

Quando il laboratorio di fisica resta a casa: strumenti e metodi per un apprendimento attivo a distanza

Rosi T., Onorato P., Oss S.



UNIVERSITÀ
DI TRENTO



SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

107° CONGRESSO NAZIONALE

13-17 settembre 2021

15/09/2021

tommaso.rosi@unitn.it

Presentazioni



Tommaso Rosi

Post-doc in Physics Education presso il Laboratorio di
Comunicazione delle Scienze Fisiche di UniTrento

Co-fondatore di Level Up s.r.l. (www.leveluptrento.com)



UNIVERSITÀ
DI TRENTO



Progetto COSID-20

in brevissimo

Potenziamento della **resilienza della didattica universitaria** (progetto interdipartimentale), con un occhio di riguardo alle ricadute a **lungo termine** (post-COVID)

Valutare possibili **ricadute sulle scuole** a partire dalle esperienze universitarie

Focus su **4 corsi scientifici** a carattere laboratoriale:



Laboratorio di elettronica



Elettrochimica



Algoritmi e strutture dati



Physics Education

Primo step: analisi delle esperienze attraverso interviste

Progetto COSID-20

in brevissimo

Potenziamento della **resilienza della didattica universitaria** (progetto interdipartimentale), con un occhio di riguardo alle ricadute a **lungo termine** (post-COVID)

Valutare possibili **ricadute sulle scuole** a partire dalle esperienze universitarie

Focus su **4 corsi scientifici** a carattere laboratoriale:



Laboratorio di elettronica



Elettrochimica



Algoritmi e strutture dati



Physics Education



Primo step: analisi delle esperienze attraverso interviste

I.
Corso Physics Education a Trento

Il corso Physics Education a Trento

Durata: 2 corsi di 56 ore l'uno

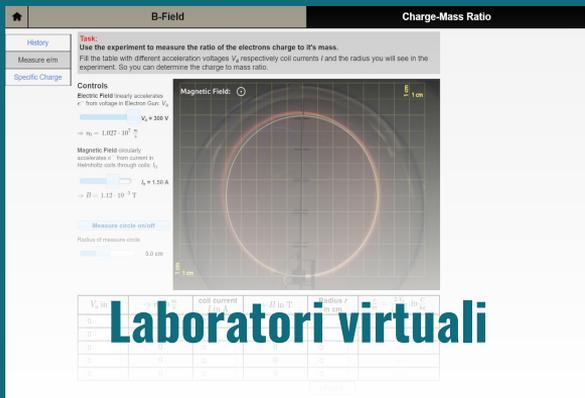
Studenti: laurea magistrale in matematica e fisica

Versione a distanza:

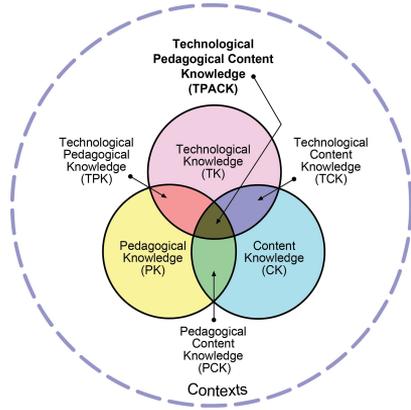
- Scelta progettuale: stesso syllabus e stessi obiettivi didattici rispetto agli anni precedenti
- Metodologie didattiche: pre-/post-test, Design Based Learning, Inquiry, Predict-Observe-Explain, Interactive Lecture Demonstrations...
- Lavoro di gruppo: Breakout Rooms



Il corso Physics Education a Trento: il laboratorio a distanza

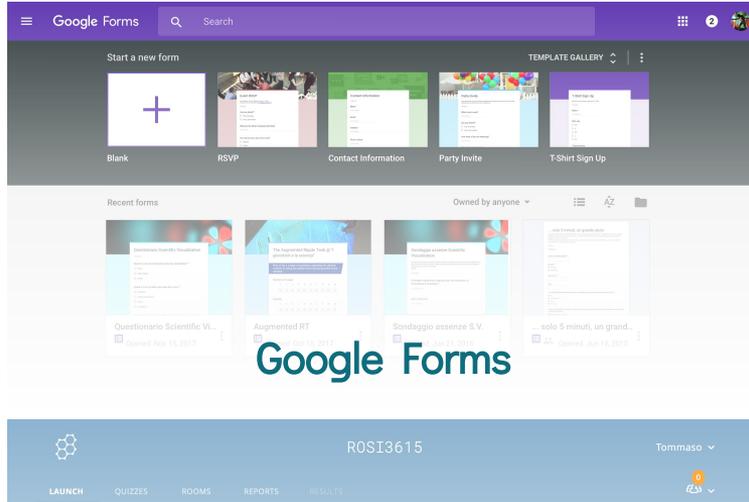


TPACK theoretical framework



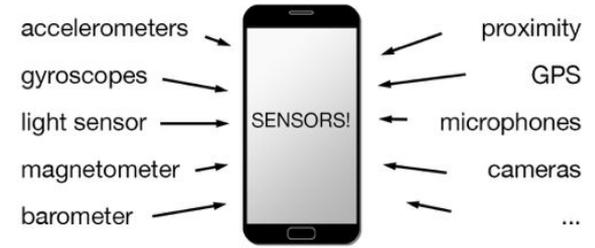
<http://www.tpack.org/>

Strumenti di interazione (clickers, forms...)



Socrative, Kahoot!, Mentimeter...

Bring Your Own Device (BYOD)



