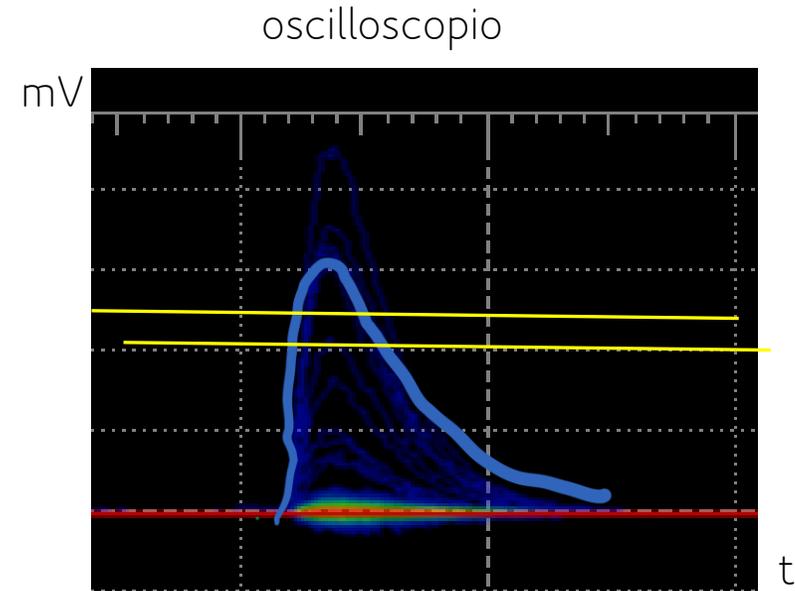
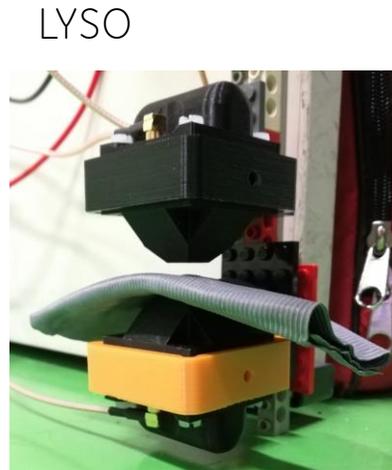
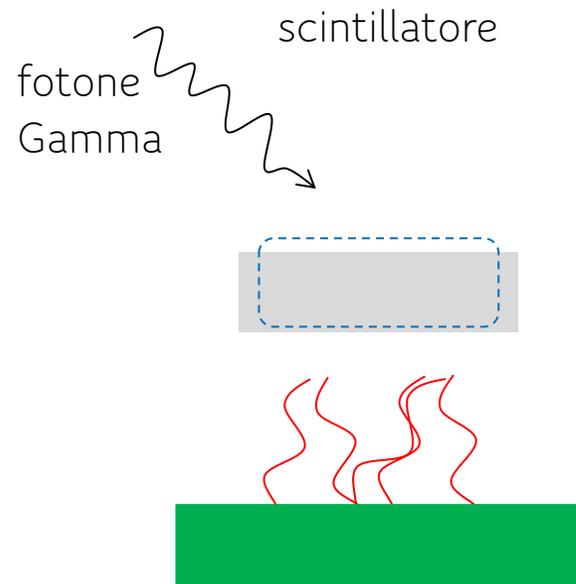
LAMPIONI
STRADALI



IDROGENO

Esperimento GAMMA

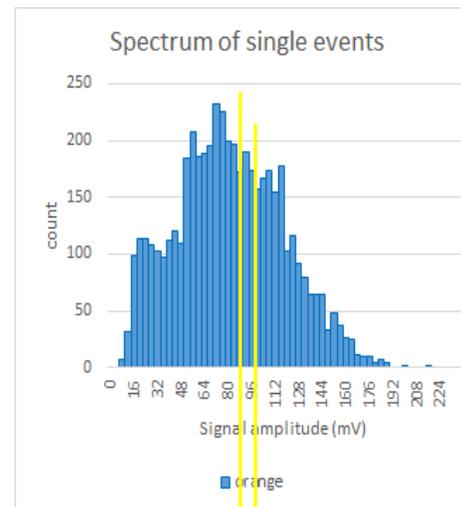
Faticic S, Santi L, Pauletta G, Michelini M, Buongiorno D,
Vacchi A – Springer Book 2021



