

Tesi di dottorato in fisica - XXXV ciclo



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Fisica

IN VIAGGIO ATTRaverso la fisica

Proposta di un curriculum di fisica
per aree tematiche

Supervisore: Stefano Oss

Dottoranda: Marica Perini
marica.perini@unitn.it

«il docente ‘si aggiorna’ nel momento in cui, ripensando criticamente il proprio fare scuola, lavora a rendere il proprio insegnamento più essenziale e più rigoroso, più semplice e più profondo». [1]

Ringraziamenti

Il mio *viaggio* nella didattica della fisica è iniziato casualmente tanti anni fa, nel 1997, grazie a Vittorio Zanetti, che ricorderò sempre con affetto e riconoscenza.

Da allora, complice le numerose collaborazioni con il Dipartimento di Fisica di Trento e l'allora Museo Tridentino di Scienze Naturali, il mio interesse si è spostato piano piano dalla matematica alla fisica e, a distanza di venticinque anni dalla laurea in matematica, mi ha portato a conseguire il dottorato in fisica.

In questo lungo cammino sono molte le persone che devo ringraziare. Stefano Oss, per aver creduto in me e avermi sostenuta e accompagnata in questo percorso; Luigi Gratton, per tutto quello che mi ha insegnato negli anni e per i preziosi suggerimenti che mi ha sempre dato e mio marito e i miei figli, per il supporto morale e la pazienza che hanno avuto in questi tre anni.

Il progetto di rinnovamento del curriculo al quale ho lavorato non sarebbe stato portato a termine senza l'aiuto diretto o indiretto di molti altri amici e conoscenti.

Ringrazio perciò tutti coloro che lavorano o hanno lavorato e collaborato presso il laboratorio di comunicazione delle scienze fisiche nel corso degli anni: Roberto Gobbo, Elvira Biasioli, Teresa Lopez Arias, Silvia Defrancesco, Gabriele Calzà, Beniamino Danese, Fabrizio Logiurato, Tommaso Rosi, Giuliano Zendri, Elia Bombardelli, Elena Pizzinini, Eugenio Tufino, Pasquale Onorato e chi involontariamente potrei aver dimenticato.

Ringrazio Dino Zardi, Micaela Paoli, Remo Iori e tutto il personale dell'officina elettronica, dell'officina meccanica e dei laboratori didattici del dipartimento di fisica di Trento, che con immediata disponibilità, passione e gentilezza mi hanno sempre fornito aiuto e supporto.

Sono estremamente riconoscente a tutti coloro che hanno partecipato alle discussioni preliminari, Cristina Battistata, Loredana Callovi, Marina Campestrin, Luciano Cappello, Alessandra Curcu, Ester Dalvit, Novella Eghenter, Antonella Franceschini, Giovanni Lombardi, Maria Moser, Mauro Marconi, Roberta Tommasini e Paolo Caresia, che ha inoltre progettato e condiviso le animazioni di ottica.

Ringrazio le mie amiche Alessandra, Stefania e Vera per i preziosi suggerimenti, mio padre per la rilettura finale e DeA Scuola per avermi permesso di riportare nella tesi immagini ed esercizi tratti dai libri di testo ai quali ho collaborato in questi anni.

Un ringraziamento speciale va agli insegnanti e agli studenti che hanno sperimentato i percorsi, perché senza di loro questo lavoro non sarebbe stato mai portato a termine.

Spero di non aver dimenticato qualcuno e se involontariamente lo avessi fatto, me ne scuso.

Grazie di cuore a tutti.

La stesura di questa tesi è stata un'operazione complessa e, nonostante le numerose revisioni, potrebbero esserci refusi, omissioni o errori di attribuzione, che chiedo gentilmente di segnalare per l'eventuale regolarizzazione.

«Fate quello che dovete fare per mantenere il nostro sistema di istruzione al passo con i tempi, ma non togliete la creatività e l'apertura mentale». [2]

Prefazione

Mi piace pensare alla scuola come a un grande universo, all'interno del quale si intrecciano le vite di molte persone diverse che, fondamentalmente, si distinguono in studenti, docenti, personale amministrativo, tecnico e ausiliario (ATA).

In un istituto con dieci sezioni, con una media di 22 studenti per classe, si può ipotizzare ci siano 1100 studenti, 140 docenti e 45 ATA. Risulta evidente come la scuola sia costituita per la maggior parte da studenti. E gli studenti hanno una caratteristica peculiare, rispetto al personale scolastico: sono giovani.

Qualche anno fa, al termine del collegio docenti di settembre, una dirigente ha condiviso uno scritto che riportava queste quattro affermazioni:

«La nostra gioventù ama il lusso, è maleducata, si burla dell'autorità, non ha alcun rispetto degli anziani. I bambini di oggi sono dei tiranni, non si alzano quando un vecchio entra in una stanza, rispondono male ai genitori. In una parola sono cattivi».

«Non c'è alcuna speranza per l'avvenire del nostro paese se la gioventù di oggi prenderà il potere domani. Questa gioventù è insopportabile, senza ritegno, terribile».

«Il nostro mondo ha raggiunto uno stadio critico, i nostri ragazzi non ascoltano più i loro genitori, la fine del mondo non può essere lontana».

«Questa gioventù è marcia nel profondo del cuore. I giovani sono maligni e pigri. Non saranno mai come la gioventù di una volta. I giovani di oggi non saranno capaci di mantenere la nostra cultura».

Ai lettori, sembreranno frasi attuali, ma non è così. La prima è attribuita a Socrate (470 a.C.), la seconda è di Esiodo (VIII-VII secolo a.C.), la terza è di un sacerdote dell'antico Egitto (2000 anni a.C.), la quarta è stata ritrovata su un antico vaso di argilla babilonese (3000 anni a.C.).

I giovani d'oggi non potranno mai essere come quelli di ieri, semplicemente perché... sono giovani. In quanto tali, sono l'incarnazione del cambiamento e del progresso e hanno la necessità di "rompere" con il passato. Sta alla famiglia e a noi insegnanti aiutarli ad affrontare questa rottura con consapevolezza e maturità.

La scuola può e deve essere il luogo per eccellenza deputato al cambiamento.

Forse non è ancora così, ma guardo al futuro con fiducia.

Riassunto

La domanda di molti studenti e molte studentesse a scuola si ripete anno dopo anno: “prof., perché dobbiamo studiare fisica?”

Spiegare bene, trasmettere amore per la disciplina, usare metodologie innovative non è sufficiente.

Le Indicazioni Nazionali, in quanto “indicazioni” e non “prescrizioni”, spronano a progettare e sperimentare liberamente percorsi nei quali l’insegnante sia una guida che stimola la creatività e l’autonomia degli studenti.

Il lavoro presentato in questa tesi di dottorato consiste in una ristrutturazione per aree tematiche del curriculum di fisica del primo biennio del liceo scientifico e nella sua sperimentazione nelle classi, che ha coinvolto quindici insegnanti e quasi 380 studenti e studentesse.

Il progetto è nato nell’ambito di un rinnovamento che si è reso necessario in un liceo scientifico della Provincia Autonoma di Trento dove, negli ultimi anni, erano stati rilevati un aumento del numero di carenze formative e un crescente disamore verso la disciplina. L’istituto è intervenuto incrementando le ore dedicate alla fisica, portandole da due a tre ore settimanali e, contestualmente, chiedendomi di proporre e coordinare un lavoro di rivisitazione del curricolo, in collaborazione con il Laboratorio di Comunicazione delle Scienze Fisiche dell’Università di Trento.

La ricerca in didattica della fisica (di seguito denominata PER – Physics Education Research) da oltre vent’anni evidenzia l’efficacia dell’insegnamento in contesto, e la normativa scolastica a livello provinciale, nazionale ed europeo lo consentirebbe perché invita alla sperimentazione di percorsi innovativi volti all’acquisizione di competenze. Mentre in alcuni paesi stranieri sono stati progettati e sperimentati con successo interi curricoli tematici, nelle scuole italiane non risulta che gli insegnanti riescano a integrare in modo permanente ed efficace nella loro programmazione le unità di insegnamento-apprendimento in contesto proposte dalla PER.

Si è deciso pertanto di indagare i motivi per i quali questo approccio non viene adottato sistematicamente. Per prima cosa, è stato somministrato un sondaggio a circa 300 studenti e studentesse frequentanti il triennio di licei scientifici nella Provincia Autonoma di Trento, focalizzato sull’esperienza di apprendimento della fisica al primo e al secondo anno, al fine di ricavare informazioni sulla loro percezione relativamente alle metodologie adottate e ai contenuti affrontati nel primo biennio. Sono quindi stati coinvolti in gruppi di studio e lavoro una ventina di docenti di liceo scientifico attivi nell’insegnamento di questa disciplina e direttamente interessati alla revisione del curricolo. In questi incontri gli insegnanti, pur ritenendo efficace l’apprendimento in contesto mediante un approccio tematico, hanno evidenziato alcune criticità che trovano riscontro anche in letteratura. Per esempio, la mancanza di tempo per pensare e progettare percorsi significativi, la necessità di scegliere temi rilevanti e stimolanti per la classe, sui quali però l’insegnante si senta preparato, e il bisogno di coerenza tra le competenze previste dalla normativa e quelle raggiungibili attraverso i percorsi tematici.

In considerazione di quanto emerso da questa indagine, sono stati ideati quattro percorsi tematici la cui scelta è stata frutto di una lunga e attenta riflessione. Era infatti necessario individuare temi attuali, che potessero interessare la maggior parte degli studenti e delle studentesse e che permettessero di affrontare, mediante metodologie di apprendimento attivo, la maggior parte dei contenuti previsti dai piani di studio. Inoltre, si volevano individuare tematiche che permettessero di portare nella scuola i risultati PER e il lavoro svolto negli anni dal Laboratorio di Comunicazione delle Scienze Fisiche del Dipartimento di Fisica di Trento. I quattro percorsi, progettati ponendo particolare attenzione alle misconcezioni, all’uso del laboratorio povero, al processo di costruzione del sapere, al ruolo della comunicazione e a quello dei modelli e degli esperimenti nello studio dei fenomeni fisici, naturali o indotti dall’uomo, sono:

1. SARÀ VERO? Un approccio scientifico a credenze, fake news, video e post virali.

2. IL TELESCOPIO. Costruire un telescopio per comprendere le leggi dell'ottica.

3. PASSO DOPO PASSO. L'analisi della camminata e della corsa per affrontare le basi della meccanica.

4. CON LA TESTA TRA LE NUVOLE. L'analisi meteorologica per parlare di misure e proprietà termiche.

Ciascun percorso è introdotto da due storie, accompagnante da opportune esperienze di laboratorio, che gli insegnanti degli istituti comprensivi possono utilizzare nella loro programmazione in modo tale da favorire la costruzione di percorsi verticali tra il primo e il secondo ciclo di istruzione.

Il progetto è nato per il liceo scientifico ma, su richiesta di molti insegnanti, è stato esteso anche ad altre tipologie di licei. Nell'anno scolastico 2021-2022 e nei primi mesi dell'anno scolastico 2022-2023, hanno aderito e portato a termine la sperimentazione dieci classi di liceo scientifico e altrettante di licei non scientifici.

La sperimentazione è stata attuata scegliendo di formare gli insegnanti affinché potessero lavorare direttamente con i propri studenti e le proprie studentesse, senza il tramite del ricercatore. Essa si è concretizzata mediante un rapporto costante con gli insegnanti che hanno proposto i percorsi nelle classi ed è stata controllata attraverso questionari e incontri di discussione rivolti a insegnanti e corpo studentesco.

In due casi l'apprendimento è stato monitorato mediante una classe di controllo ma, nonostante gli insegnanti abbiano notato che le valutazioni medie delle classi sperimentalistiche sono state leggermente superiori a quelle delle classi di controllo, si ritiene prematuro concludere che questo approccio abbia influito in modo significativo sul processo di apprendimento. Pur coinvolgendo un numero di insegnanti e studenti elevato, il fatto che la sperimentazione si sia svolta nel corso di un solo anno scolastico non consente infatti di trarre conclusioni definitive. I docenti dovrebbero avere il tempo di interiorizzare i percorsi e le metodologie proposte, pertanto, per poter valutare l'efficacia del progetto, si dovrebbe pensare alla costituzione di un gruppo ricerca-azione pluriennale.

In ogni caso, dal confronto tra i questionari iniziali e quelli finali somministrati a tutte le classi e dalla lettura dei commenti degli studenti e delle studentesse, emerge l'efficacia di questo approccio in termini di motivazione e di atteggiamento verso la disciplina. Molti infatti hanno manifestato il desiderio che questo progetto possa essere esteso anche ad altri argomenti, evidenziando in particolare alcuni aspetti positivi: lavoro a gruppi, discussioni, possibilità di fare ipotesi ed esprimere le proprie idee, realizzazione di esperimenti con materiale povero, costruzione di strumenti di misura, momenti di confronto con i compagni, con le compagne e con l'insegnante, legame con la realtà. Dal momento che il progetto è nato proprio con questo scopo, si può concludere che i dati a disposizione confermino in una certa misura la validità di questo approccio.

Infine si ritiene che questo modo di lavorare in sinergia con gli insegnanti abbia contribuito a rinforzare i rapporti tra il mondo della scuola e il mondo della ricerca, conformemente con quanto auspicato dal Piano Strategico di Ateneo.

SOMMARIO

Guida alla lettura	1
Introduzione	3
Il contesto normativo	3
La ricerca in didattica della fisica	5
La scuola: gli studenti e gli insegnanti	8
La proposta	12
Aspettative	22
Bibliografia	23
La sperimentazione	27
Strumenti	27
I percorsi in sintesi	28
Informazioni relative alla descrizione dei percorsi	33
Sarà vero?	35
Storie di scienza	37
Il percorso per le scuole secondarie di secondo grado	43
Bibliografia	93
Approfondimenti	94
Sarà vero? – I risultati della sperimentazione	95
Analisi dei questionari	95
Una riflessione	100
Bibliografia	100
Il telescopio	101
Storie di scienza	103
Il percorso per le scuole secondarie di secondo grado	109
Bibliografia	177
Il telescopio – i risultati della sperimentazione	179
Analisi dei questionari	179
Una riflessione	188
Bibliografia	188
Passo dopo passo	189
Storie di scienza	191
Il percorso per le scuole secondarie di secondo grado	197
Bibliografia	285
Approfondimenti	286
Passo dopo passo – I risultati della sperimentazione	287
Analisi dei questionari	287
Una riflessione	293

Bibliografia	293
Con la testa tra le nuvole	295
Storie di scienza	297
Il percorso per le scuole secondarie di secondo grado	303
Bibliografia	450
Approfondimenti	451
Con la testa tra le nuvole – I risultati della sperimentazione.....	453
Analisi dei questionari.....	453
Una riflessione.....	459
Bibliografia	460
Conclusioni e sviluppi futuri	461
Appendice	463
Postfazione	469

Guida alla lettura

Al fine di rendere più fruibile il materiale presentato, si ritiene utile fornire una breve descrizione di ciascun capitolo e una rappresentazione grafica del lavoro nel suo complesso (Figura 1).

Introduzione	Presentazione del contesto normativo all'interno del quale si inserisce e si sviluppa la proposta: dal focus sui contenuti al focus sulle competenze.
	Panoramica sulla ricerca in didattica della fisica. Le pubblicazioni scientifiche: tipologia, destinatari, rapporto scuola-università
	L'ora di fisica nella scuola secondaria di II grado: che cosa ne pensano gli studenti e gli insegnanti.
	Descrizione complessiva della proposta: approccio, ruolo dell'insegnante e dello studente, macro-aree, percorsi tematici, suggerimenti per gli insegnanti, considerazioni sulle misconcezioni, riflessioni sulla valutazione, idee per percorsi verticali
La sperimentazione	Strumenti e metodi: come è stata condotta la sperimentazione, come sono stati coinvolti gli insegnanti, quali strumenti si sono utilizzati per concretizzare il rapporto con insegnanti e studenti, come è stato monitorato l'apprendimento.
	Presentazione generale dei quattro percorsi: informazioni trasversali e schede di sintesi proposte agli insegnanti negli incontri preliminari, al fine di fornire un quadro generale che permettesse agli interessati di scegliere il percorso o i percorsi da sperimentare nelle proprie classi.
	La descrizione dei percorsi: informazioni dedicate agli insegnanti.