Corso Physics Education a Trento

II.
Kit Physics Education

Kit Physics Education

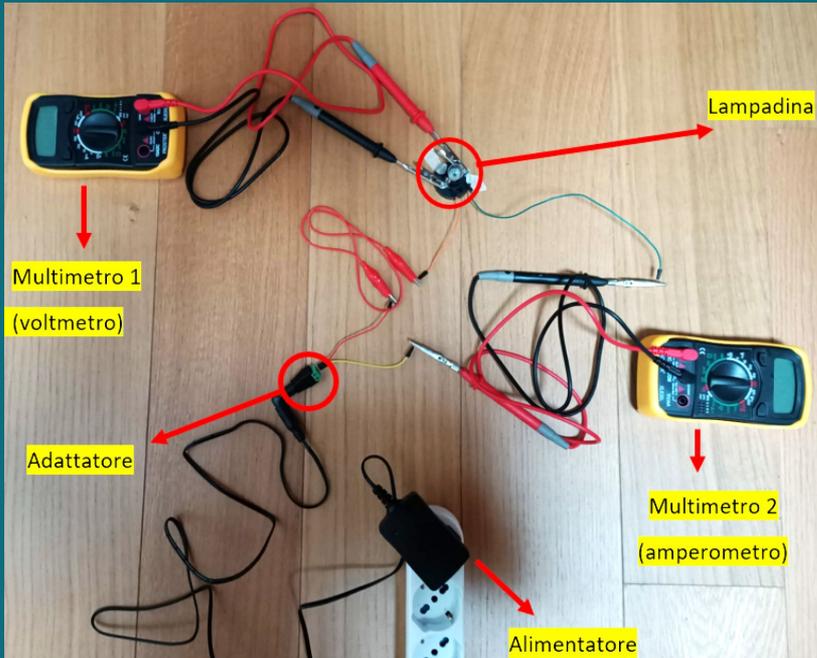
Componenti del Kit	Esperimenti in cui sono utilizzati
2 cavi con cocodrilli	Esperimento sulla Legge di Stefan-Boltzmann Esperimento sulla Legge di Ohm
12 cavetti elettrici	
Lampadina 12V (L1)	
2 multimetri digitali	
Alimentatore universale (A1)	
Adattatore per alimentatore	
Mini breadboard (MB1)	
9 resistenze (R1)	
Bilancia digitale (MD1)	
2 bicchieri trasparenti	
Filtri (rosso, verde e blu; F1)	Esperimento sulla Legge di Beer (concentrazione del mezzo) Esperimento sulla Legge di Snell e sui fenomeni della luce
Torcia (T1)	
Colorante alimentare	Esperimento sulla Legge di Snell e sui fenomeni della luce Esperimento sulla Legge di Beer (spessore del mezzo) Esperimento con lampada e lastrine Esperimento con lampada e lastrine
2 contenitori di plastica trasparente	
Lampadina a incandescenza 25W (L2)	
Lampada da tavolo (LT1)	
Supporto in polistirolo	
1 rondella nera	
1 rondella bianca	
2 termometri per alimenti (T1)	Esperimento con lampada e lastrine Esperimento sulla Legge di Newton del raffreddamento Esperimento per la misura di calore specifico e latente Esperimento per la misura della massa equivalente
3 bicchieri in polistirolo	
3 coperchi per i bicchieri in polistirolo	

Trampolino di Galileo (4 pezzi da assemblare)	Esperimento sul moto parabolico
2 fogli di carta carbone	Esperimento sul moto parabolico
Metro a nastro da 150cm	
Biglia di metallo (diametro di 8mm)	
Supporto per smartphone	
Gancio con 8 dadi	Esperimento sulla Legge di Beer (concentrazione del mezzo) Esperimento sul moto parabolico Esperimento sulla Legge di Newton del raffreddamento
Molla	
Basetta con gancio	
Spago lungo 1m	Esperimento sui macrostati e microstati
1 dado a 10 facce	
1 dado a 20 facce	
Righello da 50cm	
Reticolo di diffrazione	
Retangolo di plexiglass colorato	
Materiale aggiuntivo	
Fogli di carta bianca	Cartoncino nero
Nastro adesivo nero	Supporti
Pentole/contenitori metallici	Smartphone

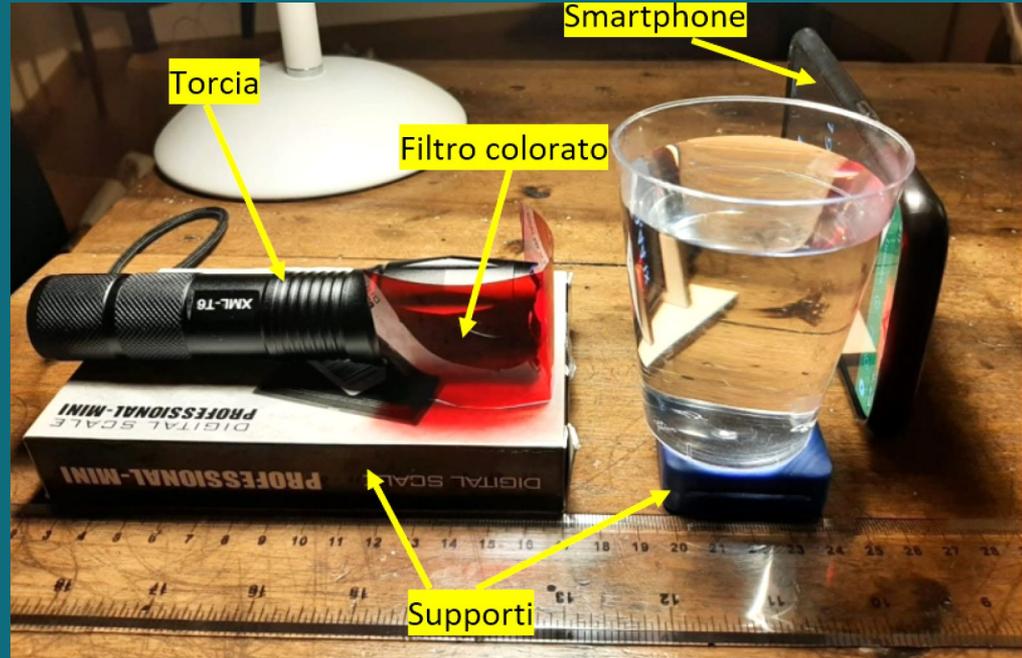
Tabella 3.1: *Tabella riassuntiva che mostra gli oggetti presenti nell'Home Kit fornito agli studenti, gli esperimenti che sono svolti tramite il Kit e i materiali che gli studenti devono aggiungere per eseguire gli esperimenti.*

Kit Physics Education

Esperimento sulla Legge di Stefan-Boltzmann



Esperimento sulla Legge di Beer (concentrazione)