LA RIVELAZIONE DI FOTONI GAMMA

Discussione con gli studenti su

1. L'energia persa dal gamma nello scintillatore producendo fotoni a più bassa energia.
- 1) Come rivelare il rilascio di tali fotoni che sono poi convertiti in fotoelettroni e moltiplicati nel SiPM per costruire lo spettro



- 3) Come l'ampiezza dell'impulso nell'oscilloscopio è legata all'energia del gamma arrivato
- 4) Come ottenere uno spettro contando gli impulsi in intervalli di energia (mV)

Il razionale del percorso QM

La legge di Malus è valida riducendo l'intensità -> **la polarizzazione è una proprietà del singolo fotone**

La preparazione di fotoni polarizzati con polaroid: Ruolo e modalità

Esplorando l'interazione di fotoni polarizzati con polaroid, identificazione di:

- **proprietà mutuamente esclusive**
- **Proprietà incompatibili e principio di indeterminazione**

Lo **stato** identificato con un **vettore** e il **principio di sovrapposizione in MQ** $w=u+v$

Distinzione tra stato (vettore) e proprietà (icone) che vivono in diversi spazi

misura in MQ come **transizione** in un nuovo stato: la **precipitazione** del sistema in quello misurato e la sua **natura genuinamente stocastica**

Interazione di fp con cristalli birifrangenti per capire

- **Entanglement spaziale dello stato**
- **Non località** $P_t = N_t/N = \cos^2\theta = (\mathbf{u} \cdot \mathbf{w})^2$

Il sw di modellazione per esperimenti ideali di Meccanica Quantistica (applet)