A questi due capitoli seguono quattro coppie di capitoli dedicati ai singoli percorsi. Il primo di ciascuna coppia, è una collezione del materiale che è stato consegnato agli insegnanti affinché potessero proporre il percorso in classe. Il secondo, riporta i risultati della sperimentazione:

Titolo percorso	Due storie di scienza introducono il percorso e fanno da ponte tra le scuole primarie o secondarie di I grado e la scuola secondaria di II grado.
	Presentazione del percorso: indicazioni per gli insegnanti, descrizione dettagliata delle sequenze corredata da note di approfondimento, schede delle attività sperimentali, osservazioni e commenti degli studenti raccolti durante la sperimentazione, esempi di esercizi e problemi, bibliografia e approfondimenti.
Titolo percorso - I risultati della sperimentazione	Analisi dei questionari somministrati agli studenti prima e dopo il percorso.
	Riflessione relativa ai risultati.
	Bibliografia

Chiudono il lavoro i capitoli:

Conclusioni e sviluppi futuri

Guida alla lettura

Appendice

Scheda *Osservazioni e domande*, da proporre agli studenti come momento di riflessione al termine di ogni attività.

Esempio di griglia di osservazione per la valutazione del lavoro a gruppi.

Suggerimenti di video, canali, animazioni, simulazioni.

Bibliografia generica: gestione della classe, competenze, strumenti e metodologie per l'apprendimento.

Postfazione

A TOUR THROUGH PHYSICS IN HIGH SCHOOL

Marica Perini

LCSF - University of Trento

Why do we have to study Physics at high school?
A good teacher explains, but mostly inspires.
A good teacher keeps up to date on the latest methodologies and contents of the discipline. Yet, this may not be enough. We need to construct and to practice thematic paths in which the links between lectures and the real world are sustained and developed.

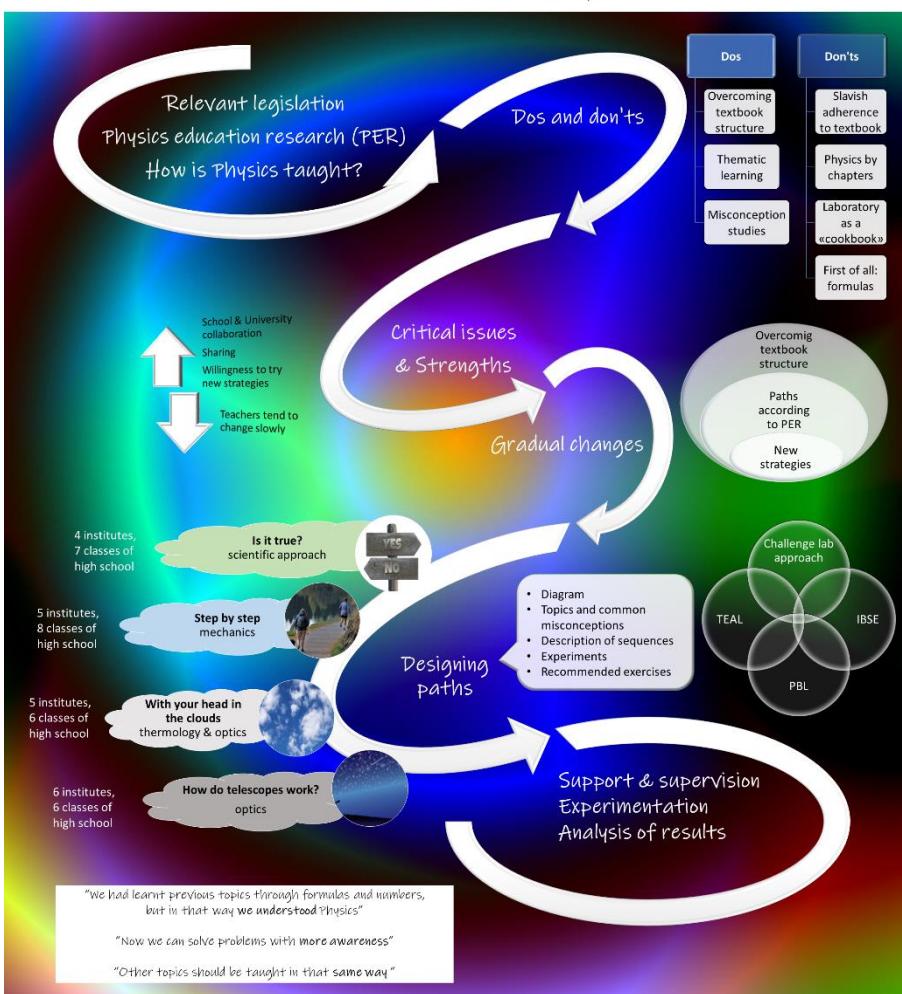


Figura 1 Poster presentato in occasione del PhD Workshop 2022

Introduzione

Questo lavoro di ricerca consiste in una rivisitazione della programmazione di fisica del biennio del liceo scientifico ed è nato nell'ambito di un progetto di rinnovamento che si è reso necessario in un liceo scientifico della Provincia Autonoma di Trento. Negli ultimi anni, infatti, l'apprendimento della fisica al biennio è stato caratterizzato da alcune criticità. In particolare, è stato rilevato un aumento del numero di carenze formative, accompagnato da un crescente disamore verso la disciplina. L'istituto è intervenuto incrementando le ore dedicate alla fisica, da 66 ore annue a 99 ore annue e chiedendomi di proporre e coordinare un lavoro di rivisitazione del curricolo, supportato dalla guida e dall'esperienza del Laboratorio di Comunicazione delle Scienze Fisiche dell'Università di Trento.

Tale richiesta è stata accolta con favore, dal momento che un simile lavoro rientra negli obiettivi perseguiti dall'Ateneo nell'ambito della Terza Missione (Figura 2).

TM 1	• Favorire la diffusione della cultura scientifica.
TM 3	• Favorire l'uso dei risultati dell'attività di ricerca.
TM 4	• Sostenere la formazione scolastica.

Figura 2 Alcuni obiettivi della Terza Missione di Ateneo, UniTrento 2017-2021

La sperimentazione è infatti un'occasione per portare nelle scuole i risultati della ricerca in didattica della fisica e può rappresentare una base utile per una riflessione di ordine metodologico e didattico più ampio, tale da consentire l'estensione del progetto nell'ambito di un nuovo percorso di orientamento e avvicinamento allo studio delle scienze fisiche come auspicato dai Piani Strategici 2017-2021 e 2022-2027 dell'Università di Trento [3]: «*La collaborazione sinergica con il mondo scolastico del territorio, oltre che nazionale, rappresenta un elemento distintivo di una terza missione di qualità. Una collaborazione che si sostanzia da un lato nell'intreccio di attività con le scuole, con dirigenti, insegnanti e studenti; e dall'altro lato con le agenzie di formazione quali IPRASE, il Dipartimento della Conoscenza della Provincia autonoma di Trento, gli enti connessi con le scuole (ad esempio HIT e FBK), con le imprese e le associazioni del terzo settore che lavorano attivamente nel mondo dell'educazione. La ricchezza e la complessità di questo ambito richiede un'attenzione strategica, anche per valorizzare i contatti con gli ambiti e le competenze del comparto di orientamento. Sarà quindi necessario distinguere e coordinare le strategie per la comunicazione della ricerca e quelle orientate ai rapporti con la scuola e con l'orientamento*».

 – (Piano Strategico 2022-2027, UniTrento).

Un lavoro di questo tipo non può prescindere da tre aspetti fondamentali, tra i quali spesso c'è uno scollamento abbastanza marcato:

- il contesto normativo;
- la ricerca in didattica della fisica;
- la scuola, ovvero gli studenti e gli insegnanti.

Il contesto normativo

Con il DPR 275 del 1999, nell'ordinamento della scuola italiana, le Indicazioni Nazionali sostituiscono i programmi, spostando l'attenzione dai contenuti ai traguardi raggiunti nello sviluppo delle competenze. In particolare, le Indicazioni Nazionali sottolineano ripetutamente la libertà di progettazione e sperimentazione di percorsi innovativi e il rifiuto di ogni prescrittivismo. A tal proposito si ritiene utile riportare alcuni estratti significativi [4]:

«Le Indicazioni sono altresì ancorate ai seguenti criteri costitutivi.

1. *L'esplicitazione dei nuclei fondanti e dei contenuti imprescindibili. Intorno ad essi, il legislatore individua il patrimonio culturale condiviso, il fondamento comune del sapere che la scuola ha il compito di trasmettere alle nuove generazioni, affinché lo possano padroneggiare e reinterpretare alla luce delle sfide sempre nuove lanciate dalla contemporaneità, lasciando nel contempo all'autonomia dei docenti e dei singoli istituti ampi margini di integrazione e, tutta intera, la libertà di poter progettare percorsi scolastici innovativi e di qualità, senza imposizioni di metodi o di ricette didattiche. Ciò ha comportato la rinuncia ai cataloghi onnicomprensivi ed encyclopedici dei "programmi" tradizionali.*
2. *La rivendicazione di una unitarietà della conoscenza, senza alcuna separazione tra "nozione" e sua traduzione in abilità, e la conseguente rinuncia ad ogni tassonomia. Conoscere non è un processo meccanico, implica la scoperta di qualcosa che entra nell'orizzonte di senso della persona che "vede", si "accorge", "prova", "verifica", per capire. Non è (non è mai stata) la scuola del nozionismo a poter essere considerata una buona scuola. Ma è la scuola della conoscenza a fornire gli strumenti atti a consentire a ciascun cittadino di munirsi della cassetta degli attrezzi e ad offrirgli la possibilità di sceglierli e utilizzarli nella realizzazione del proprio progetto di vita.*

[...] Le Indicazioni non dettano alcun modello didattico-pedagogico. Ciò significa favorire la sperimentazione e lo scambio di esperienze metodologiche, valorizzare il ruolo dei docenti e delle autonomie scolastiche nella loro libera progettazione e negare diritto di cittadinanza, in questo delicatissimo ambito, a qualunque tentativo di prescrittivismo. La libertà del docente, dunque, si esplica non solo nell'arricchimento di quanto previsto nelle Indicazioni, in ragione dei percorsi che riterrà più proficuo mettere in particolare rilievo e della specificità dei singoli indirizzi liceali, ma nella scelta delle strategie e delle metodologie più appropriate, la cui validità è testimoniata non dall'applicazione di qualsivoglia procedura, ma dal successo educativo».

Nell'allegato F, a proposito della fisica, si legge:

«Nel primo biennio si inizia a costruire il linguaggio della fisica classica (grandezze fisiche scalari e vettoriali e unità di misura), abituando lo studente a semplificare e modellizzare situazioni reali, a risolvere problemi e ad avere consapevolezza critica del proprio operato. Al tempo stesso gli esperimenti di laboratorio consentiranno di definire con chiarezza il campo di indagine della disciplina e di permettere allo studente di esplorare fenomeni (sviluppare abilità relative alla misura) e di descriverli con un linguaggio adeguato (incertezze, cifre significative, grafici). L'attività sperimentale lo accompagnerà lungo tutto l'arco del primo biennio, portandolo a una conoscenza sempre più consapevole della disciplina [...].».

Anche tutti i processi di riforma degli anni successivi mettono al centro del processo educativo lo studente e lo sviluppo integrale della sua persona e sono orientati a un apprendimento per competenze, riconoscendo l'importanza dell'innovazione in campo tecnologico-digitale. Per quanto riguarda la Provincia Autonoma di Trento, le linee guida per l'elaborazione dei piani di studio di istituto [5] invitano ad attualizzare e arricchire i percorsi con proposte innovative sul piano metodologico-didattico, a curare la progettazione di percorsi verticali condivisi tra primo e secondo ciclo, a fornire agli studenti «gli strumenti culturali e metodologici per una comprensione approfondita della realtà», a favorire un atteggiamento razionale, creativo, progettuale e critico. In particolare, nelle linee guida provinciali per la fisica [6], si suggerisce di pianificare l'azione didattica privilegiando modalità informali e momenti di scoperta, sottolineando la trasversalità delle discipline scientifiche e la necessità di condividere competenze afferenti ad aree diverse, programmando per temi/casi di studio, ricorrendo alle formule solo se necessario e prediligendo un lavoro di laboratorio volto a progettare e descrivere investigazioni che favoriscano un apprendimento critico e significativo e scoraggino quello mnemonico e meccanico, ponendo l'attenzione ai fenomeni fisici che interessano la quotidianità e la tecnologia moderna, cercando sempre di riconoscere e gestire misconcezioni o concezioni spontanee.

A tutti i livelli, provinciale, nazionale ed europeo, si invita a dare maggiore autonomia agli studenti, affinché possano costruire il proprio sapere con la guida degli insegnanti e anche i quadri di riferimento (QDR) al termine del liceo scientifico lo evidenziano. Come si legge in [7] «*la prova [...] è finalizzata ad accettare l'acquisizione dei concetti e dei metodi della fisica con riferimento ai Nuclei Tematici fondamentali che connettono verticalmente gli argomenti trattati nel percorso di studio, in relazione ai contenuti previsti dalle vigenti Indicazioni Nazionali per il liceo scientifico. In particolare, la prova mira a rilevare la comprensione e la padronanza del metodo scientifico e la capacità di argomentazione fisica attraverso l'uso di ipotesi, analogie e leggi fisiche. In riferimento ai vari nuclei tematici potrà essere richiesta, relativamente a fenomeni naturali o a esperimenti, la soluzione di problemi attraverso la costruzione e discussione di modelli, la formalizzazione matematica, l'argomentazione qualitativa, l'analisi critica di dati.*

Nonostante questa libertà d’azione, si tende a proporre un insegnamento della fisica in linea con i “vecchi” programmi e nelle scuole è prassi declinare, a livello dipartimentale, dei “programmi” in senso tradizionale. Si presenta quindi la necessità di un ripensamento degli aspetti metodologici, accompagnato da un’opportuna revisione del curricolo, nell’ambito di un’azione didattica che abbia finalità orientative e sia basata sull’ascolto, sulla relazione educativa con gli studenti e sul coinvolgimento emotivo, perché l’apprendimento passa anche attraverso le emozioni [8].

La ricerca in didattica della fisica

Le origini della ricerca in didattica della fisica risalgono all’epoca della guerra fredda e della corsa allo spazio, quando la necessità di avere scienziati di alto livello favorì il finanziamento del PSSC (Physical Science Study Committee) [9], nato nel 1956 al fine di esaminare le modalità di insegnamento e apprendimento della fisica e di proporre una didattica innovativa focalizzata sulla comprensione dei concetti, e non sulla loro memorizzazione.

La ricerca nel campo della didattica della fisica (Physics Education Research, di seguito denominata PER) si è in seguito ampliata e diffusa e ora abbraccia molti aspetti, che si possono raggruppare in tre sottoinsiemi [10].

1. Analisi dei processi cognitivi nell’apprendimento della fisica. Processi mentali che permettono di affrontare e risolvere un problema. Atteggiamento e aspettative degli studenti riguardo la fisica. Aspetti sociali: genere, razza, ambiente di apprendimento.
2. Tecnologia, progettazione e uso di laboratori virtuali, video, simulazioni. Produzione di materiali didattici.
3. Conoscenze e apprendimento. Valutazione di metodi e strategie.

I contenuti che probabilmente sarebbero più interessanti e spendibili per i docenti delle scuole secondarie sono quelli evidenziati nei gruppi 2 e 3, ma che rapporto hanno gli insegnanti con quanto la PER propone nelle pubblicazioni di settore?

Per indagarlo, è stato somministrato un questionario a un gruppo di novanta docenti di fisica che qualche anno fa hanno chiesto di essere inseriti in una mailing list per essere costantemente aggiornati sulle attività del gruppo di ricerca del Laboratorio di Comunicazione delle Scienze Fisiche dell’Università di Trento. Si tratta quindi di insegnanti motivati e interessati agli aspetti didattici.

Hanno risposto al questionario 45 docenti: 30 di liceo scientifico, 12 di licei di altre tipologie, 3 di istituti tecnici. Dall’analisi dei dati emerge che pochi insegnanti conoscono le riviste di settore più note (Figura 3): *American Journal of Physics, European Journal of Physics, The Physics Teacher, Physics Education, La Fisica nella Scuola, Giornale di Fisica, Physical Review - Physics Education Research, The Physics Educator.*

Introduzione

La più segnalata, forse perché in italiano, è *La Fisica nella Scuola*, nota comunque solo al 58% degli intervistati.

Conosci queste riviste?