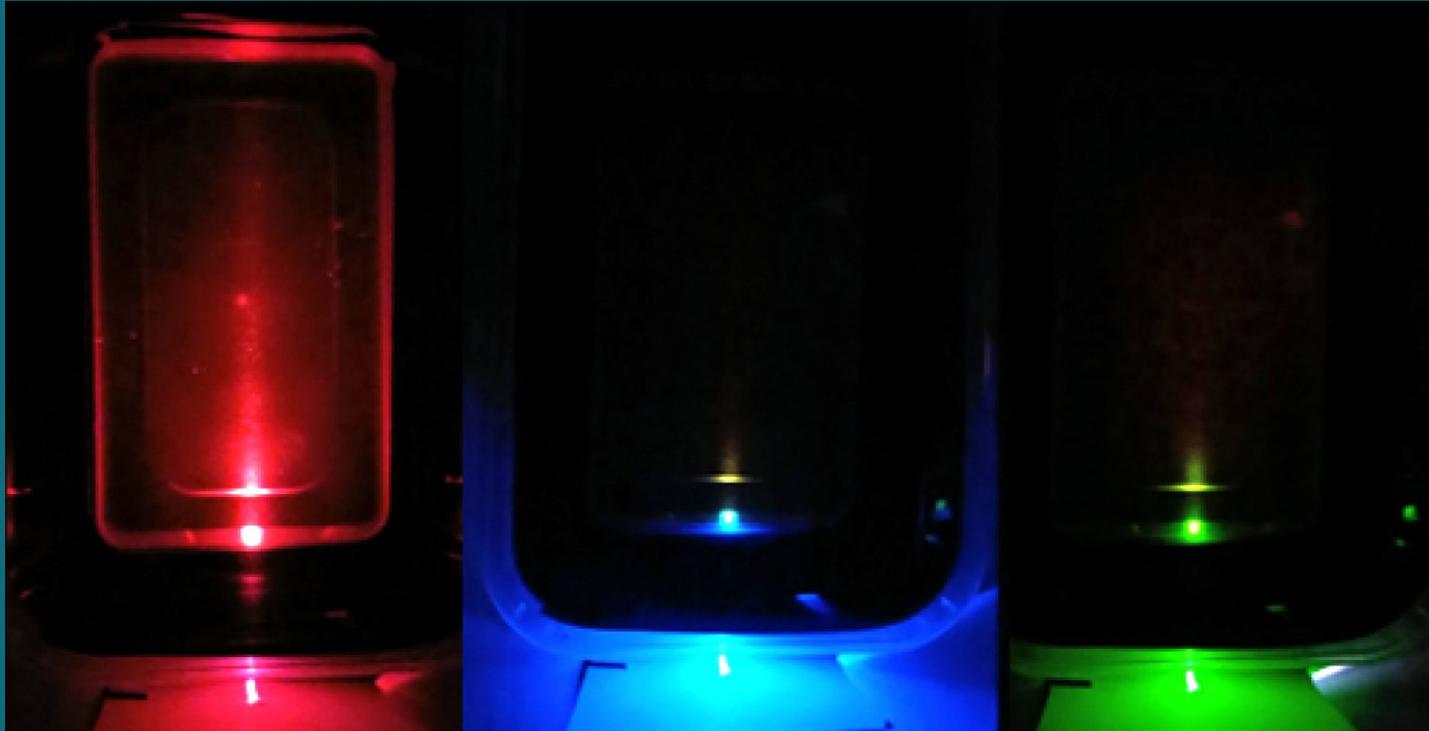
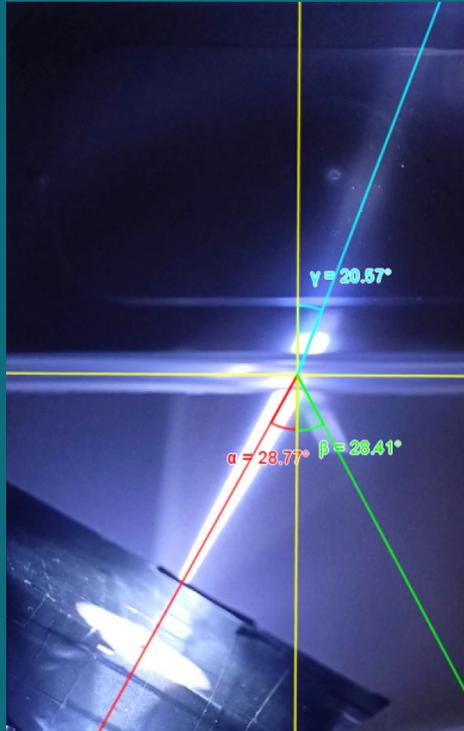


Comunicazione SIF 2021: *Esperimenti con lo smartphone per lo studio della radiazione di un corpo nero in un laboratorio a distanza*
Tufino E, Rosi T, Caprara C, Malgieri M, Onorato P

Quantitative experiments in a distance lab: studying blackbody radiation with a smartphone
P Onorato, T Rosi, E Tufino, C Caprara, M Malgieri - European Journal of Physics, 2021

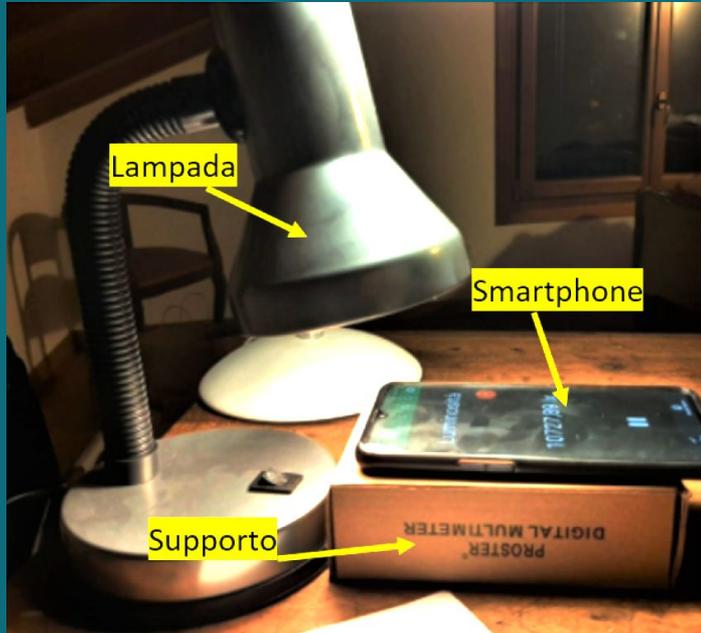
Kit Physics Education

Legge di Snell, assorbimento selettivo...



Kit Physics Education

Esperimento sulla Legge di Beer (spessore)



Using smartphone cameras and ambient light sensors in distance learning: the attenuation law as experimental determination of gamma correction
P Onorato, T Rosi, E Tufino, C Caprara, M Malgieri - Physics Education, 2021

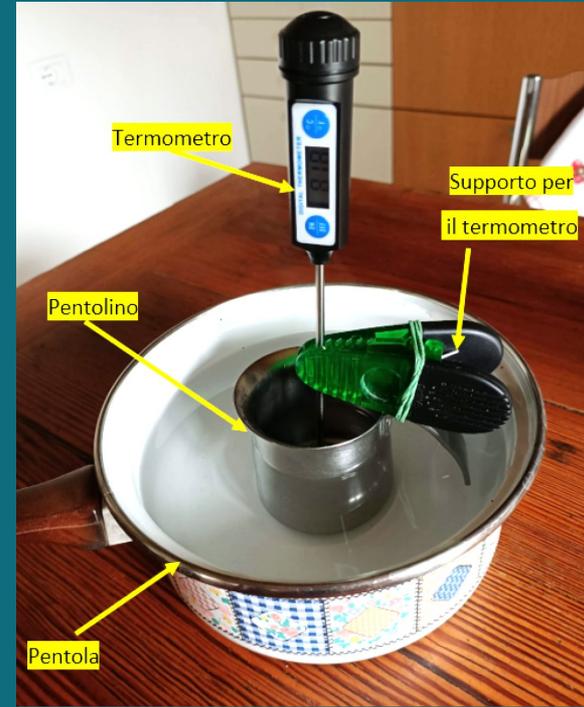
Il laboratorio didattico della Fisica nell'insegnamento a distanza: progettazione e sperimentazione di un Home Kit
Caterina Caprara, Tesi magistrale UniTrento 2021