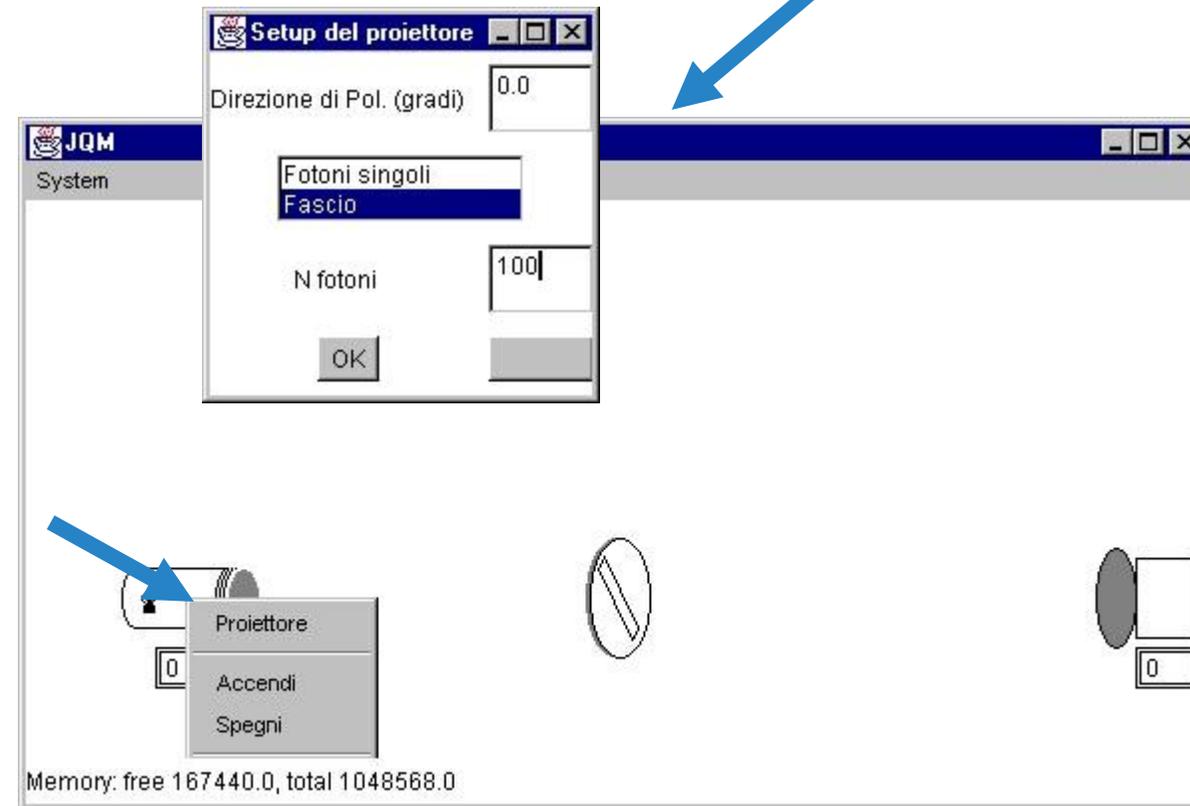
JQM

Disponibile gratis sul nostro sito

Diversi oggetti disponibili

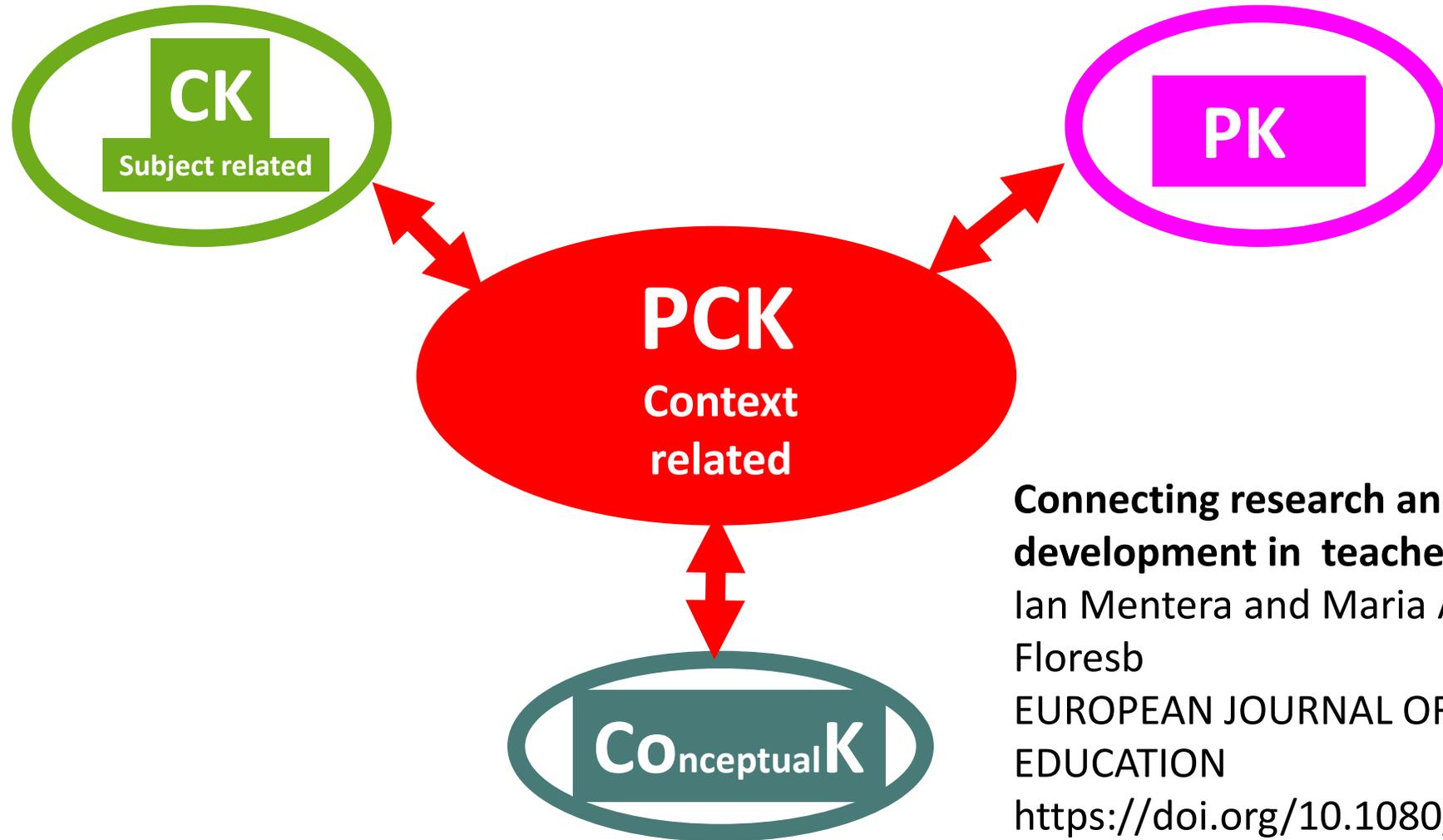


Si accede alle proprietà e agli strumenti da un menu (right click)