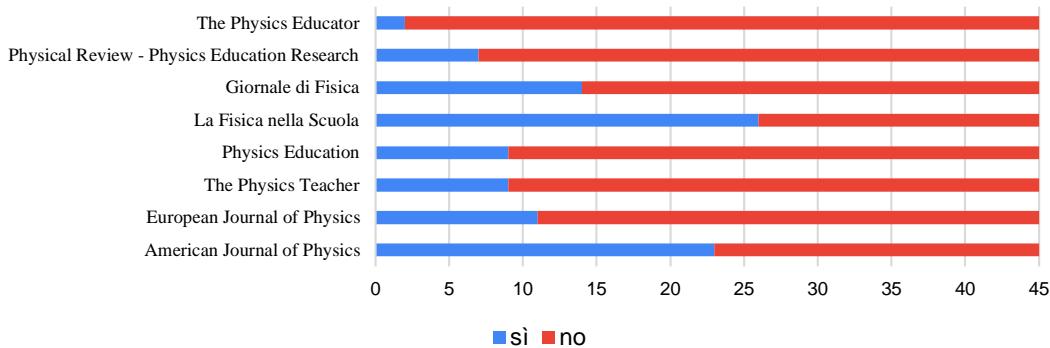


Figura 3 Questionario insegnanti e PER: conoscenza delle riviste di settore

Per quanto riguarda i contenuti, le risposte al questionario confermano l'interesse nei confronti degli articoli relativi a tecnologia, progettazione e uso di laboratori virtuali, video, simulazioni, produzione di materiali didattici, conoscenze e apprendimento, valutazione di metodi e strategie (Figura 4):

Con quale frequenza leggi articoli relativi a

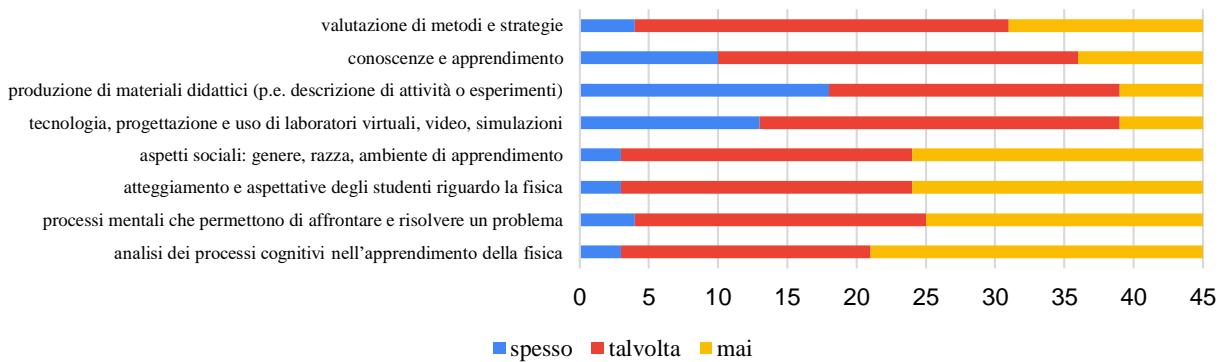


Figura 4 Questionario insegnanti e PER: frequenza della lettura di articoli

Purtroppo solo l'11% si confronta spesso con i colleghi in merito a quanto letto (Figura 5), e solo il 9% ritiene che la lettura di tali articoli sia spesso molto utile (Figura 6). Il 4% crede che i contenuti non siano spendibili in classe, e il 9% pensa che gli autori non capiscano che cosa significa lavorare in classe.

Ti confronti con i colleghi su quanto letto?

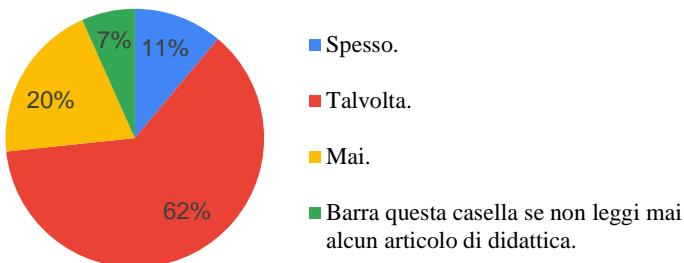


Figura 5 Questionario insegnanti e PER: confronto con i colleghi

I contenuti degli articoli pubblicati sulle riviste sopra indicate ti sembrano utili per il tuo lavoro in aula?

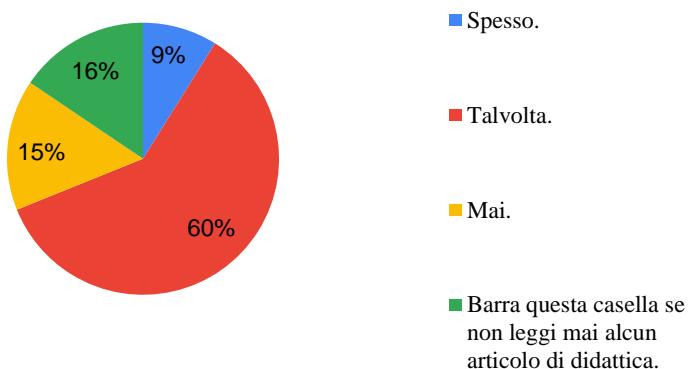


Figura 6 Questionario insegnanti e PER: utilità degli articoli

Hai mai provato ad applicare in classe quanto proposto in qualche articolo di didattica della fisica? (Esperimenti, metodologie, ...)

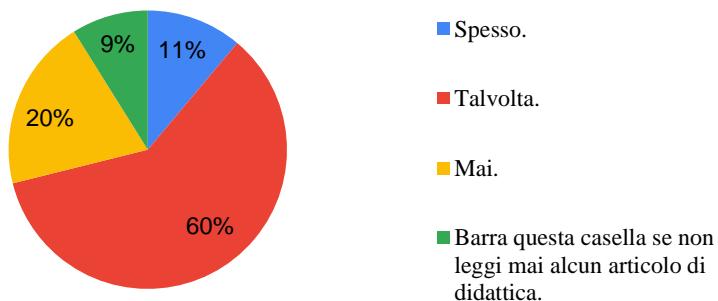


Figura 7 Questionario insegnanti e PER: trasferimento in classe delle proposte

Considerando il grande investimento nella ricerca in didattica della fisica promosso dalle università e le numerose pubblicazioni scientifiche di settore, il fatto che solo l'11% dei partecipanti a questo sondaggio abbia spesso provato a trasferire in classe quanto proposto dalla PER e che quasi il 30% non lo abbia mai fatto (Figura 7) dovrebbe far riflettere.

Alcuni insegnanti tendono ad affidarsi esclusivamente alla loro esperienza e hanno poca fiducia nella ricerca, ma altri no. Può essere che qualche lettore più attento non riesca a sperimentare nelle sue classi quanto riportato sulle riviste scientifiche, perché non capisce come integrare una proposta nella sua programmazione, o perché non trova un'articolazione particolareggiata dei percorsi, o ancora perché non crede nell'efficacia della proposta dal momento che la sua validità è stata confermata in base a un numero di dati troppo esiguo. In effetti, analizzando lo stato di fatto, emerge una criticità relativa agli studi che si riferiscono a sperimentazioni attuate nelle classi: manca una descrizione dettagliata delle proposte innovative oggetto di ricerca, accompagnata da analisi statistiche che coinvolgano un numero significativo di studenti. Spesso infatti gli articoli di settore riportano o la sola descrizione dei percorsi, o le sole analisi statistiche dove, in molti casi, i campioni utilizzati coinvolgono solo poche classi.

Anche per questo si dovrebbe auspicare una maggiore comunicazione tra mondo della ricerca e scuola. Nelle scuole si tende sempre di più a organizzare corsi di auto-aggiornamento, a volte anche di buona qualità;

sicuramente sono utili per consentire agli insegnanti di confrontarsi su contenuti e metodi, ma in questo modo si corre il rischio di cadere nell'autoreferenzialità: ecco quindi che l'università non dovrebbe mai rinunciare a farsi parte attiva, anche per evitare che la ricerca rimanga fine a sé stessa.

Per esempio, da oltre vent'anni la PER evidenzia l'efficacia dell'insegnamento in contesto [11] [12] sia in termini di apprendimento che in termini di atteggiamento (motivazione allo studio e interesse) [13] verso la disciplina, e in alcuni paesi stranieri sono stati progettati e sperimentati con successo interi curricoli tematici [13][14]. Nelle scuole italiane, invece, non risulta che gli insegnanti riescano a integrare in modo permanente ed efficace nella loro programmazione le unità di insegnamento-apprendimento in contesto proposte negli anni dalla PER [15][16][17]: perché?

La scuola: gli studenti e gli insegnanti

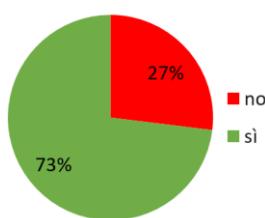
Ritenendo che l'apprendimento in contesto possa essere uno degli approcci più efficaci per aiutare gli studenti a superare le difficoltà che sempre più frequentemente emergono nelle discipline scientifiche, sono state indagate le modalità di insegnamento-apprendimento della fisica al biennio del liceo scientifico e i motivi per i quali gli insegnanti hanno difficoltà a integrarlo sistematicamente nella loro programmazione.

Gli studenti

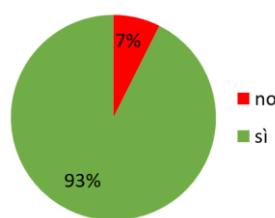
Per ricavare informazioni sulla percezione degli studenti relativamente alle metodologie adottate e ai contenuti affrontati nel primo biennio, è stato somministrato un sondaggio agli studenti del triennio del liceo scientifico della Provincia Autonoma di Trento, focalizzato sull'esperienza di apprendimento della fisica al primo e al secondo anno. Il campione rappresentativo è quello rappresentato in Figura 8, che si riferisce al liceo scientifico grazie al quale è partito il progetto.

Il sondaggio è costituito da 22 domande relative a quattro ambiti: informazioni generali, rapporto con la fisica, svolgimento dell'ora di lezione, attività di laboratorio. Dall'analisi delle risposte degli studenti è emerso che più di un quarto dei ragazzi del triennio del liceo scientifico si è disamorato della fisica, pur avendo ottenuto una valutazione sufficiente al termine del biennio (Figura 9).

Ti piace la fisica?



Alla fine del secondo anno hai ottenuto una valutazione sufficiente?



Campione rappresentativo: 297 studenti

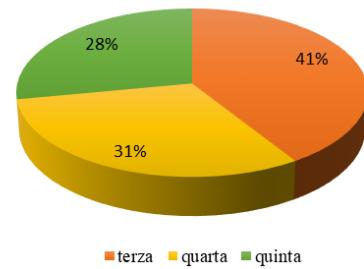


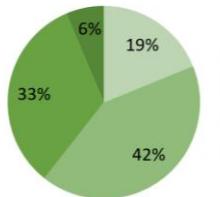
Figura 8 Sondaggio preliminare:
campione rappresentativo

Figura 9 Dal sondaggio preliminare: rapporto con la fisica, parte 1

Il 60% ritiene che l'insegnante non sia riuscito a motivare-interessare, nonostante quasi il 70% pensi che i contenuti siano stati comunque interessanti (Figura 10).

In viaggio attraverso la fisica

In una scala da 1 (per nulla) a 4 (moltissimo), quanto ritieni che il tuo insegnante sia riuscito a stimolare / motivare l'interesse verso la fisica?



In una scala da 1 (per nulla) a 4 (moltissimo), indipendentemente da come si è svolto l'insegnamento, i contenuti ti sono sembrati interessanti?

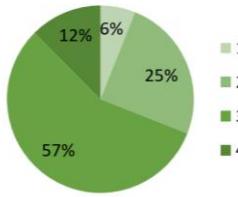
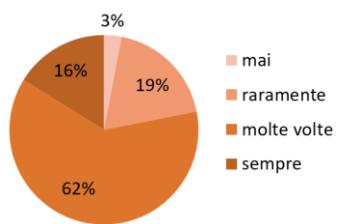


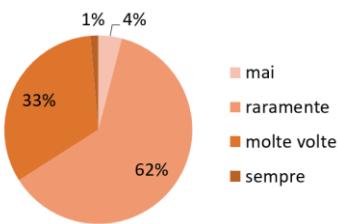
Figura 10 Dal sondaggio preliminare: rapporto con la fisica, parte 2

Per quanto riguarda lo svolgimento dell'ora di fisica, la percezione è che si facesse largo uso della lezione frontale e l'attività sperimentale eseguita direttamente dagli studenti fosse abbastanza limitata (Figura 11). Inoltre, sembra che gli esperimenti eseguiti dagli studenti, dal tecnico di laboratorio o dall'insegnante fossero spesso di verifica (Figura 12) e frequentemente strutturati (Figura 13).

A lezione parlava soltanto l'insegnante



A lezione facevamo esperimenti



A lezione discutevamo di fenomeni naturali

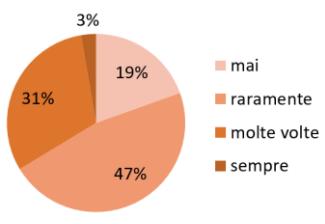
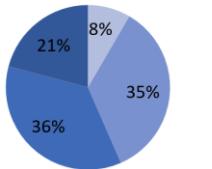


Figura 11 Dal sondaggio preliminare: l'ora di lezione

In una scala da 1 (per nulla) a 4 (moltissimo), gli esperimenti sono stati eseguiti per verificare quanto appreso a lezione



In una scala da 1 (per nulla) a 4 (moltissimo), gli esperimenti sono stati proposti come sfide/problems per introdurre nuovi argomenti

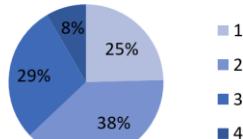


Figura 12 Dal sondaggio preliminare: attività di laboratorio, scopo

Voi studenti avete svolto più frequentemente gli esperimenti

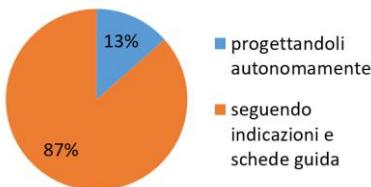


Figura 13 Dal sondaggio preliminare: attività di laboratorio, modalità

Si può tuttavia notare un'inversione di rotta negli ultimi anni (Figura 14) alla quale corrisponde anche un aumento degli esperimenti eseguiti direttamente dagli studenti (Figura 15). Questa inversione è dovuta probabilmente a una maggiore sensibilità degli insegnanti, acquisita anche grazie a incontri formativi e discussioni.

Introduzione

A lezione facevamo esperimenti

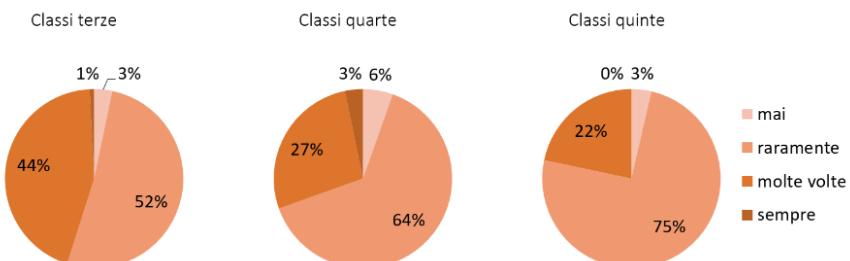


Figura 14 Dal sondaggio preliminare: l'ora di lezione, gli esperimenti

Gli esperimenti sono stati eseguiti più frequentemente

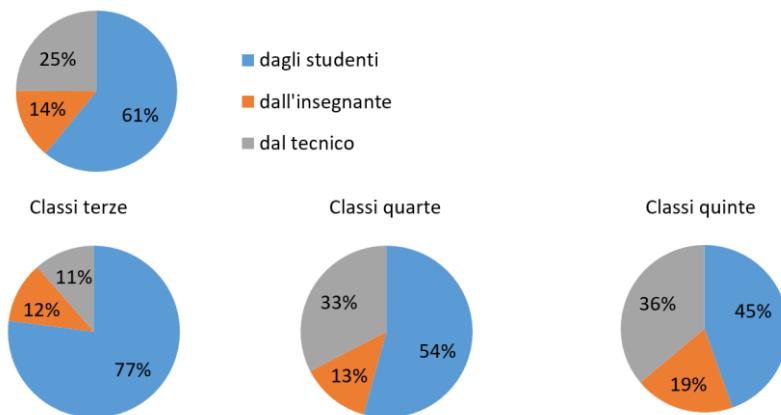


Figura 15 Dal sondaggio preliminare: l'attività di laboratorio, chi esegue gli esperimenti

Desta stupore e costringe a riflettere il fatto che quasi il 70% degli intervistati abbia risposto che durante le lezioni di fisica non si è mai parlato, se non raramente, di fenomeni naturali (Figura 11).

Un'altra domanda alla quale gli studenti hanno dato risposte interessanti è la seguente: «Se potessi tornare al biennio vorresti un numero maggiore, uguale o minore di ...». Gli studenti non hanno avuto esitazione: i loro desideri coincidono con quanto auspicato dal contesto normativo e dalla ricerca, ossia più spazio per esperimenti, attività progettuali e discussioni (Figura 16).