Kit Physics Education

Esperimento con lampada e lastrine (equilibrio radiativo)

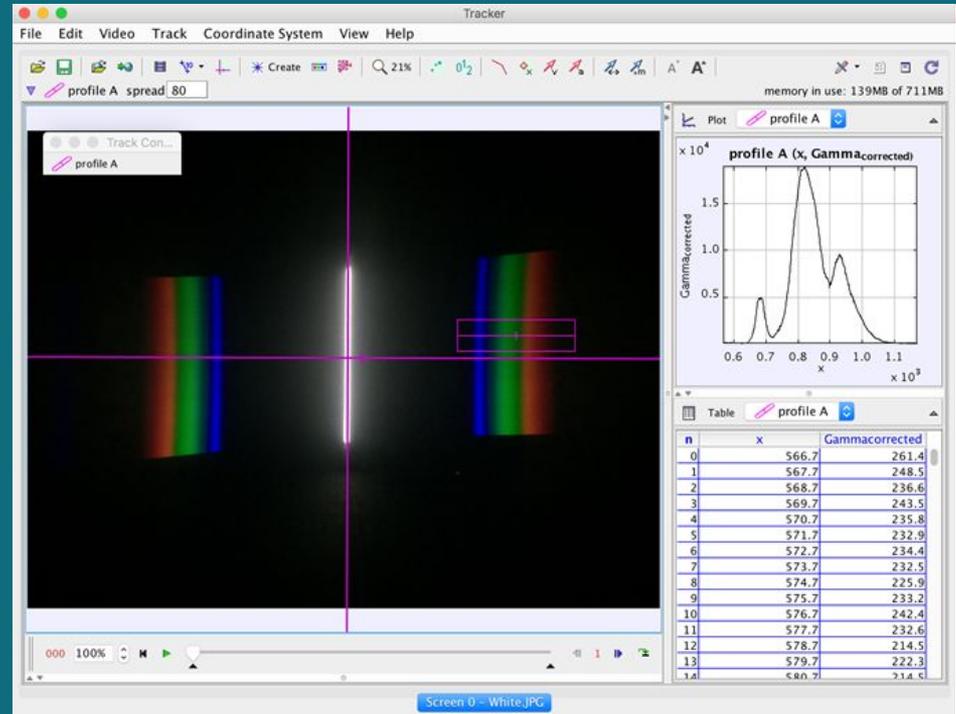


Esperimento sulla Legge di Newton del raffreddamento



Kit Physics Education

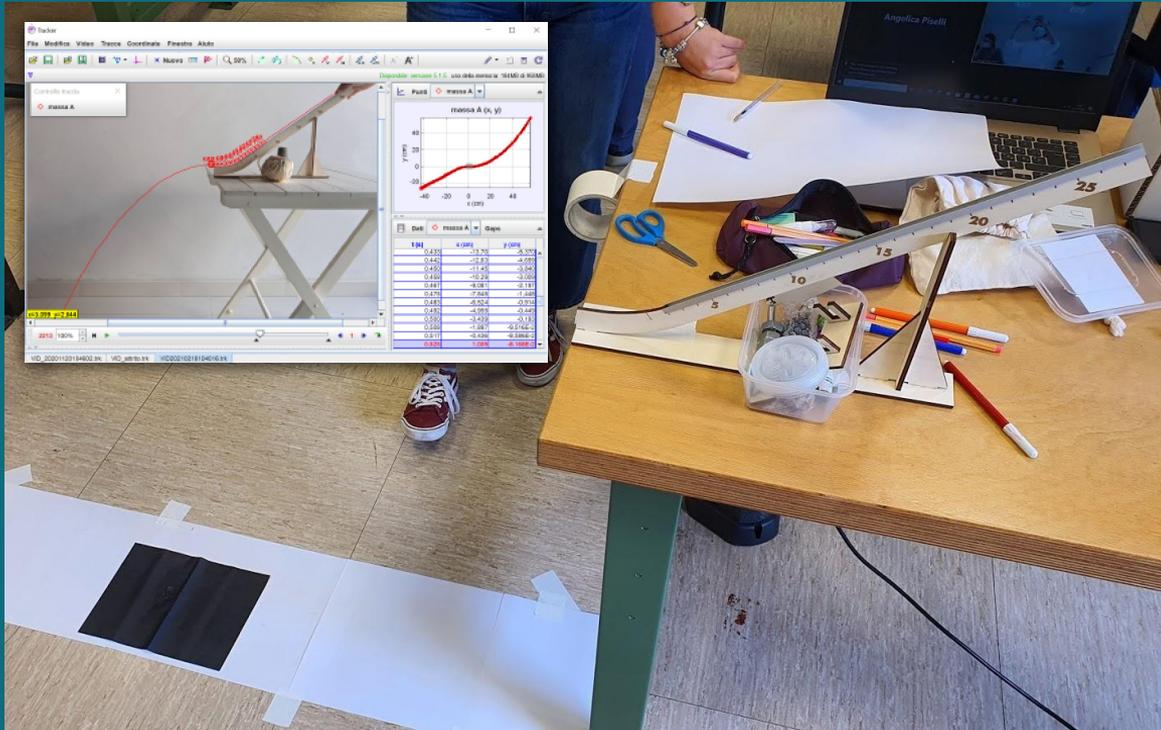
Esperimenti di spettroscopia



What are we looking at when we say magenta? Quantitative measurements of RGB and CMYK colours with a homemade spectrophotometer
T Rosi, M Malgieri, P Onorato, S Oss - European Journal of Physics, 2016

Kit Physics Education

Indipendenza dei moti



Legge di Hooke



*Il laboratorio didattico della Fisica nell'insegnamento a distanza: progettazione e sperimentazione di un Home Kit
Caterina Caprara, Tesi magistrale UniTrento 2021*

Il corso Physics Education a Modena

Versione più compatta di Trento

Esperienza e feedback analoghi a Trento

Il Kit continuerà ad essere fornito agli studenti per permettere loro di svolgere attività sperimentali a casa anche in un ritorno in presenza al 100%

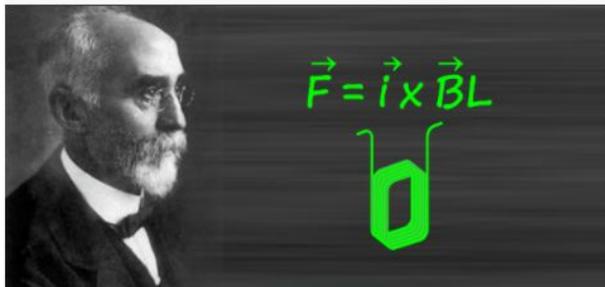


- 1 Supporto per smartphone
- 1 Film di plastica
- 8 Chiodi N°2
- 1 Supporto dadi con gancetto e molle
- 1 Termometro per alimenti
- 2 Calorimetri low-cost (polistirene)
- 1 Tavoletta
- 2 Bicchieri plastica trasparente
- 1 Calorimeetro alimentare
- 2 Fili RGB
- 2 Bicchieri a diffusione (500 ml)
- 1 Cassetto nero