Going over Shulman

The Knowledge Bases for Teaching



Connecting research and professional development in teacher education

Ian Mentera and Maria Assunção Floresb

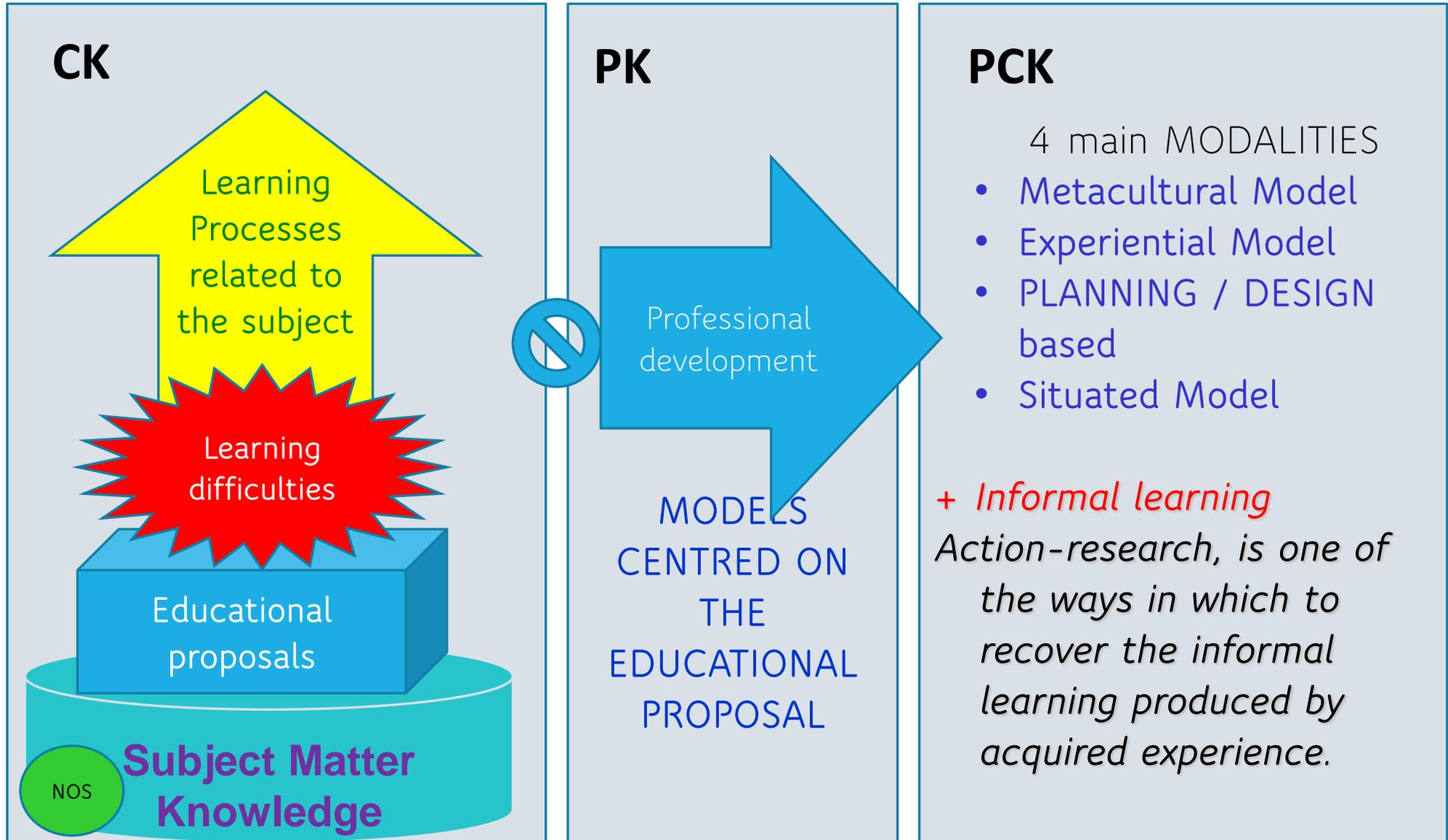
EUROPEAN JOURNAL OF TEACHER EDUCATION

<https://doi.org/10.1080/02619768.20>

20.1856811

Report PLS 2023-2024 URDF di UniUD

MEPS Models for teacher education



PCK in

Metacultural Model

- = involve critical discussion of the cultural and pedagogic elements of an innovative proposal,
- = leaving to teacher the programming and the preparation of educational materials for the students

Experiential Model

- = the teacher carries out directly the same activity that is proposed to the students by means of tutorials

Situated Model

- ⇒ Based on teachers' learning through the reflection on work experience in the classroom
- ⇒ Require
 - ⇒ Pre - CoL
 - ⇒ Apprenticeship
 - ⇒ Post - CoL
- ⇒ Offers the base for a professional formation centred on learning needs related to the SM
- ⇒ PCK questionnaires are basic tools