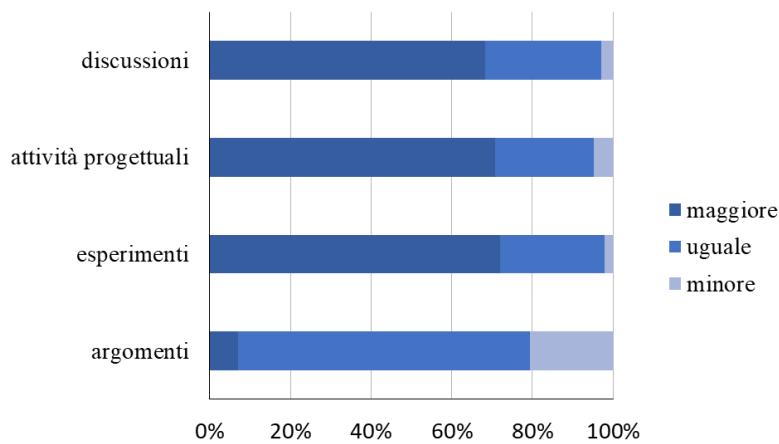


Figura 16 Dal sondaggio preliminare: «se potessi tornare al biennio vorrei un numero maggiore, minore o uguale di»

Si ritiene doveroso sottolineare che da molti anni ormai la maggior parte degli insegnanti è consapevole della necessità di porre attenzione ai processi di apprendimento, alle pratiche didattiche e all'uso del laboratorio. Il significato nascosto delle risposte degli studenti merita pertanto una riflessione. «*In particolare, sembra che*

gli studenti abbiano difficoltà nell'individuare il nesso tra i fenomeni naturali e il loro studio attraverso i modelli utilizzati nel laboratorio di fisica, soprattutto quando gli esperimenti proposti sono solo ed esclusivamente esperimenti di verifica o sono svolti dal tecnico o dall'insegnante»[18].

Gli insegnanti

Inizialmente sono stati coinvolti, in gruppi di studio e lavoro, una ventina di docenti di fisica al biennio del liceo scientifico, direttamente interessati alla revisione del curricolo. Sono stati condotti alcuni incontri di formazione in presenza e a distanza per suggerire come non insegnare fisica, e per proporre una riflessione più ampia sulle differenze tra studenti e insegnanti di ieri e di oggi, sulle differenze tra apprendimento reale e illusione che gli studenti apprendono, sullo stretto legame tra l'efficacia dell'azione didattica e la scelta dei contenuti. Il mio ruolo è stato quello di ascoltare gli insegnanti, integrando le loro esigenze e quelle degli studenti, nell'ambito dei risultati della PER e delle indicazioni nazionali e provinciali.

Come già anticipato, in letteratura si trova traccia di percorsi tematici da oltre vent'anni, ma nella scuola, nel migliore dei casi, vengono proposti come progetti aggiuntivi o estemporanei. Le cause sono molteplici. Da un lato nella scuola c'è una radicata inerzia al cambiamento, rafforzata anche dal sovraccarico di lavoro che negli ultimi anni ha investito gli insegnanti. Dall'altro, come emerso negli incontri preliminari con i docenti, la progettazione e l'attuazione di percorsi tematici comportano alcune difficoltà e necessità. In particolare, si citano i seguenti aspetti, che trovano riscontro anche in letteratura [12] [19]: mancanza di tempo per pensare e progettare percorsi significativi; opportunità di scegliere contesti che siano interessanti per la maggior parte degli studenti e nei quali l'insegnante si senta preparato; timore di dedicare troppo tempo ad alcuni argomenti, a scapito di altri; bisogno di coerenza tra i percorsi tematici e le conoscenze e competenze previste dalla normativa, [18]. Tenendo conto di ciò, si è deciso di procedere per piccoli passi, sfruttando i punti di forza. Facendo leva sulla volontà degli insegnanti di condividere idee e di collaborare interagendo costruttivamente con l'università, si è suggerito innanzitutto di sperimentare nuove strategie.

In considerazione di quanto emerso da questa indagine, sono stati ideati quattro percorsi tematici che consentono di abbracciare argomenti di interesse generale e di affrontare la maggior parte dei contenuti previsti dai piani di studio mediante metodologie di apprendimento attivo, focalizzando l'attenzione su alcuni aspetti (Figura 17).

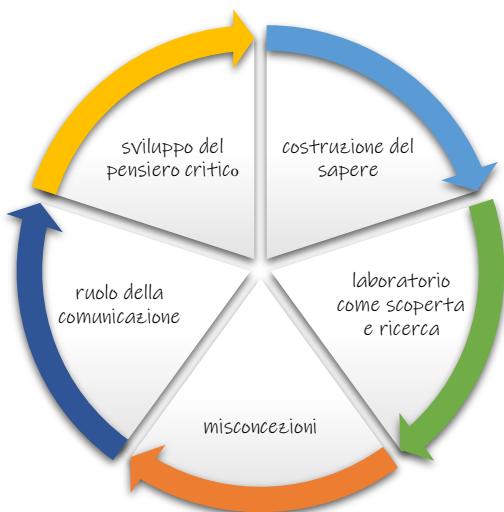


Figura 17 Aspetti sui quali focalizzare l'attenzione nella progettazione dei percorsi

La proposta

«È indispensabile riprendere, rallentare, diminuire il numero di argomenti, e dare agli studenti la possibilità di seguire e interiorizzare lo sviluppo di un piccolo numero di idee scientifiche, presentate in quantità tale e con un ritmo tale da permettere una conoscenza di tipo operativo, e non solo dichiarativo [...] Gli studenti devono avere il tempo di formarsi i concetti, di pensare, di ragionare, e di percepire i collegamenti. Devono discutere le idee, e devono scrivere qualcosa a riguardo». [20]

La proposta [18] consiste in una rivisitazione del curriculum del biennio del liceo scientifico e in una sua ricostruzione per aree tematiche, mediante la progettazione di percorsi transdisciplinari che consentano un'acquisizione graduale delle competenze richieste dai quadri di riferimento (QDR) conformemente ai piani di studio, alle indicazioni nazionali e alle linee guida provinciali.

Tale revisione del curricolo è caratterizzata:

- da una didattica laboratoriale e interdisciplinare, per concorrere allo sviluppo di competenze trasversali che permettano allo studente di prendere consapevolezza delle proprie risorse sviluppando competenze relazionali, comunicative, di progettazione e di gestione di situazioni problematiche con particolare attenzione agli aspetti della creatività e dell'innovazione, [20];
- da modalità di insegnamento e apprendimento “per scoperta”, in un’ottica di continuità tra primo e secondo grado con sensibilità al percorso seguito dagli studenti fino al I anno di liceo; dove lo studente non sia un semplice esecutore, ma assuma il ruolo del protagonista che indaga, progetta e sperimenta;
- da un ritmo adeguato: «*Il nemico della riflessione è il ritmo a rotta di collo*», [21].

Utilizzando delle immagini, la fisica non viene presentata come un diagramma di flusso (Figura 18), ma come una rete (Figura 19), i cui nodi vengono interpolati da percorsi che siano «cammini non lineari», «aperti», «a topologia variabile» [22], perché «Non ci sono discipline, né rami del sapere, ci sono soltanto problemi e l'esigenza di risolverli», [23].

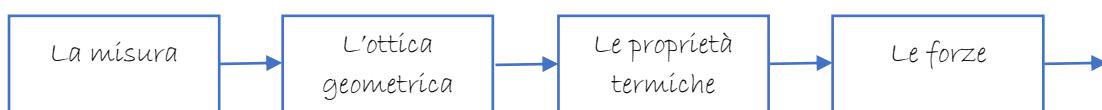


Figura 18 Presentazione lineare

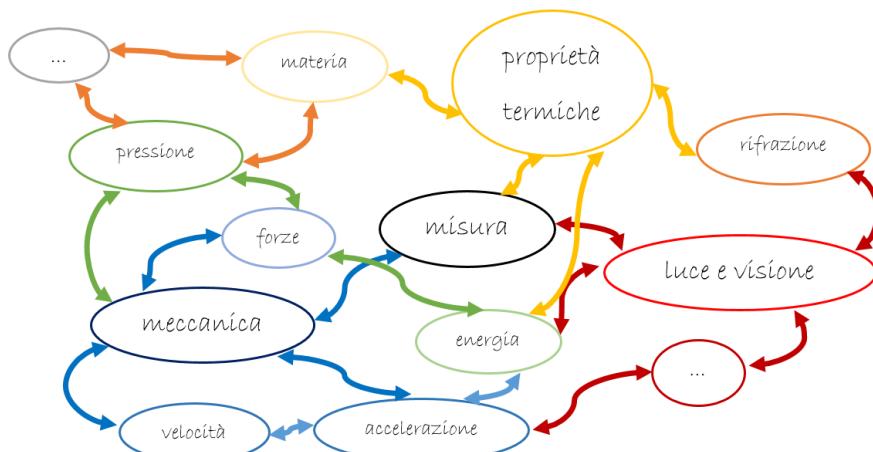


Figura 19 Presentazione a rete

Approcci e metodi

È difficile stabilire quale sia il modo migliore per insegnare fisica: sensibilità dell'insegnante, esperienza, eterogeneità degli studenti fanno sì che non ci sia un metodo, ma tante metodologie che insieme possono portare a buoni risultati di apprendimento. Una cosa però è più facile da declinare: come non fare fisica [24], ossia quali scelte evitare nell'insegnamento della fisica, affinché gli studenti acquisiscano conoscenze e competenze reali e non "simulate". Esplicitamente, evitare di:

- suddividere la fisica esclusivamente in capitoli (la misura, la cinematica, la dinamica, la termodinamica, ...) per non confondere lo studente: in realtà ciò spinge a ragionare per compartimenti stagni e non aiuta ad avere una visione d'insieme. A tal proposito, già nel 1871, il fisico e politico Giovanni Cantoni evidenziava la necessità di andare oltre la suddivisione in capitoli: «*Stimo quindi inutile di notare che nell'ordinamento di questo mio libro non presi a guida alcun programma ufficiale, poiché credo che non la scienza debba atteggiarsi secondo questo o quel programma ministeriale, ma bensì i programmi dovrebbero ogni volta attagliarsi alle peculiari condizioni di sviluppo della scienza*». Purtroppo, l'attuale suddivisione in capitoli è la stessa di allora [25].
- Proporre ricette di laboratorio: si ritiene che l'abuso di istruzioni debba essere evitato. L'utilizzo di schede guida dettagliate dovrebbe diminuire a mano a mano che i ragazzi acquisiscono le competenze necessarie per lavorare autonomamente o dovrebbero essere sostituite da schede meno prescrittive, concepite per sollecitare e guidare la riflessione e il ragionamento. Se infatti è vero che le "ricette di laboratorio" permettono di verificare quanto lo studente sia in grado di seguire istruzioni, è altrettanto vero che lo rendono un puro esecutore [26].
- Assegnare esercizi numerici che invitano alla ricerca della formula: esercizi poco realistici, nati solo per verificare la memorizzazione e l'applicazione di formule, inducono lo studente a perdere di vista il senso fisico e a cercare la soluzione ai problemi nelle relazioni matematiche.
- Utilizzare solo il libro di testo e sentirsi in dovere di fare tutto. Sui libri di testo vengono riportati, in sequenza, tutti gli argomenti previsti dai piani di studio perché una casa editrice si rivolge a una molteplicità di insegnanti, con formazione molto eterogenea, pertanto, è costretta a proporre testi completi e coerenti con quanto previsto a livello ministeriale. È compito del docente utilizzare in modo appropriato il libro di testo e sapere che per l'acquisizione delle competenze necessarie non è necessario affrontare tutti gli argomenti proposti, ma è sufficiente costruire dei percorsi mirati a partire da quanto offerto dal testo [27][28].

Per favorire l'apprendimento attivo degli studenti [29], si suggeriscono i seguenti approcci e metodi, che concorrono all'acquisizione delle competenze chiave di cittadinanza (Figura 20) e a una acquisizione profonda dei contenuti, anche in contesti nei quali il laboratorio inteso come spazio fisico è assente o minimamente fornito di strumentazione adeguata:

- metodologia IBSE (Inquiry Based Science Education) o IBL (Inquiry Based Learning), come promosso dalla Commissione Europea [30];
- strategia Search, Solve, Create and Share (SSCS) [31];
- apprendimento cooperativo [32];
- utilizzo del laboratorio povero [33];
- utilizzo dell'approccio Bring Your Own Device (BYOD) per l'acquisizione di foto o video, per l'uso di app di misurazione e per l'uso di software di analisi e di simulazione [34];

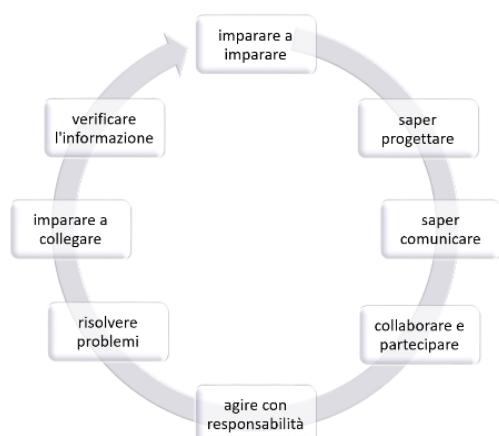


Figura 20 Competenze chiave di cittadinanza

Introduzione

- scelta di compiti che stimolino il pensiero divergente e la creatività [35] come, per esempio, simulazione di interviste e dibattiti, stesura di articoli, realizzazione di video.

Il ruolo di guida e di mediazione dell'insegnante e il ruolo attivo degli studenti

L'insegnante dovrà essere disponibile a una programmazione flessibile che privilegi il livello di approfondimento rispetto alla quantità di contenuti, pur salvaguardando la coerenza dei percorsi. Dal momento che dovrà essere privilegiata la lezione partecipata, il ruolo dell'insegnante dovrà necessariamente essere diverso da quello tradizionale. Dovrà essere molto preparato dal punto di vista disciplinare, in particolare dovrà conoscere a fondo gli argomenti che intende trattare: solo così potrà guidare le discussioni in modo costruttivo. Il suo compito sarà quello di accendere e mantenere viva la curiosità e l'interesse; essere disponibile all'ascolto; prestare attenzione alle misconcezioni [36][37]; fornire strumenti; insegnare facendo domande, per stimolare la riflessione e la strutturazione del sapere acquisito; privilegiare un approccio ricorsivo, anziché sequenziale; far capire che non ci sono esperimenti che non riescono; lavorare su problemi aperti; scegliere accuratamente gli esercizi affinché non si riducano all'applicazione di formule, ma siano esercizi "per pensare"; guidare gli studenti a un utilizzo consapevole del libro di testo, inteso come un supporto tra i tanti.

In una didattica centrata sul discente, è fondamentale che lo studente partecipi attivamente. Dovrà necessariamente imparare a farsi domande; confrontarsi all'interno del gruppo (ascolto e coinvolgimento); ipotizzare, progettare, verificare; imparare a pensare dal punto di vista fisico: ragionare sui testi dei problemi, individuare incongruenze, riconoscere dati assurdi, controllare la ragionevolezza dei risultati; descrivere procedimenti/ragionamenti.

Le macro-aree

Sono stati individuate tre macro-aree (Figura 21), all'interno delle quali sono stati sviluppati alcuni percorsi tematici che consentono agli studenti di acquisire le competenze richieste al termine del biennio.



Figura 21 Obiettivi delle tre macro-aree

Attualmente sono stati progettati e sperimentati quattro percorsi, ma ciascuna area dovrebbe, auspicabilmente, essere integrata con altre proposte progettate in collaborazione con gli insegnanti. Gli insegnanti potranno costruire un curricolo coerente e completo per ogni classe, scegliendo percorsi afferenti ad aree diverse, in base alle proprie preferenze e competenze, nonché agli interessi dei propri studenti.

In questo lavoro sono stati sviluppati e sperimentati i percorsi evidenziati in grassetto in Figura 22. La loro scelta è stata frutto di una lunga e attenta riflessione, perché si volevano individuare tematiche di interesse generale, attuali e che permettessero di abbracciare quasi tutti i contenuti affrontati abitualmente al biennio e che, al contempo, permettessero di portare nelle scuole i risultati della ricerca in didattica della fisica.