Corso Physics Education a Trento

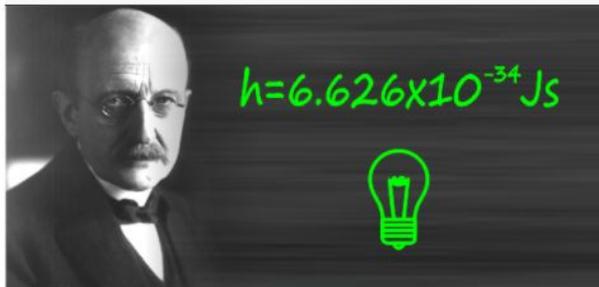
III.
VirtualLab UniTrento

Hendrik Lorentz



Nel laboratorio virtuale dedicato a Lorentz, determineremo la forza agente su di una bobina percorsa da corrente a seguito dell'interazione con un campo magnetico. Imposteremo l'apparato in modo da poter verificare la teoria presentata nella scheda "Apparato" e modificando parametri di input, verificheremo quindi la correttezza dell'analisi.

Max Planck



Nel laboratorio virtuale dedicato a Planck, determineremo l'omonima costante combinando due analisi laboratoriali. La prima, basata sulla caratterizzazione di diversi diodi luminosi. La seconda, incentrata sulla determinazione del loro spettro d'emissione. Una volta ottenuti i parametri necessari saremo in grado di ottenere il valore numerico di tale costante.

Scopo del laboratorio virtuale è la verifica della forza di interazione fra corrente e campo magnetico. In particolare, come descritto da Lorentz, un filo conduttore di lunghezza L , percorso da una corrente costante i , una volta immerso in una regione di spazio afflitta da un campo magnetico uniforme B , risentirà di una forza:

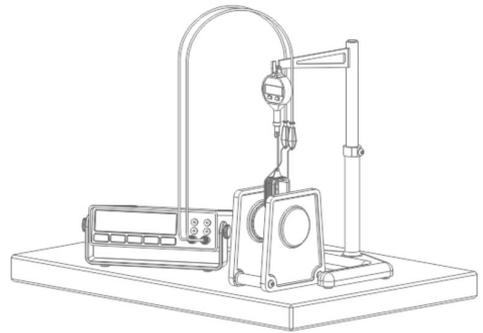
$$\vec{F} = i \times \vec{B}L$$

Per verificare tale relazione, fisseremo i parametri geometrici della spira, nella fattispecie le dimensioni e il numero di avvolgimenti, e la zona nella quale sussiste il campo magnetico. Per la produzione di quest'ultimo, sfrutteremo due magneti permanenti fissati a supporti metallici in grado di mantenere la loro distanza costante e le loro superfici parallele. In particolare, per ottenere un campo magnetico il più uniforme possibile nella zona di interazione con la spira, utilizzeremo magneti aventi diametro molto maggiore della dimensione dell'avvolgimento in esame.

Dobbiamo quindi far scorrere una corrente costante attraverso la spira. Per fare ciò, ci avvarremo di un alimentatore in grado di generare dei valori costanti di corrente a step via via maggiori, fino a raggiungere un livello massimo. Tale corrente è trasferita alla bobina mediante dei cavi conduttori fissati a quest'ultima attraverso dei coccodrilli.

Fino ad ora abbiamo impostato i parametri di input e fissato le condizioni iniziali per la misurazione, ma manca ancora un metodo per misurare la forza a seguito dell'interazione elettro-magnetica. Ci avvarremo quindi di un dinamometro fissato ad un capo a un supporto in grado di modificare la sua posizione lungo l'asse verticale e l'altro alla bobina stessa. Tareremo quindi lo strumento in modo da produrre come output un valore di forza nulla quando la bobina è fissato ad esso e non è percorsa da corrente, in modo tale da ottenere una misurazione di forza non contenente la gravitazione.

Una volta assemblato l'apparato, si presenterà in una configurazione del tipo:



Alimentatore Assistenti



L'alimentatore è un componente fondamentale e immancabile in qualsiasi laboratorio. Esso ci permette di avere come output degli step definiti di corrente mediante la pressione del tasto corrispondente. Avremo quindi, nel display, la visualizzazione del valore effettivamente applicato al carico. Quest'ultimo viene collegato mediante le boccole di uscita poste nella parte orientale dello strumento.

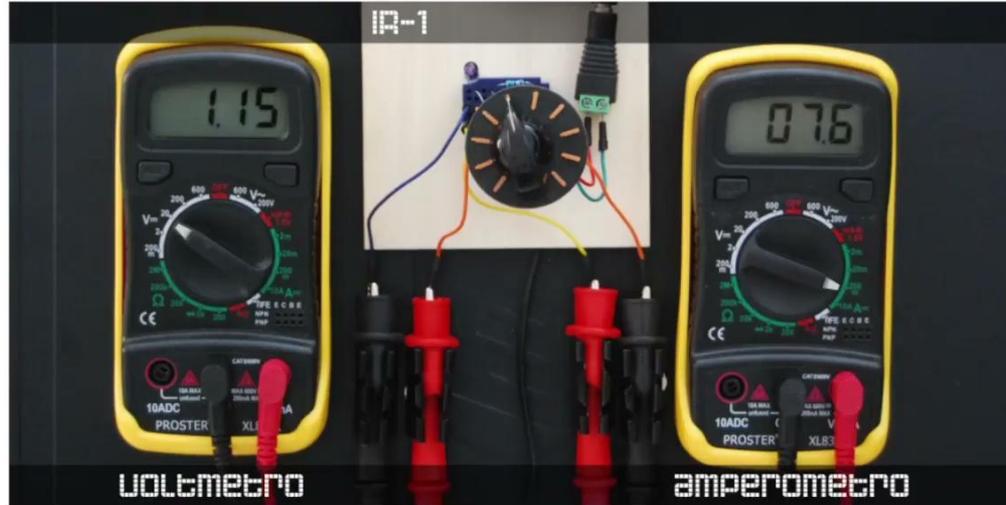
Tutta la spiegazione avuta fino ad ora vi ha solo messo più confusione? Vi siete persi durante la spiegazione guardando il cellulare? O semplicemente vi sentite intimoriti dalla maestosa aura della fisica? Non disperatevi, gli assistenti sono pronti a restare al vostro fianco per l'intera durata dell'esperienza! Vi daranno una mano col setup dello strumento, aiutandovi nella lettura degli strumenti. Se siete giunti fino a qui, correte alla prossima scheda, scegliete il vostro assistente preferito e che sia per voi "L'inizio di una Grande Avventura" nel mondo della fisica sperimentale!