In viaggio attraverso la fisica

Sarà vero? è un percorso di introduzione al pensiero scientifico e tratta di disinformazione, infodemia, scienza e pseudoscienza. *Con la testa tra le nuvole* affronta temi che ci toccano da vicino come la meteorologia e i cambiamenti climatici, ed è stato ideato e declinato sulla base dei contenuti proposti da Dino Zardi nel corso universitario *Fondamenti di meteorologia e climatologia*. *Il telescopio* è un percorso che è stato progettato a partire da un'idea di un gruppo di docenti del liceo “L. da Vinci” di Trento: da un lato permette di comprendere il potenziale della fisica quando viene applicata alla tecnologia, dall'altro consente di ripercorrere gli sviluppi storici delle scoperte scientifiche da Galileo alla NASA. *Passo dopo passo* è un percorso di biomeccanica, ideato a partire dalle numerose proposte sperimentali presentate nel corso universitario *Experimental Physics Laboratory at High School Level II* da Pasquale Onorato e, attraverso lo studio della camminata e della corsa, offre la possibilità di parlare di sport e di disabilità. Gli altri percorsi sono indicati come suggerimento per proposte future.



Figura 22 Percorsi tematici

I percorsi tematici

La scuola è un ambiente dinamico dove capacità, conoscenze e bisogni dei discenti variano negli anni e da classe a classe, perciò non si possono proporre situazioni di insegnamento-apprendimento rigide e statiche nel tempo. Per questi motivi, il materiale proposto dovrà costituire solo il punto di partenza per la costruzione dei concetti. L'insegnante lo integrerà e modificherà, secondo la sua esperienza, ampliando o riducendo i percorsi a seconda dell'interesse e delle esigenze didattiche, nell'ottica di agevolare l'acquisizione di contenuti e competenze anche da parte degli studenti più fragili. Il libro di testo sarà utilizzato insieme ad altre fonti quali articoli scientifici, video, siti, come sostegno al lavoro svolto in classe e per stimolare l'interesse degli studenti, come già suggerito a pagina 13.

Ogni percorso tematico parte da un “innesco”, ossia una situazione reale scelta per stimolare la curiosità e l'interesse degli studenti, che si sviluppa nella progettazione ed esecuzione di una o più esperienze di laboratorio. Alcune domande aiuteranno l'insegnante a guidare una discussione dalla quale ricavare informazioni sulle misconcezioni, sui modi di ragionare, sulla abilità comunicative e sulle conoscenze pregresse degli studenti, in modo tale da affrontare, in successione, le sequenze che caratterizzano il percorso, indicativamente non più di tre (Figura 23).

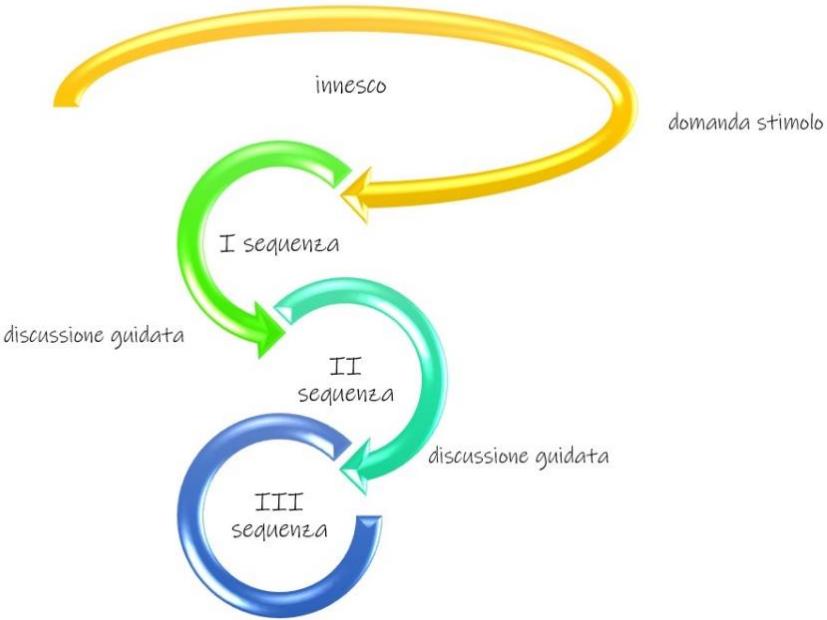


Figura 23 Struttura di un percorso

Per ciascun percorso sono illustrati i concetti chiave frequentemente oggetto di misconcezioni, eventuali scelte didattiche, la mappa concettuale, le possibili espansioni transdisciplinari ed esempi di innesco; inoltre, la descrizione dettagliata delle sequenze di insegnamento-apprendimento, consistente in una situazione di partenza, alcune domande guida, schede relative agli esperimenti, esempi di problemi ed esercizi per l'apprendimento e la verifica, è accompagnata da alcune note di approfondimento per l'insegnante.

Fermo restando che, affinché un intervento didattico sia efficace, è fondamentale evitare di proporre attività con una struttura rigida e ripetitiva, ma «*dove esistere un equilibrio tra la routine, che può annoiare attraverso la monotona regolarità, e la varietà che mantiene gli alunni stimolati e sulla corda*» [38], si propone una struttura di massima per ogni sequenza, che l'insegnante potrà modulare di volta in volta, a seconda del contenuto e dell'interesse della classe, Tabella I (Figura 24).

Fasi	lo studente/la studentessa:	l'insegnante:
1. discussione tra pari	riflette e si confronta con i compagni.	non interviene, evita espressioni anche non verbali di approvazione o disapprovazione, prende appunti e al termine della lezione li condivide con gli studenti.
2. ideazione di esperimenti o riflessione sugli esperimenti proposti	riflette e si confronta con i compagni; lavora in piccoli gruppi; L'eventuale stesura della sequenza operativa viene assegnata come compito a casa.	ascolta; interviene con suggerimenti; annota le idee alla lavagna; suggerisce a ciascun gruppo come predisporre una sequenza operativa per ciascun esperimento.
3. a gruppi: esecuzione esperimento progettato	lavora in piccoli gruppi; compila la scheda <i>osservazioni e domande</i> ; può preparare una relazione scritta, secondo le indicazioni dell'insegnante.	interviene con suggerimenti e annota le idee alla lavagna; introduce la teoria nel corso [39] dell'attività sperimentale.
4. condivisione	riflette e si confronta con i compagni; apporta modifiche e correzioni all'eventuale relazione.	guida gli studenti a fare una sintesi relativa agli esperimenti eseguiti.
5. esperimento e modello (andata e ritorno)	partecipa attivamente alla lezione.	guida una lezione partecipata, che consenta di contestualizzare quanto appreso sperimentalmente e organizzare la conoscenza.
6. riproposizione della domanda stimolo iniziale, ove presente	riflette e si confronta con i compagni per dare risposta alle domande stimolo iniziali, alla luce dei risultati sperimentali.	annota le risposte in un quadro coerente.
7. esercizi per rilevare le misconcezioni	lavora in piccoli gruppi: svolgimento e correzione tra pari mediante scambio dei fogli con le risoluzioni; espone e si confronta con i compagni.	passa tra i gruppi fornendo chiarimenti e promuovendo l'autovalutazione
8. analisi del libro di testo o di altre fonti	(a casa) riconosce punti di forza e di debolezza della trattazione riportata e prepara una lista di domande; (in classe) ne discute con i compagni.	coordina la discussione.
9. riepilogo e conclusioni	partecipa attivamente alla lezione.	guida la lezione partecipata per introdurre la sequenza successiva.

Tabella I Descrizione sintetica della struttura di una sequenza [18]

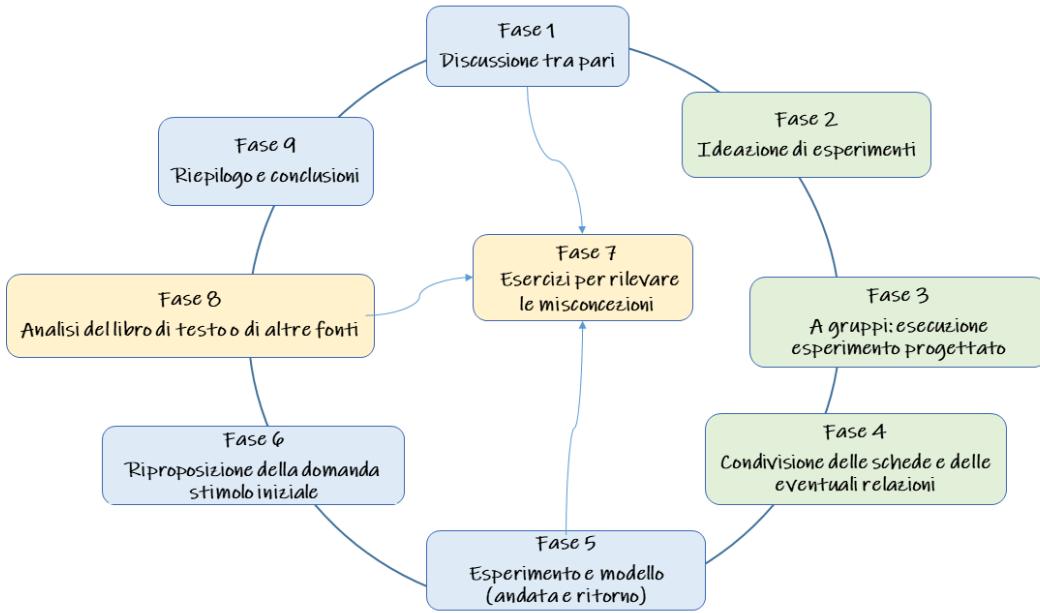


Figura 24 Struttura di una sequenza

Nella fase 3 si possono proporre esperimenti diversi a ciascun gruppo, chiedendo poi a un portavoce per gruppo di spiegare l'esperimento alla classe. Si riportano alcune riflessioni degli studenti che hanno provato questa modalità:

«Credo che far esporre a noi gli esperimenti sia perfetto. Facendo in questo modo il gruppo che espone guadagna sicurezza e capisce ancora meglio il suo esperimento dovendolo spiegare e fare capire anche agli altri».

«mi piace veramente molto questa modalità di lavoro perchè gli argomenti mi rimangono più impressi».

«Presentare davanti alla classe è stata una nuova sfida per me e per i miei compagni di classe, io reputo queste tipologie di attività molto utili, non solo in ambito scolastico bensì anche fuori, sono tantissime competenze che si imparano, come parlare davanti al pubblico».

In viaggio attraverso la fisica

Suggerimenti operativi

Il lavoro di gruppo e l'organizzazione dell'aula

Si suggerisce di privilegiare una disposizione dei banchi a isole, per agevolare i lavori di gruppo e l'interazione.

Come usare le schede relative agli esperimenti

Per ogni esperimento sono state realizzate tre schede (Figura 25) : una scheda guida, una scheda in bianco sulla quale gli studenti possano riportare osservazioni, dubbi e domande, e una scheda con suggerimenti per gli insegnanti:

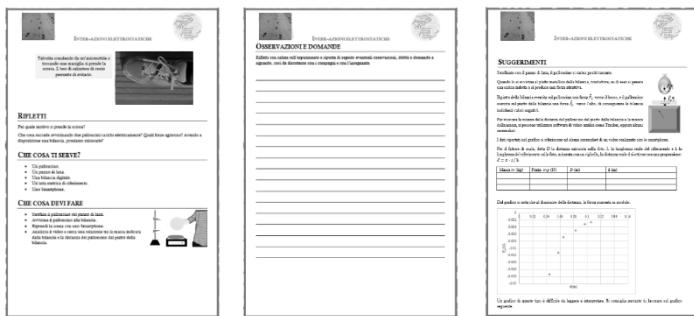


Figura 25 Le schede relative agli esperimenti

Le schede guida sono caratterizzate da un incipit (Figura 26) che evidenzia il legame tra il tema del percorso e l'esperimento, affinché risultino più chiaro il ruolo dei modelli e degli esperimenti nello studio dei fenomeni fisici, naturali o indotti dall'uomo.



Figura 26 Un esempio di incipit delle schede guida

Le schede guida sono sintetiche, perché pensate innanzitutto per l'insegnante che potrà scegliere di proporre alcuni esperimenti sotto forma di problema [40] [41], affinché siano gli stessi studenti a fare previsioni e a progettare l'esperimento per verificarlo. Naturalmente non tutte le esperienze suggerite si prestano a questo tipo di approccio e, in ogni caso, la capacità di progettare esperimenti dovrà essere acquisita gradualmente. Inizialmente l'insegnante potrà proporre la scheda di laboratorio con "la ricetta" dell'esperimento. In seguito, potrà preparare tutto il materiale necessario all'esecuzione dell'esperimento e chiedere agli studenti di progettarlo ed eseguirlo. Solo successivamente potrà lasciare sulla cattedra strumenti e oggetti che gli studenti potranno scegliere di usare. Infine, lascerà che gli studenti progettino autonomamente l'esperimento procurandosi strumenti e materiali utili allo scopo.

La scheda in bianco *Osservazioni e domande* è un foglio sul quale lo studente dovrebbe riportare osservazioni, dubbi e domande che sorgono mentre viene svolta l'attività proposta. La ricerca [42] evidenzia come la capacità di porsi domande sia fondamentale nel processo di apprendimento e nello sviluppo di capacità di pensiero critico e come i ragazzi, di fronte alla lettura di un testo, siano capaci di porsi e porre domande di qualità; pertanto, si è scelto di proporre una scheda di riflessione anche per le attività sperimentali.

Naturalmente tali schede devono essere compilate dagli studenti prima di qualsiasi intervento esplicativo; solo così l'insegnante le potrà utilizzare per guidare una lezione dialogica efficace in fase di sintesi.

Il lavoro “per casa”

Alcune attività sperimentali sono suggerite come compito per casa. Si tratta di attività che non devono essere svolte necessariamente durante le ore di lezione, ma possono essere affrontate in autonomia da piccoli gruppi riuniti in presenza o a distanza grazie all'uso di piattaforme adatte a un lavoro di condivisione. Se infatti è vero che questi anni di pandemia hanno messo a dura prova la scuola, è altrettanto vero che sono state sperimentate strategie didattiche e sono stati utilizzati mezzi, quali Classroom e Meet, che si sono rivelati efficaci in alcuni ambiti e che sarebbe auspicabile non abbandonare del tutto.

Esercizi o problemi

La PER evidenzia, anche a livello universitario, una diffusa incapacità di descrivere qualitativamente un fenomeno fisico e la tendenza a spiegare i fenomeni utilizzando formule e calcoli, anche quando non richiesto [43]. Per superare questi ostacoli, la stessa suggerisce di modellizzare i problemi utilizzando rappresentazioni multiple [44]: vignette, illustrazioni, schemi, grafici, tabelle, narrazione.

Si ritiene che analoga attenzione dovrebbe essere posta nella scelta degli esercizi e dei problemi da assegnare agli studenti. A tal proposito si concorda con la distinzione tra esercizio e problema fatta da Paul Zeitz [45]: «*An exercise is a question that tests the student's mastery of a narrowly focused technique, usually one that was recently "covered." Exercises may be hard or easy, but they are never puzzling, for it is always immediately clear how to proceed [...] a problem is a question that cannot be answered immediately. Problems are often open-ended, paradoxical, and sometimes unsolvable, and require investigation before one can come close to a solution.*» L'esercizio è un'attività che aiuta a consolidare, può essere facile o difficile, ma è risolvibile anche da un risolutore automatico. Non è così, invece, per il problema, la cui risoluzione, se c'è, non è univoca e non è immediata. Entrambi, se scelti con cura, sono necessari nel processo di insegnamento-apprendimento, perché obbligano lo studente a mettersi alla prova e permettono all'insegnante di valutare il proprio lavoro.

Le fonti

Si suggerisce di utilizzare più fonti quali il libro di testo, articoli scientifici, video, podcast e di far seguire alla loro lettura o visione un momento di riflessione autonoma, nella quale gli studenti siano invitati a mettere per iscritto tutte le domande che sorgono loro.

Considerazioni sulle misconcezioni – concezioni alternative/personali

Con il termine misconcezioni intenderemo l'insieme delle interpretazioni “sensatamente” errate e legate a modelli e concezioni personali che ogni persona possiede, a proposito di un concetto, in un certo momento della sua vita, [46].

L'insegnante deve essere consapevole di quali siano le misconcezioni più comuni sottese a un determinato contenuto scientifico. Esse hanno un ruolo centrale nella ricerca relativa alla progettazione di sequenze di insegnamento e apprendimento, e proprio dalla ricerca emerge come non siano legate a differenze culturali o geografiche e come, quelle più resistenti, nascano sui banchi di scuola al fine di integrare la propria concezione ingenua con quanto appreso. L'insegnante potrà individuarle attraverso la somministrazione di test precedenti e successivi all'intervento didattico, oppure attraverso la registrazione delle discussioni tra pari, o tramite interviste; in alternativa, potrà ottenere molte informazioni utili a riguardo consultando la letteratura.