Bobina Cavetti



Le bobine che useremo sono costituite da un filo conduttore in rame avvolto attorno ad un supporto di materiale isolante avente una geometria rettangolare. Il supporto ci permette, oltre a definire le proprietà geometriche, di collegare il sistema al dinamometro. In particolare, le dimensioni della loro sezione è di (50x60)mm. Il numero degli avvolgimenti invece sarà scelto dall'assistente che vi aiuterà durante l'esperienza.

Dotazione standard per ogni circuiteria. Cavi di materiale conduttore contenuti all'interno di una guaina isolante. Un capo è caratterizzato da connettori banana per il collegamento standard alle boccole degli alimentatori mentre l'altro presenta connettori coccodrillo, in modo tale da poter essere collegato ai capi liberi del circuito in esame.



- Riproduzione di un vero esperimento con veri dati sperimentali
- Elementi di interattività che riproducono le azioni che si devono compiere in presenza
- Esperimenti realizzabili anche con il kit



APPARATO

COMPONENTI

SIMULAZIONE

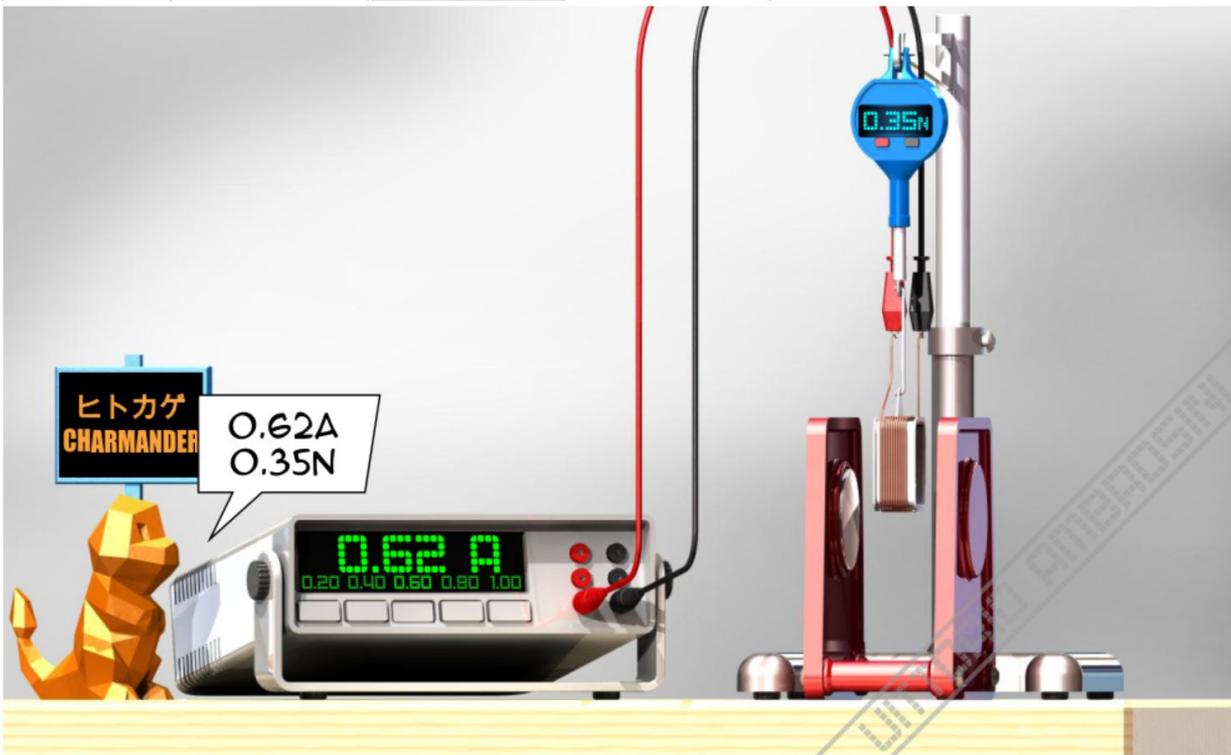
ESPERIMENTO



Laboratorio virtuale...