In questa sede si riportano alcuni quesiti utili a rilevare misconcezioni; se ne potranno proporre alcuni per stimolare le discussioni iniziali e altri nella fase 7 di Figura 24.

Una riflessione sulla verifica e sulla valutazione

Si ritiene doveroso chiudere questa fase introduttiva con una riflessione su verifica e valutazione, intesa come attribuzione di un valore al processo di apprendimento dello studente.

“Mi mancano voti”, o “Devo raccogliere voti”. Quante volte lo si è sentito dire o lo si è detto? Quante volte, presi dall’ansia di rendicontare ci si è completamente dimenticati del ruolo formativo della valutazione? Quel ruolo che promuove l’errore, perché solo attraverso l’errore c’è vero apprendimento.

La valutazione formativa dovrebbe vertere sui processi, prima che sui prodotti, e permettere ai ragazzi di essere sé stessi, di sbagliare, di superare le difficoltà e di apprendere. È importante che sia puntuale, tempestiva e contestuale all’apprendimento, perché ha una funzione orientativa sia per gli studenti, che così possono correggersi e migliorare, sia per l’insegnante. Fornisce infatti informazioni sul processo di insegnamento-apprendimento, utili per rivedere metodi e contenuti, riprogettare percorsi, attivare attività di recupero e rinforzo [47][48][49].

Forse si potrebbe pensare in certa misura a una valutazione senza voti, come sperimentato in un istituto comprensivo da D. di Stefano [50], che ha provato a sostituire i voti numerici con rubriche valutative dinamiche a tre livelli e indicatori condivisi con gli studenti. Per superare il paradosso determinato dal fatto che a livello normativo si incoraggia un certo tipo di valutazione, ma si prevede un voto finale numerico, D. di Stefano ha proposto ai suoi studenti di riflettere collegialmente e individualmente sulle valutazioni ricevute in itinere per sintetizzarle in un unico voto a fine anno. Applicare questa modalità avrebbe almeno tre vantaggi: evitare che il voto diventi l’unico obiettivo di studenti e famiglie, abituare lo studente ad auto-valutarsi e guidare l’insegnante nella certificazione delle competenze prevista al termine del secondo anno della scuola secondaria di secondo grado.

Idee per un percorso verticale: storie di scienza

Coerentemente con quanto si prefiggono le linee guida per l’elaborazione dei piani di studio di istituto della provincia autonoma di Trento, per favorire la costruzione di percorsi verticali tra il primo e il secondo ciclo di istruzione, si propongono alcune storie legate ai percorsi tematici progettati per le scuole secondarie di secondo grado.

Nel primo ciclo le storie sono un elemento fondamentale per l’apprendimento: perché allora non utilizzarle per avvicinare i bambini alla scienza in un modo che per loro è più naturale? Esse non intendono spiegare, ma “esplorare” un argomento scientifico creando un significato affettivo e, per farlo, coinvolgono temi universali quali l’amicizia, la paura, la morte, la libertà. La loro funzione è quella di trascinare il lettore nel “viaggio dell’eroe” (Figura 27) che, messo alla prova, affronta sfide, combatte e ritorna cambiato e più forte di prima [51]. La storia è perciò la narrazione di una trasformazione e diventa il pretesto per introdurre un argomento scientifico, che l’insegnante potrà decidere come indagare in classe, [52].

All’inizio di ciascun percorso si propongono due storie che gli insegnanti degli istituti comprensivi potranno inserire nella loro programmazione, accompagnandole con opportune esperienze di laboratorio come quelle suggerite nella sezione *Prova tu*.



Figura 27 Rappresentazione del viaggio dell’eroe

Aspettative

«Un aspetto chiave nella vita dei giovani è la ricerca di significato e di rilevanza. Piacciono quelle discipline in cui la loro voce è tenuta in seria considerazione, in cui le loro visioni contano. La scienza [la fisica] e la matematica hanno un'immagine di autorità, almeno come materie scolastiche. È facile dimostrare la nostra ignoranza in tali materie. La mancanza di possibilità di attribuire significati personali alla conoscenza e l'idea che esistano verità eterne e risposte corrette allontanano molti più giovani oggi di ieri».[53]

Si auspica che una proposta di questo tipo possa influire in modo significativo sull'atteggiamento degli studenti verso la disciplina, aumentandone l'interesse e la motivazione allo studio (Figura 28).

Per valutare l'efficacia in termini di apprendimento, si ritiene non sia sufficiente basarsi su una sperimentazione che, pur coinvolgendo un numero di insegnanti e studenti elevato, si è svolta nel corso di un solo anno scolastico. È infatti necessario che i docenti abbiano il tempo di interiorizzare i percorsi e le metodologie proposte, in modo tale da rendere il processo di insegnamento-apprendimento più efficiente. Per raccogliere dati significativi da questo punto di vista si potrebbe pensare alla costituzione di un gruppo ricerca-azione pluriennale.



Figura 28 «Motivazione e interesse non sono la stessa cosa, Paolo è interessato a salire sulla pianta, ma si accorge di non farcela, quindi non è motivato a provare» [54]

Bibliografia

- [1] Tonzig G., "Fisica e scuola, qualcosa non va", *Atti del XXXI Congresso dell'Associazione per l'Insegnamento della Fisica*, (Udine, 1992)
- [2] Venco N., *Analisi comparata di sistemi scolastici: la matematica e il caso finlandese*, tesi di laurea in didattica della Matematica, (Università di Bologna) 2014-2015, https://amslaurea.unibo.it/9453/1/Venco_Nicoletta_tesi.pdf
- [3] *Piano Strategico di Ateneo*, Università di Trento, <https://www.unitn.it/piano-strategico>
- [4] Decreto 7 ottobre 2010 n. 211, MIUR, "Schema di regolamento recante «Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali di cui all'articolo 10, comma 3, del decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 89, in relazione all'articolo 2, commi 1 e 3, del medesimo regolamento.”, *GU Serie Generale n.291 del 14-12-2010 - Suppl. Ordinario n. 275* (2010) <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2010/12/14/291/so/275/sg/pdf>
- [5] *Linee guida per l'elaborazione dei piani di studio delle istituzioni scolastiche*, Provincia autonoma di Trento, <https://www.vivoscuola.it/Schede-informative/Piani-di-studio-SECONDO-CICLO>
- [6] *Linee guida secondo ciclo di istruzione*, Provincia autonoma di Trento
<https://www.vivoscuola.it/Schede-informative/Piani-di-studio-SECONDO-CICLO/Materiali-piani-di-studio-SECONDO-CICLO>
- [7] D.M. 769 del 26 novembre 2018, MIUR, "Quadri di riferimento per la redazione e lo svolgimento delle prove scritte" per gli Esami di Stato del secondo ciclo di istruzione (2018)
- [8] "Raccomandazione del 22 maggio 2018 relativa alle competenze chiave per l'apprendimento permanente", *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, (2018/C 189/01)
- [9] *Physical Science Study Committee, 1956* - MIT Institute Archives & Special Collections, <https://libraries.mit.edu/archives/exhibits/pssc/>
- [10] Beichner R.J., "An Introduction to Physics Education Research", in *Getting Started in PER*, a cura di Henderson C. e Harper K. A. (American Association of Physics Teachers, College Park, MD, 2009), Recensioni in PER Vol. 2, <http://www.per-central.org/items/detail.cfm?ID=8806>
- [11] Balogová B. e Ješková Z., "Impact of inquiry activities in physics teaching on the level of students' inquiry skills", *J. Phys.: Conf. Ser.* **1076** 012021 (2018)
- [12] Hufri *et al.*, "Practicality and effectiveness of physics teaching materials based on contextual through inquiry to increase students' science literacy", *J. Phys.: Conf. Ser.* **1317** 012159 (2019)
- [13] Ersoy A. F., *The effects of context based approach to Teaching on students' physics achievements, Motivation for learning physics and attitudes Towards physics*, doctoral thesis in Social Sciences with the profile of Psychology & Pedagogy, (UET) 2016
- [14] Eijkelhof H. e Lijnse P., "The role of research and development to improve STS education: experiences from the PLON project", *International Journal of Science Education*, **10:4**, (1988), 464-474

- [15] Michelini M. *et al.*, “Educazione scientifica nell'educazione stradale”, *La fisica nella Scuola XLIV* 4 Suppl., (2011), 43
- [16] Tamborini M. *et al.*, “Waves in a swimming pool: a teaching/learning path for teachers’ education”, *J. Phys.: Conf. Ser.* **2297** 012025, (2022)
- [17] Bonanno A. *et al.*, “Physics meets fine arts: A Project-Based learning path on infrared imaging”, *Eur. J. Phys.* **39** 025805, (2018)
- [18] Perini M. e Oss S., “In viaggio attraverso la fisica: un curriculum a isole tematiche - A journey through physics: a thematic curriculum for high school”, *Giornale di fisica* YEAR 2022 - ISSUE 4 - OCTOBER-DECEMBER, pp. 359-371
- [19] Whitelegg E. e Parry M., “Real-life contexts for learning physics: Meanings, issues and practice”, *Phys. Educ.* 34 68 (1999)
- [20] Arons A. B., *Guida all'insegnamento della fisica*, (Zanichelli, Bologna)
- [21] J. Bruner, *La cultura dell'educazione*, (Feltrinelli Editore)
- [22] Martini B., “Verso un modello di curricolo integrato”, *Pedagogia più Didattica* 5(2), Erickson, <https://rivistedigitali.erickson.it/pedagogia-piu-didattica/archivio/vol-5-n-2/verso-un-modello-di-curricolo-integrato/>
- [23] Popper K. R., *Il realismo e lo scopo della scienza*, Bartley W. W. III, (Il Saggiatore) 1984
- [24] Pallottino G. e Vicentini M., “Insegnare male la Fisica: istruzioni per l’uso - Un modesto contributo al declino della cultura scientifica in Italia”, *La fisica nella Scuola XLII* 3, (2009)
- [25] <http://www.adrianomorando.it/storia/fisica-e-chimica-nelle-scuola-secondarie/>
- [26] Martino N. e Milanesi G., “L'esperienza di Zuoz. La preparazione di un corso di fisica basato sulla sperimentazione”, www.lanaturadellecose.it, <https://www.lanaturadellecose.it/la-preparazione-di-un-laboratorio-di-fisica-basato-sulla-sperimentazione-una-premessa/>
- [27] Blanton, P., “Has Your Textbook Become Your Curriculum?”, *The Physics Teacher* **47**, 602 (2009)
- [28] Fiorentini, C., “Una proposta per una didattica significativa.”, *Studi Sulla Formazione/Open Journal of Education*, **23**(2), 33-42, (2021)
- [29] Bonwell C.C. e Eison J.A., “Active Learning: Creating Excitement in the Classroom”, *ASHE-ERIC Higher Education Reports*, n. 1, (Washington D.C. 1991)
- [30] Rocard M. *et al.*, *Rocard report: Science Education Now: A New Pedagogy for the Future of Europe*, (European Commission) 2007, <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>

- [31] Putri Q. S. *et al.*, “Review of Learning Result of The Physics Base on SSCS (Search, Solve, Create, and Share) Model in Terms of Critical Thinking Skills”, *J. Phys.: Conf. Ser.* **2243** 012113 (2022)
- [32] Johnson D. W. e Johnson R.T., “Cooperative Learning: The Foundation for Active Learning”, cap. 5 in Brito S. M., *Active Learning - Beyond the Future*, (Intechopen, 2019)
- [33] Josey S. et al., “Effectiveness of ‘low cost experiments’ in assimilating fundamentals of physics”, *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, **9** (11) (2018), 860-866
- [34] MIUR, *Piano Nazionale Scuola Digitale (PNSD)*, <https://scuoladigitale.istruzione.it/pnsd/>
- [35] “Conclusioni del Consiglio e dei rappresentanti dei governi degli Stati membri, riuniti in sede di Consiglio, del 22 maggio 2008, sulla promozione della creatività e dell'innovazione attraverso l'istruzione e la formazione”, *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, (2008/C 141/10) https://archivio.pubblica.istruzione.it/buongiorno_europa/allegati/creativita.pdf
- [36] Mayer M., *Conoscenza scientifica e conoscenza di senso comune*, tesi di dottorato, (CEDE, Roma) 1987
- [37] <https://www.physport.org/Assesstment.cfm>
- [38] *La gestione della classe - formazione per neo assunti*,
<https://www.ipseoapaola.edu.it/attachments/article/886/Lezione%20Gestione%20della%20classi.e.pdf>
- [39] Bigozzi L. *et al.*, “The Influence of Teaching Approach on Students’ Conceptual Learning in Physics”, *Front. Psychol.*
- [40] Kirschner P. A. *et al.*, “Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching”, *Educational Psychologist*, **41** (2), (2006), 75–86.
- [41] Lazonder A. W. e Harmsen R., “Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance”, *Review of Educational Research*, **Vol. 86, No. 3** (American Educational Research Association, September 2016), pp. 681-718
- [42] Costa J. *et al.*, “An analysis of question asking on scientific texts explaining natural phenomena”, *Journal of Research in Science Teaching*, **37**(6), (2000), 602 - 614
- [43] "Contribuire allo sviluppo professionale dei docenti di fisica nella scuola secondaria", convegno, Piano Lauree Scientifiche – Fisica, (febbraio 2021), <http://www.laureescientifichefisica.unict.it/content/convegno-febbraio-2021>
- [44] Fogarty I. e Geelan D., “Multiple Teaching Approaches, Teaching Sequence And Concept Retention In High School Physics Education.”, *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, **32(3)**, (2013), 285-301

Introduzione

- [45] Zeitz P., *The art and craft of problem solving*, (John Wiley & Sons, Inc.), 2007
http://www.gang.umass.edu/~franz/Paul_Zeitz_The_Art_and_Craft_of_Problem_SolvingBook.pdf
- [46] D'Amore B., Sbaragli S., "Analisi semantica e didattica dell'idea di 'misconcezione'", *La matematica e la sua didattica*, 2, (2005), 139-163
- [47] Decreto del Presidente della Repubblica 22 giugno 2009, n. 122 "Regolamento recante coordinamento delle norme vigenti per la valutazione degli alunni e ulteriori modalità applicative in materia, ai sensi degli articoli 2 e 3 del decreto-legge 1° settembre 2008, n. 137, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 ottobre 2008, n. 169". (09G0130)
- [48] Decreto legislativo 13 aprile 2017, n. 62 "Norme in materia di valutazione e certificazione delle competenze nel primo ciclo ed esami di Stato, a norma dell'articolo 1, commi 180 e 181, lettera i), della legge 13 luglio 2015, n. 107"
- [49] Decreto del presidente della provincia 7 ottobre 2010, n. 22-54/Leg "Regolamento sulla valutazione periodica e annuale degli apprendimenti e della capacità relazionale degli studenti nonché sui passaggi tra percorsi del secondo ciclo (articoli 59 e 60, comma 1, della legge provinciale 7 agosto 2006, n. 5)"
- [50] Di Stefano D., *Relazione di progetto sperimentale: la valutazione senza voti*, Istituto Comprensivo "I. Calvino", Galliate (NO), <https://calvinogalliate.edu.it/wp-content/uploads/2019/03/Progetto-Valutazione-senza-voti.pdf>
- [51] Officina di narrazione della scienza, Università di Bologna, Scuola estiva 2021
- [52] Corni F. et al., "Il progetto "piccoli scienziati": un approccio narrativo alle scienze", *Atti del convegno "Innovazione nella didattica delle scienze nella scuola primaria e dell'infanzia. Al crocevia fra discipline scientifiche e umanistiche"*, Modena e Reggio Emilia 2014, (UNIMORE, 2015), <https://core.ac.uk/download/54012101.pdf>
- [53] Sjøberg S., "Why don't they love us any more? Science and Technology Education: A European high priority political concern!", *Proceedings of the 3rd International E.S.E.R.A. Conference*, Thessaloniki (Greece), 2001.
- [54] Bombardelli O., *Motivazione in classe: dall'approccio teorico alla quotidianità didattica. Esperienze in alcune scuole del Trentino*, (Didascalie libri, Trento) 2003

La sperimentazione

Sono stati progettati e proposti quattro percorsi tematici che, in origine, erano stati pensati per il biennio del liceo scientifico. In seguito agli incontri preliminari, ai momenti di discussione con i colleghi e agli interventi volti a illustrare la proposta, molti docenti di licei di altra tipologia hanno però manifestato interesse per il progetto e hanno chiesto di poter partecipare alla sperimentazione. Ritenendo tanto positiva quanto rara una richiesta di questo tipo, si è scelto di estendere la sperimentazione, affiancando gli insegnanti nel necessario lavoro di adattamento dei percorsi.