Setup Alimentatore

$i = 0.40A$



+Laboratorio simulato

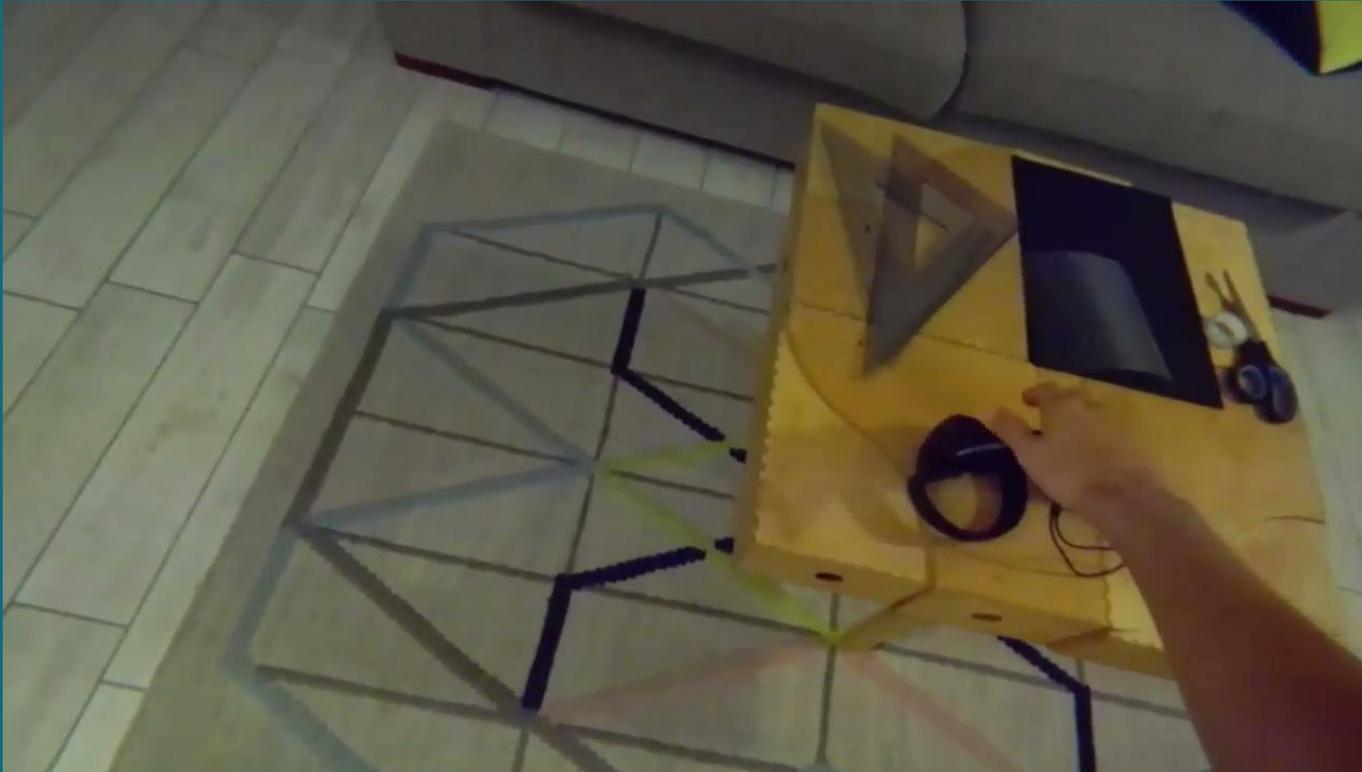
IV.
Realtà Aumentata

Realtà Aumentata



Realtà Aumentata - esempio

Dalla nostra presentazione SIF 2020



https://youtu.be/_Y0tJ-Ujmhw

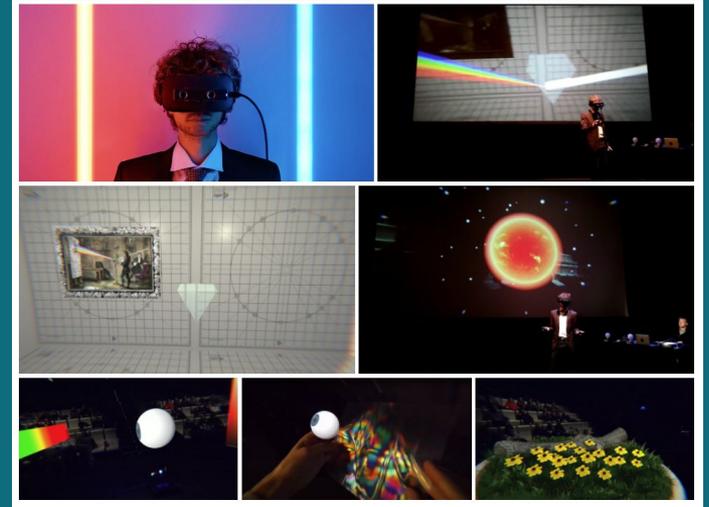
Progetto AnReAL



<https://www.youtube.com/watch?v=kRCERhfJzR4&t=2s>

Commercial virtual reality headsets for developing augmented reality setups to track three-dimensional motion in real time
T Rosi, M Perini, P Onorato, S Oss - Physics Education, 2021

HyperVision



<https://leveluptrento.com/hypervision/>

Corso Physics Education a Trento

v.
Sondaggio EEE

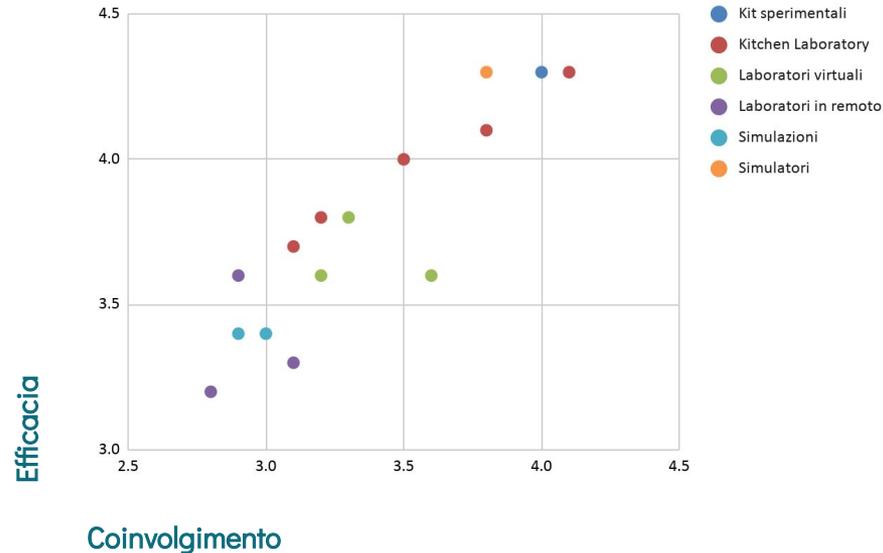
Efficacia, Apprezzamento, Coinvolgimento

Experiments	Type	Topic	Person	Effectiveness	Enjoyment	Engagement
Build and use the home-made spectroscope using diffraction gratings and cardboard	HEK	O	I	4,3	4,3	4,0
experiments performed at home by students on rolling motion, Classical relative motion and Circular motion	KL	M	I	4,1	3,5	3,8
Experiments performed at home by the teacher (Relative motion)	KL	M	T	4	3,7	3,5
Experiments performed at home by the teacher (construction of electroscope, electric forces, Oersted experiment)	KL	EM	T	3,8	3,5	3,2
experiments performed at home by students (single slit)	KL	O	I	4,3	4,2	4,1
Experiments performed at home by the teacher (light polarization)	KL	O	T	3,7	3,3	3,1
The tangent Galvanometer [42]	RCL	EM	LG	3,3	2,9	3,1
Single and double slit experiment	RCL	O	LG	3,6	2,9	2,9
(photoelectric effect)	RCL	QP	LG	3,2	2,8	2,8
Virtual Remote Lab pre-recorded experiment (Electron Motion in Electric and Magnetic Fields)	VRL	EM	G	3,6	3,2	3,6
Virtual Remote Lab pre-recorded experiment (tracker analysis of single/double-slit interferences figure)	VRL	O	I	3,8	3,3	3,3
Virtual Remote Lab pre-recorded experiment (The existence of indivisible photons[48])	VRL	QP	LG	3,6	3,1	3,2
Wave optics simulations (diffraction, interference, light polarization)	Ss	O	LG	3,4	2,9	2,9
virtual laboratories explaining microscopic model and experiments: Compton and photoelectric effect	Ss	QP	LG	3,4	2,8	3
the use of Algodoo to create virtual simulations	Sr	M	I	4,3	3,9	3,8