Nell'anno scolastico 2021-2022 e nei primi mesi dell'anno scolastico 2022-2023, hanno aderito e portato a termine la sperimentazione (Tabella II) tredici insegnanti della Provincia Autonoma di Trento e due insegnanti del Veneto, con il coinvolgimento di 361 studenti:

	Classi liceo scientifico	Classi altri licei	Totale studenti classi sperimentali
Sarà vero?	5	6	206
Il telescopio	2	2	68
Passo dopo passo	0	2	28
Con la testa tra le nuvole	3	0	59

Tabella II Classi che hanno sperimentato uno o più percorsi.

In altre classi gli insegnanti hanno proposto solo un numero limitato di sequenze; per esse non sono stati raccolti dati.

Nel corso del mese di novembre 2022, uno dei quattro percorsi è stato proposto nel corso di aggiornamento *SARÀ VERO? Un percorso tematico di fisica per la Scuola Secondaria di Secondo Grado*, promosso da IPRASE, <https://www.iprase.tn.it/formazione/dettaglio-iniziative?corsoId=25507>. A tal proposito, nella descrizione del percorso, sono stati riportati alcuni estratti delle discussioni scaturite durante tali incontri.

Strumenti

Il rapporto con gli insegnanti si è concretizzato mediante:

- un incontro preliminare di formazione per presentare nel dettaglio ciascuna proposta e per approfondirne alcuni aspetti con relatori esterni;
- la creazione di una mailing list specifica per ogni percorso;
- la condivisione di una cartella contenente la presentazione dell'intero progetto, il contesto normativo, la descrizione completa del percorso stesso, gli approfondimenti e le letture consigliate, un file per lo scambio di opinioni e un file con i link ai sondaggi/questionari;
- un affiancamento costante realizzato mediante incontri in presenza, telefonate, scambi di mail e di messaggi;
- la compilazione di un questionario per il docente, proposto al termine del percorso e relativo a tempi, uso del materiale, metodologie applicate, attività proposte, percezione dell'interesse suscitato, commenti e suggerimenti;
- un incontro conclusivo.

L'apprendimento, la motivazione e l'interesse degli studenti sono stati monitorati mediante i seguenti strumenti:

La sperimentazione

- somministrazione di un questionario iniziale e di un questionario finale, proposti rispettivamente prima e dopo aver affrontato il percorso, e strutturati in tre sezioni: informazioni generali sullo studente, quesiti per indagare le misconcezioni più comuni, opinione degli studenti;
- lettura delle schede *Osservazioni e domande*, proposte a ogni studente al termine di ciascuna attività sperimentale per raccogliere appunto osservazioni, dubbi e domande prima dell'intervento esplicativo dell'insegnante;
- eventuale incontro conclusivo con tutta la classe.
- In due casi è stato possibile monitorare l'apprendimento utilizzando anche una classe di controllo. Gli insegnanti hanno scelto due classi parallele equivalenti per interesse e livello di partenza e hanno affrontato uno stesso argomento mediante una proposta tradizionale nella “classe di controllo” e sperimentando uno dei percorsi nella “classe sperimentale”. A queste classi è stato somministrato un questionario sia a breve che a medio termine e sono stati raccolti i dati relativi alla valutazione delle verifiche proposte dagli insegnanti, [18].

I percorsi in sintesi

Si riportano di seguito le schede utilizzate per presentare sinteticamente i percorsi agli insegnanti.

La maggior parte delle proposte sperimentali prevede l'utilizzo di materiale povero e facilmente reperibile; sono stati evidenziati con un asterisco gli esperimenti che prevedono l'utilizzo di strumenti e materiali particolari come giocattoli scientifici, fornelli, calorimetri, e così via.

Al fine di agevolare gli insegnanti delle scuole sprovviste di laboratori, per il percorso *Il telescopio* sono stati predisposti dei kit per il lavoro a gruppi contenenti specchi di medie dimensioni, specchietti a L da disporre lungo profili parabolici e circolari, torcia con batteria, filtri colorati, mezzaluna cava, lenti adatte alla costruzione dei telescopi (Galileo e Keplero), utilizzabili anche per la costruzione delle immagini. I kit sono stati realizzati nell'ambito del progetto COSID-20, *Collaborazioni per le Scienze In laboratorio Didattico – 2020*, dell'Università di Trento, per il potenziamento della resilienza della didattica universitaria e scolastica e sono stati dati in prestito agli insegnanti che ne hanno fatto richiesta.

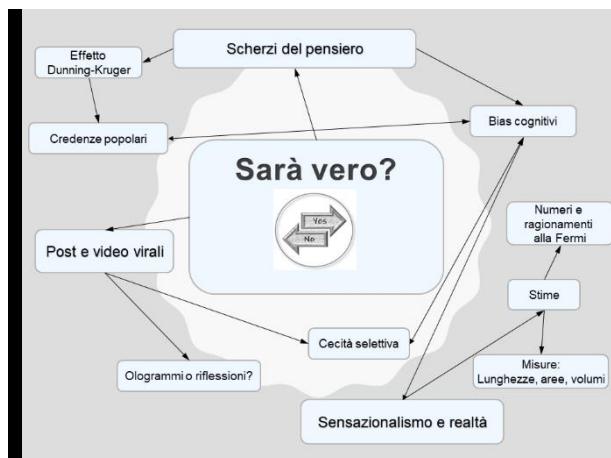
Titolo del percorso: Sarà vero?

Fisica per pensare

Utenza: classe prima scientifico - classe terza non scientifico

Durata indicativa: 12 ore di lezione

Area: i fondamenti del metodo scientifico.



Sequenze

- Scherzi del pensiero.
- Post e video virali.
- Sensazionalismo e realtà: quanta folla in piazza?

Note per l'insegnante

- Disinformazione e bias cognitivi.
- Bufale, fake news o satira?
- Verificare le informazioni.
- Esercizi e problemi: quale scelta?

Esperimenti

- Questione di scelte.
- Credenze alla prova. (A casa)
- Non credo ai miei occhi: la cecità selettiva.
- Video virali.
- Una dolce inizio: effettuare stime.
- L'area della superficie occupata dal corteo.
- L'indice di affollamento.
- Il volume occupato da una persona.
- Quanto è grande questo numero? (A casa)

Letture

- Mermin N. D., “Could Feynmann have said this?”, *Physics Today* **57**, 5, 10 (2004), <https://doi.org/10.1063/1.1768652>
- Paolo Attivissimo, *Come diventare detective antibufale*, MIUR e Camera dei deputati contro le Fake News, #BastaBufale, <https://www.generazioniconnesse.it/site/it/0000/00/00/bastabufale/>
- “Mitologia della salute e false argomentazioni: l'era delle bufale”, *atti del convegno Festival della tv e dei nuovi media*, Dogliani (CN), 6 maggio 2017
- *Un mondo di bufale*, rubrica mensile del Dipartimento di Medicina Veterinaria e Produzioni Animali dell'Università degli Studi di Napoli “Federico II”, <https://www.mvpa-unina.org/terza-missione/fakenews.xhtml>
- Magnanini R., “Sulla superficie del corpo umano”, *Comunicazione alla Società Romana di Antropologia* (1900)

Titolo del percorso: Il telescopio

Fisica per progettare

Utenza: classe prima scientifico / classe quarta non scientifico

Durata indicativa: 24 ore di lezione

Area: ottica.



Sequenze

- Com'è fatto un telescopio.
- Come funziona.
- Che cosa si osserva?

Note per l'insegnante

- Misconcezioni.
- Esercizi e problemi: quale scelta?

Esperimenti

- La camera oscura.
- Riflessione e rifrazione nel tè. (A casa)
- Specchi piani.
- Specchi curvi. (A casa)
- La rifrazione. *
- Le lenti. *
- La formazione dell'immagine – animazioni con GeoGebra.
- Costruzione di un telescopio.
- Il colore dei corpi illuminati. (A casa)
- Come vediamo – animazioni. (A casa)
- Che cosa vediamo. (A casa)
- Che cosa non vediamo. *

Lettture

- Defrancesco S. e Oss S., *Scoprire la fisica quotidiana. Itinerari per imparare divertendosi*, Erickson 2006
- G. Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi*, a cura di Libero Sosio, Einaudi, Torino 1970
- G. Galilei, *Sidereus Nuncius*, a cura di Andrea Battistini, traduzione di Maria Timpanaro Cardini, Marsilio Editori, Venezia 1993

Titolo del percorso: Passo dopo passo

Fisica intorno a noi

Utenza: classe seconda scientifico / classe terza non scientifico

Durata indicativa: 36 ore di lezione

Area: meccanica.



Sequenze

- Come si cammina? Oscillazioni
- Perché si cammina? Il principio di azione e reazione
- Camminare o correre? Velocità e urti

Note per l'insegnante

- Le forze nei testi scolastici.
- Misconcezioni.
- Sperimentare l'equilibrio del proprio corpo.
- Esercizi e problemi: quale scelta?

Esperimenti

- La gamba come pendolo fisico: il periodo di oscillazione.
- La velocità nella camminata.
- Lunghezza del passo “naturale”.
- Misura indiretta della velocità.
- Misura diretta della velocità (contapassi e pedometro).
- Relazione tra velocità e lunghezza della gamba. (Facoltativo)
- Interazioni elettrostatiche.
- Interazioni magnetiche. (A casa)
- Interazioni negli urti.
- Interazioni dovute all’attrito.
- Principio di A-R: tirare e spingere (video esperimento).
- Interazioni gravitazionali. (A casa)
- La forza d’attrito.
- La reazione vincolare. (A casa)
- Facciamo il punto: perché si cammina.
- Velocità e cambiamenti di velocità.
- Forze d’impatto. *
- Impatto del piede e rimbalzo di una pallina: simulazione con Algodoo. (A casa)
- Un modello per la corsa: studio del rimbalzo di una pallina.
- Il rimbalzo di una pallina: considerazioni energetiche. *
- Energia per camminare e correre. (A casa)

Titolo del percorso: Con la testa tra le nuvole

Fisica intorno a noi

Utenza: classe prima scientifico / classe quarta non scientifico

Durata indicativa: 36 ore di lezione

Aree: i fondamenti del metodo scientifico. Aspetti termodinamici del mondo fisico.



Sequenze

- Che tempo farà?
- Nubi e precipitazioni.

Note per l'insegnante

- Le scienze dell'atmosfera.
- Misconcezioni.
- La raccolta dei dati.
- Misure di temperatura, pressione, umidità relativa, vento.
- I fronti.
- Il nefoipsometro.
- Eventi estremi e interazione con la protezione civile.

Esperimenti

- Il termometro di Galileo.
- Sensazioni e misura. (A casa)
- Termometri artigianali.
- Barometri artigianali. (A casa)
- Igrometri artigianali. (A casa)
- Il papero bevitore. *
- Anemometri. (A casa)
- Pluviometro. (A casa)
- Variabilità stagionale. *
- Radiazione termica.
- Conduzione (video esperimento).
- Isolanti e conduttori.
- Costruzione capannina meteorologica. (A casa)
- Osservazione del cielo. (A casa)
- Misure di triangolazione.
- Altezza di una nube.
- Il papero bevitore (video esperimento). *
- Riscaldamento e raffreddamento. *
- Calore latente di fusione. *
- Calore latente di vaporizzazione. *
- La pioggia in casa. (A casa)
- La nuvola in bottiglia (video esperimento).
- Implosione di una lattina (video esperimento). *
- Formazione di cristalli. *
- Che tempo farà.

Lettture

- Defrancesco S. e Oss S., *Scoprire la fisica quotidiana. Itinerari per imparare divertendosi*, Erickson 2006
- Brugnara Y, Brönnimann S, Zamuriano M, Schild J, Rohr C, Segesser DM (2016) "Dicembre 1916: il mese della morte bianca" *Geographica Bernensis* **G91**. ISBN 978-3-905835-49-6, doi:10.4480/GB2016.G91.03
- Eddy J. A., "Il caso delle macchie solari mancanti", *Le Scienze*, **109**, 1977, <https://archive.org/details/lescienze-109/page/n19/mode/2up>
- Marina Serio *et al*, "Physics of the Earth system", *J. Phys.: Conf. Ser.* **1287** 012017 (2019)
- <https://www.eniscuola.net/argomento/conoscere-la-meteorologia/>

Informazioni relative alla descrizione dei percorsi

Alle pagine seguenti si riportano le descrizioni dettagliate di ciascun percorso, corredate dagli approfondimenti e dalle schede relative alle attività e agli esperimenti proposti.

In seguito alla sperimentazione, il tutto è stato integrato da box con suggerimenti, approfondimenti e riflessioni, come quelli di

Figura 29, arricchito dai commenti degli insegnanti e dalle osservazioni degli studenti. Queste ultime sono state evidenziate con colori diversi: in blu quelle degli studenti dei licei scientifici e in verde le altre.



Per migliorare l'effetto, si consiglia di utilizzare un numero maggiore di specchi, di larghezza minore.

Volendo, si possono provare altre configurazioni, per esempio con un profilo iperbolico.



Dal dizionario Treccani:

La maggior parte degli studenti ha scelto di affidare il bambino al genitore B, concentrandosi sugli aspetti positivi, e, principalmente, sul rapporto profondo con il bambino.

Figura 29 Box con suggerimenti, approfondimenti e riflessioni

La sperimentazione

Sarà vero?



Credenze, fake news, video e post virali:
come uscirne vivi utilizzando un approccio scientifico.

Sarà vero?

Storie di scienza

Utenza: IV-V elementare e I media

Come sorelle

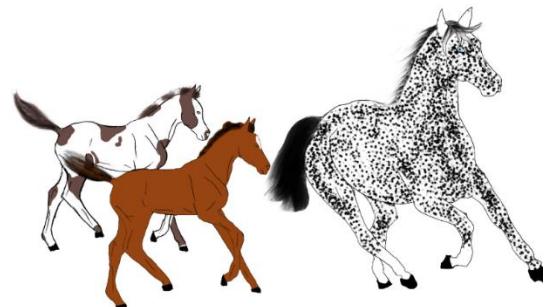
Amo i cavalli.

Ci sono salita per la prima volta a due anni ed è stato amore a prima vista: “da grande farò la cavallerizza”, dissi ai miei genitori.

Da tanti anni ormai monto almeno una volta alla settimana. Ho iniziato con i pony e più erano disperati, più mi divertivo, e ho proseguito con cavalli di ogni razza: Arabi, Purosangue, Appaloosa, Paint, Quarter, Avelignesi. Prima la monta inglese e poi la monta americana.

Seduta sulla staccionata, vi osservo. Sembrate sorelle tu e Kira. Sempre accanto alla tua mamma.

Kira è nata qualche mese fa ed era argento vivo. Faceva quello che voleva. Continuava a galoppare a destra e sinistra in mezzo agli altri cavalli e non stava mai con la sua mamma... o forse era la sua mamma che non stava con lei: ancora non riesco a capirlo. Quando stava per nascere ero molto emozionata, era la fine di aprile.



Disegno di Chiara Pisoni

Apro il mio diario e i ricordi riaffiorano.

25 aprile 2021

Dodici lunghi mesi di attesa. So che nascerà domani sera: ci sarà la luna piena e mi hanno detto che i cavalli, come i bambini, nascono nelle notti di luna piena.

La mia mamma è un po' perplessa: «Si tratta di credenze, non è detto che nasca proprio domani, la luna non c'entra». Io però insisto. I proprietari credono all'influenza della luna e mi fido di loro, quindi devo assolutamente essere presente.

La mamma cerca di farmi ragionare: «Quanti cavalli sono nati in questo ranch? Forse c'è qualcuno che potrebbe avere molta più esperienza in fatto di nascite, al quale ci potremmo rivolgere per chiedere un parere, che dici?» In effetti al ranch sono nati solo due puledri... forse sono troppo pochi per stabilire un nesso tra la luna piena e il parto. Però il veterinario ha assistito a molti parto, quindi potremmo chiedergli quanti parto ci sono stati nelle notti di luna piena. «Bene, – dice la mamma – allora andiamo dal veterinario e chiediamogli che cosa ne pensa».

Siamo molto fortunate, perché la veterinaria che segue il nostro cane è specializzata in cavalli ed ha assistito a moltissimi parto. Appena la vedo, le racconto della nascita imminente e le chiedo di spiegare alla mia mamma che i cavalli nascono nelle notti di luna piena. Lei mi guarda e, con un sorriso, mi racconta di non aver mai trovato un legame tra le due cose. «Forse - dice - i parto che avvengono nelle notti di luna piena, rimangono più impressi nelle persone proprio perché avvengono in una situazione particolare, quando il cielo è illuminato quasi a giorno. Forse in qualche caso il parto inizia perché la cavalla, in piena luce, si sente più tranquilla e sicura e non ha paura dei predatori. Non saprei... So solo che c'è un metodo scientifico per capire se il parto avverrà entro uno o due giorni. Si prende una goccia di latte della cavalla e la si fa cadere su un pezzo di plastica nera, da un'altezza di quindici centimetri: se la goccia copre il colore nero della plastica, che così appare bianca, significa che nel latte c'è molto calcio e che la fattrice è pronta per il parto».