Efficacia, Apprezzamento, Coinvolgimento

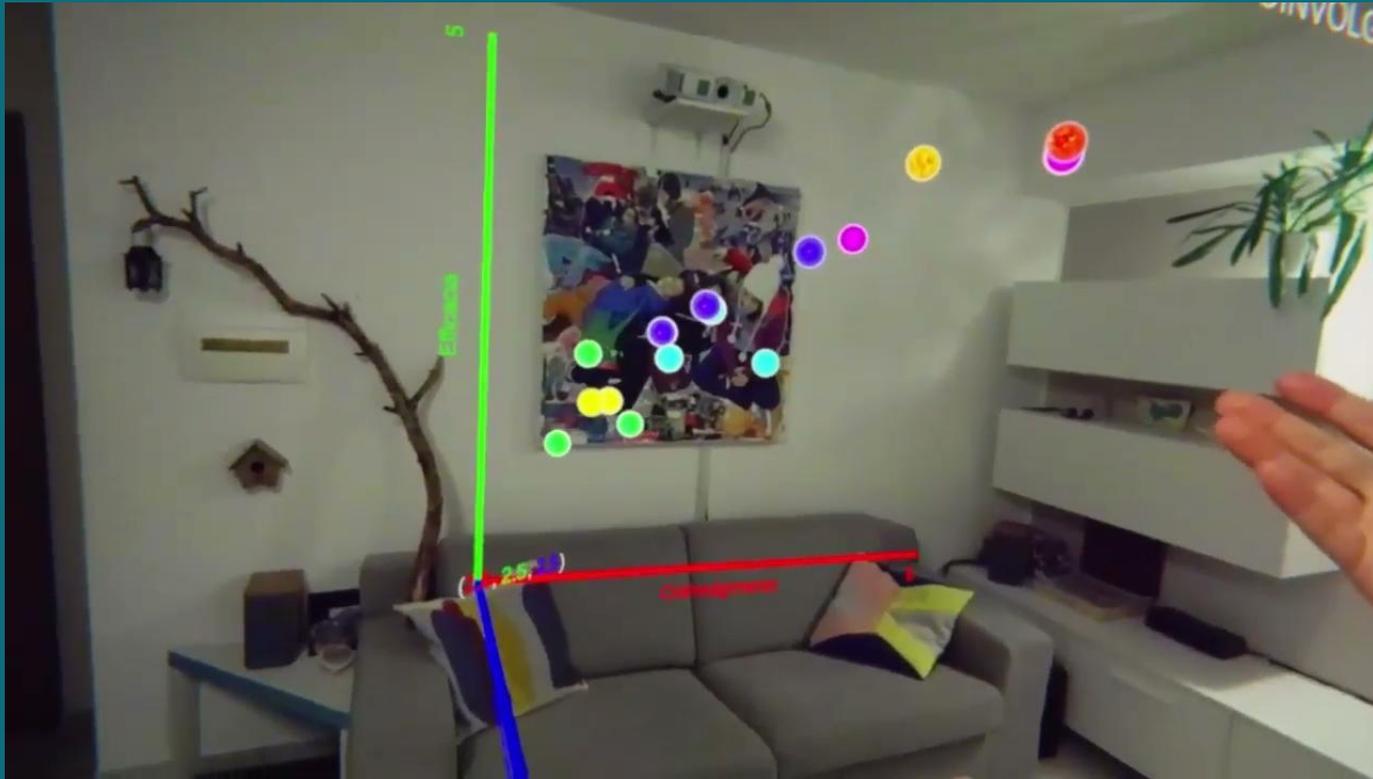
Indici di correlazione:

	Effectiveness	Enjoyment	Engagement
Effectiveness	1		
Enjoyment	0,949	1	
Engagement	0,901	0,906	1



Efficacia, Apprezzamento, Coinvolgimento

Dalla nostra presentazione SIF 2020



VI.

Prime analisi progetto COSID-20

Interviste a professori e studenti dei 4 corsi analizzati

Obiettivo

Analisi delle esperienze in DaD da entrambi i punti di vista, individuare aspetti di efficacia e criticità

 Physics Education Pasquale Onorato		Durata 56 ore + 56 ore Studenti 18+20, magistrale (principalmente matematici e qualche fisico)	
Lezione teorica (metodo e strumenti)	Laboratorio (metodo e strumenti)	Esame (tipologia e criteri di valutazione)	
<ul style="list-style-type: none"> Poche ore (10-12) di lezioni solo teoriche all'inizio del corso, poi circa 2 ore di teoria e 2 di laboratorio per ogni lezione Uso di slide Uso di pre-test e post-test 	<ul style="list-style-type: none"> Kitchen physics, home-kit, labor remot Istruz profe sperii confr Lavor break 	<ul style="list-style-type: none"> Elaborato finale (progettazione di 	
		Aspetti che hanno funzionato	Aspetti migliorabili
		<ul style="list-style-type: none"> Attività individuali per il progetto finale (kitchen physics e home-kit) Clima collaborativo, non c'era timore ad esporsi ("<i>più importante del risultato dell'esperimento</i>") "<i>Hanno funzionato bene le discussioni tra pari</i>" "<i>È importante accogliere bene i propri errori</i>", per questo ci sono state discussioni partecipate Lavori di gruppo in cui si sono dovuti ingegnare: automotivanti Nel secondo corso sono migliorate le attività di gruppo e la gestione delle varie metodologie in DaD 	<ul style="list-style-type: none"> Metodologia d'uso delle <i>breakout rooms</i> È possibile rivedere la scelta delle attività e degli argomenti È peggio fare lezione in presenza con le limitazioni COVID piuttosto che a distanza, se giustamente preparati

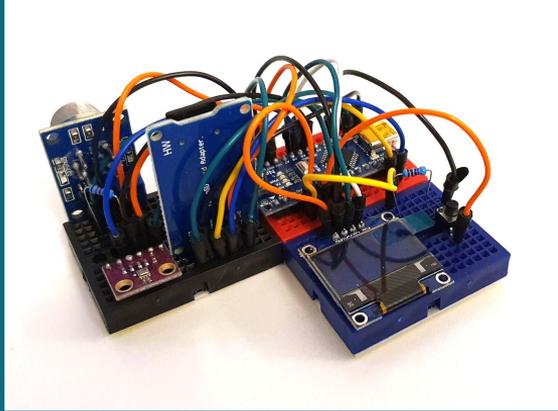
Alcuni punti chiave emersi dalle interviste

- ▶ Utilizzare **metodologie diverse** (laboratorio a distanza in varie forme, flipped classroom, lavoro di gruppo su compito complesso), allontanarsi il più possibile dalle slide
- ▶ **Home-Kit** permettono di ripetere esperienze al di fuori della lezione
- ▶ **Lezione partecipata**, interazione tra pari (peer tutoring/learning), lavoro di gruppo
- ▶ Importanza dell'**errore come strumento di apprendimento** necessario
- ▶ Rendere il **sistema di valutazione realmente formativo** (valutazione *per* l'apprendimento e non solo *dell'*apprendimento)
- ▶ Uso di **diversi canali di interazione** (Discord/Slack/Telegram...)
- ▶ Coinvolgimento di **tutor**; gli studenti si espongono di più e sono più partecipi
- ▶ L'**autoanalisi dei docenti** sulle criticità da affrontare trovano riscontro nelle interviste agli studenti...

VII.

Altre azioni COSID-20

Altre azioni COSID-20



- ▶ Kit misura CO₂ (testato al Liceo Scientifico Galileo Galilei di Trento)
Presentazione a “Didamatica 2021”
- ▶ Kit “Remote Lab” per corso di elettronica
(https://nse.physics.unitn.it/en/nse_teaching.html)
- ▶ Analisi di corsi non laboratoriali (ad es. Fisica Generale I del prof. Stefano Oss)
- ▶ In fase di valutazione: sviluppo di un laboratorio in presenza e in remoto per l’astronomia



Stefano Oss