Sarà vero?

Abbiamo deciso di aspettare. La luna non c'entra. Andremo al ranch dopodomani.

27 aprile 2021

Accendo il telefono e...

No, non ci posso credere! Ma allora lo ha fatto per dispetto: Kira è nata nella notte di luna piena. Quando ha aperto gli occhi, erano tutti lì e la fissavano con tenerezza, avvolgendola in un caldo abbraccio, immortalando ogni fase con uno scatto. Che puledrina fortunata: è nata circondata da tante persone. Erano tutti lì, mancavo solo io. Non è giusto: sono proprio triste.

Non mi resta che aspettare. Sì, perché c'è un'altra cavalla che dovrebbe partorire.

15 maggio 2021

Settimana dopo settimana guardo quella pancia che cresce, e aspetto. Mi avvicino alla pancia e ti parlo: chissà se mi puoi sentire, Lara, chissà se quando nascerai, riconoscerai la mia voce.

3 giugno 2021

Arrivo al ranch di prima mattina e ti trovo in piedi, vicino alla tua mamma. Sei nata in una notte buia, altro che luna piena. Non c'era nessuno, solo tu e la tua mamma. Kira era stata più fortunata: era nata in una notte lucente, circondata dall'affetto di tutti.

Chiudo il diario.

Seduta sulla staccionata, vi osservo. Tu non sei come lei, stai sempre con la tua mamma, perché ogni cucciolo dovrebbe stare con la sua mamma per imparare molte cose: si chiama imprinting.

Che sciocca. Pensavo fosse Kira la puledrina fortunata, ma tu hai la cosa più importante: l'amore della tua mamma. I cavalli sanno essere molto sensibili e tu me lo hai dimostrato, perché hai scelto di condividere la tua mamma con lei. Ora siete come sorelle.

Niente chiacchiere!

È il giorno di Natale e non è il solito pranzo.

Che vociare, quante chiacchiere! Gli adulti su un tavolo, noi ragazzi e i bambini su un altro. Colpa della Covid: chissà quando potremo festeggiare normalmente.

Perlomeno siamo tutti riuniti: è da tanto tempo che non vediamo gli zii.

Matteo, al primo anno di scuola materna, ha un sacco di cose da raccontare. È un tipo preciso, entra nei dettagli in modo esasperante. Dopo aver parlato per quasi un'ora, esclama:

«Adesso vi racconto che cosa abbiamo fatto l'ultimo giorno, prima delle vacanze». Tiro un sospiro di sollievo; finalmente è arrivato all'ultimo giorno, forse poi la smette di parlare, e inizia a mangiare.

«La maestra ci ha fatti mettere tutti in fila, uno accanto all'altro e ci ha chiesto di indossare la mascherina, poi ha detto una cosa nell'orecchio di Irene, che era la prima della fila. Irene doveva ripetere la stessa parola nell'orecchio della sua vicina, e così via fino all'ultimo bambino, che ero io».

E io «E quindi? Che gioco è?», e lui «Non lo so, ma è stato molto divertente! La parola che alla fine hanno detto a me era completamente diversa da quella che aveva detto la maestra a Irene e siamo scoppiati tutti a ridere».



Finalmente cala un po' di silenzio e iniziamo a mangiare.

Sentiamo la mamma che parla con gli zii. Sul giornale c'è un articolo che parla di alcune persone che pur essendo positive al Covid sono andate a fare la spesa in un supermercato in Val Rendena. Proprio dove dovremmo passare l'ultimo dell'anno.

«Credo proprio che rimarremo a casa», dice sconsolata, «Non mi fido ad andare in un posto dove non sanno che cosa sia il rispetto delle regole».

Non è giusto! È da tanto che aspetto di rivedere il mio amico Marco: perché dobbiamo rinunciare al viaggio? Sono così delusa e arrabbiata. Perché, per colpa di qualche incosciente, ci dobbiamo rimettere noi?

Sto ancora cercando di calmarmi, quando interviene lui, lo zio taciturno. Non parla quasi mai, e non ne ho mai capito il motivo, ma, quando parla, tutti lo ascoltano.

«Chiacchiere, come quelle del gioco di Matteo. Dov'è pubblicato l'articolo? Chi lo ha scritto? In quale paese è successo? In quale supermercato?»

La mamma prende il giornale: l'articolo è sulla prima pagina di un quotidiano locale, ma effettivamente non è firmato, non c'è traccia del nome del paese, e nemmeno di quello del supermercato.

Lo zio continua: «Sai Matteo, le chiacchiere sono come il gioco che avete fatto a scuola: qualcuno racconta una storia a una persona, che la riporta a un'altra, che la comunica a un'altra ancora, e così via, ma in ogni passaggio il racconto viene leggermente modificato, finché non si capisce più quanto ci sia di vero.

Purtroppo, ultimamente, chiacchiere e notizie vengono confusi facilmente».

Quindi, rivolto a me, dice: «Hai sempre il telefonino in mano, usalo per qualcosa di utile. Fai una ricerca in Internet, e cerca "otto positivi al supermercato"».

Mentre digito sulla tastiera del mio smartphone, prego si tratti di una bufala. Faccio clic su invio e chiudo gli occhi.

«Allora?» Chiede lo zio.

Apro gli occhi e leggo: aprile 2021 - lido di Camaiore, marzo 2021- Arezzo, aprile 2021 - Sassari, gennaio 2021 - Caltanissetta, marzo 2021 - Bari. Sempre otto positivi, sempre al supermercato, sempre smascherati dal medico.

Sarà vero?

Esulto e in un momento di entusiasmo abbraccio lo zio, anche se non si potrebbe. Ha salvato le nostre vacanze e il mio incontro con Marco.

È passato un anno, siamo riuniti per il pranzo di Natale.

Ho preparato un regalo per lo zio taciturno: una pergamena sulla quale ho riportato un aneddoto che gli si addice.

Il filosofo greco Socrate era noto per la sua saggezza.

Un giorno qualcuno lo andò a trovare e gli disse:

«Sai cosa ho appena sentito sul tuo amico?»

«Un momento», rispose Socrate, «Prima vorrei che tu facessi il test dei tre setacci.

Prenditi il tempo di filtrare ciò che vorresti dire. Il primo setaccio è la verità. Hai verificato se quello che mi dirai è vero?»

«No... ne ho solo sentito parlare.»

«Il secondo setaccio è quello della bontà. Quello che vuoi dirmi, è qualcosa di buono?»

«Certo che no, anzi!»

«Il terzo setaccio è quello dell'utilità. È utile che io venga a sapere quello che mi vuoi raccontare?»

«No.»

«Allora», concluse Socrate, «se ciò che volevi raccontarmi non è né vero, né buono, né utile, preferisco non saperlo e consiglio a te di dimenticarlo.»

Ho abbracciato lo zio e gli ho sussurrato in un orecchio: sei il nostro Socrate perché dici sempre “niente chiacchiere”.

Prova tu

- ❖ Fai una ricerca sulle credenze popolari più diffuse. Sceglie una e cerca di verificarne l'autenticità.
- ❖ Questo annuncio è stato pubblicato in rete a luglio 2018 dall'Osservatorio permanente giovani-editori: «*SCANDALO!!!! Il Ministero abolisce le vacanze estive. Scuole chiuse solo d'inverno! Se pensi che sia ingiusto, condividi questa notizia*». Con l'aiuto dell'insegnante, prova a verificarne la veridicità.

Suggerimenti per l'insegnante

Prestare attenzione alle scelte linguistiche

	Articoli di giornale	Fake news	Scelta linguistica delle fake news
Titolo	Breve	Lungo	Contiene termini superflui e spesso si rivolge al lettore. <i>(Quello che non Vi dicono: ARGENTO COLLOIDALE meglio di qualunque antibiotico, potrebbe essere efficace anche contro Ebola. Ma non ce lo diranno mai perché non conviene alle lobby farmaceutiche !!)</i>
Focus	Argomento	Lettore	Uso dell'imperativo. (<i>Guarda! Leggete!</i>)
Scopo	Informare	Suscitare emozioni forti, allarmare	Uso di figure retoriche come le iperboli (<i>Incredibile, allucinante, terrificante</i>), di pronomi possessivi, di avverbi non neutrali (<i>purtroppo, tranquillamente</i>).
Contenuto	Preciso e puntuale	Povero di dettagli	Uso di canovacci narrativi che si ripetono. Noi versus loro. Forme impersonali (<i>si scopre</i>). Vago nell'esprimere quantità (<i>diversi punti</i>).
Testo	Corretto (ortografia e punteggiatura)	Con errori ortografici o punteggiatura insolita	Esempio: “..” anziché “...”, oppure sovrabbondanza di punti esclamativi o interrogativi, uso delle maiuscole, uso del grassetto.
Lessico	Specifico	Colloquiale	Espressioni regionali, dialettali (<i>zingaro, barbone, smetterla, farcela</i>).
	Formale	Formale, ma desueto	<i>Ella, costoro...</i>
Atti linguistici		Atti illocutori esercitivi, ovvero l'esca per click	Le fake news hanno bisogno di essere condivise il più rapidamente possibile, ecco perché all'interno di una notizia di questo tipo vengono inseriti anche esplicitamente inviti a cliccare e condividere (<i>condividi se sei indignato, scrivi BASTA e condividi</i>).
Data e luogo	Reali	Si riferiscono a eventi passati	Spesso le fake news sono notizie vecchie, riportate alla luce con qualche modifica.

Verificare le fonti

- Nomi e url simili a quelli delle testate giornalistiche: vedi: <https://www.butac.it/the-black-list/>
- (il-giornale.info, [La Repubblica.it](http://LaRepubblica.it), Messaggiero.com):
- Nomi di persona e enti: verificare se il personaggio/ente nominato esiste e quale ruolo ha.
- L'autore: cercare informazioni sull'autore dell'articolo.

Suggerire comportamenti virtuosi

- Verificare le notizie copiando il testo e inserendolo nei motori di ricerca.

Sarà vero?

- Appoggiarsi ai siti di fact checking.
- Prima di commentare o condividere una notizia, accertarne la veridicità e citare sempre la fonte.
- Rettificare eventuali errori: può capitare di diffondere una notizia falsa, l'importante è segnalarlo.
- Non fidarsi troppo di chi scrive notizie quantomeno strane, nemmeno se sono pubblicate su testate giornalistiche di spicco: anche quest'ultime, infatti, sono spesso cadute in trappola. Per quanto riguarda le notizie relative alla scienza, fare riferimento solo a pubblicazioni specialistiche.

Il percorso per le scuole secondarie di secondo grado

Questo percorso può essere inserito in un più ampio progetto di educazione alla cittadinanza e permette di lavorare interdisciplinamente con gli insegnanti di lettere, diritto, scienze, scienze umane, matematica. Affinché gli studenti comprendano quanto sia fondamentale appropriarsi di un metodo scientifico, è importante che sperimentino innanzitutto come funziona il nostro cervello e quali sono le trappole nelle quali si può inconsciamente cadere.

Area concettuale

I fondamenti del metodo scientifico [1]

Conoscenza

Il linguaggio della fisica, caratteristiche della scienza e aspetti epistemologici.

Concetti chiave

Stima e misura, grandezze fisiche.

Riferimenti normativi per il liceo scientifico

Si inizia a costruire il linguaggio della fisica (grandezze scalari e vettoriali, sistemi e unità di misura), abituando lo studente a semplificare e modellizzare situazioni reali, a impostare semplici problemi (legati alla collocazione nello spazio e nel tempo di un oggetto materiale) e ad avere ragionevole consapevolezza del proprio operato. In particolare, si dovrà arricchire lo studente di una sensibilità e una mentalità affini al metodo scientifico e all'osservazione sperimentale dei fenomeni, nonché alle tecnologie e al loro aggancio alle scienze fisiche. Lo studente dovrà gradualmente essere posto nelle condizioni di comprendere, apprezzare e applicare il criterio epistemologico di attendibilità del metodo scientifico e di sapere distinguere scienza e pseudo-scienza.

Abilità	Conoscenze
<ul style="list-style-type: none">- Raccogliere e rappresentare dati, utilizzando vari tipi di approssimazione.- Effettuare semplici misure di grandezze, determinare le incertezze dei dati raccolti e valutarne l'attendibilità.- Distinguere e sapere rappresentare grandezze fisiche scalari e vettoriali.	<ul style="list-style-type: none">- Tratti fondanti del metodo scientifico nell'osservazione e nella misura.- Sistema internazionale delle unità di misura.- Principali grandezze fisiche e loro dimensioni.- Qualche strumento di misura, incertezza sulla misura.- Notazione scientifica, cifre significative.

Figura 30 [1] Linee guida provinciali

PRIMO BIENNIO
Nel primo biennio si inizia a costruire il linguaggio della fisica classica (grandezze fisiche scalari e vettoriali e unità di misura), abituando lo studente a semplificare e modellizzare situazioni reali, a risolvere problemi e ad avere consapevolezza critica del proprio operato.

Figura 31 [2] Indicazioni Nazionali

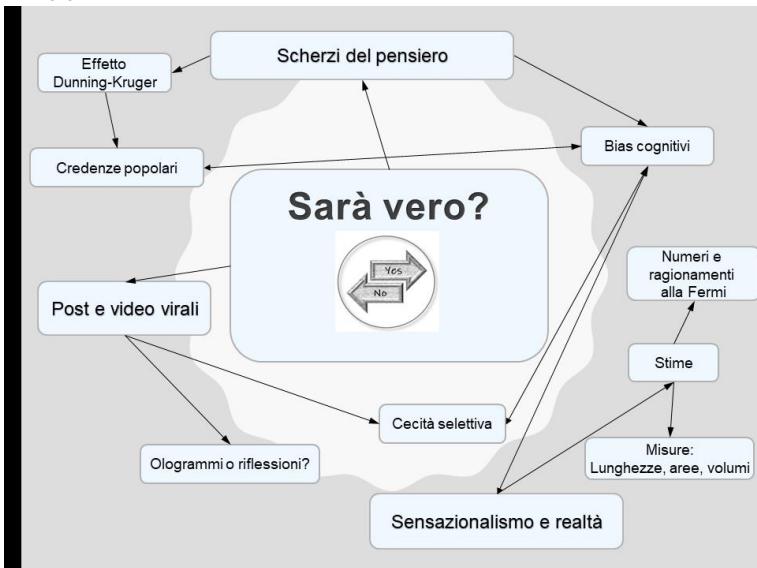
Contenuti didattici

- Stime ragionate.
- Notazione scientifica.
- Differenza tra stima e misura, grandezze fisiche.
- Campioni di misura e strumenti di misura: scelta dello strumento, risoluzione dello strumento, scrittura del risultato di una misura, diverso significato del numero in matematica e nelle scienze sperimentali (cifre significative), precisione della misura.

Sarà vero?

- Compatibilità tra misure.

Mappa



Innesco

L'insegnante individua un'attività, una lettura o un video che possano stimolare l'interesse e la curiosità della classe, per esempio:

Science is a culture of doubt, religion is a culture of faith. - R. Feynman [3]



Figura 32 Innesco Sarà vero? [4]

Si può quindi proseguire con la lettura Analfabetismo funzionale e fake news spiegati con un dialogo, recitata da due studenti.[4]

La parola ai nostri insegnanti:

«ne è scaturito un confronto interessante perché ciascuno di loro si è soffermato su un dettaglio e solo alcuni studenti hanno valutato tutte le informazioni presenti mettendone in discussione la coerenza e la veridicità».

«ho proposto la foto relativa al Presidente del Gabon e ho chiesto loro, senza dare particolari spiegazioni, di inviarmi tre osservazioni individuali scaturite dall'osservazione dell'immagine e dalla lettura del testo. In classe abbiamo utilizzato la lettura "Analfabetismo funzionale e fake news spiegati con un dialogo", che è stata recitata da due studenti. Questa modalità li ha coinvolti particolarmente».

«Una volta ricevute le osservazioni [...] le ho raccolte e numerate in un unico file. Senza indicare chi fosse l'autore della particolare osservazione le ho riproposte nei piccoli gruppi, stimolando a riconoscere delle caratteristiche comuni e a raggrupparle. [...] Questa pratica ha dato loro la possibilità di confrontarsi nel piccolo gruppo per condividere quanto emerso e per distinguere la tipologia delle osservazioni prodotte (giudicanti, osservative, reattive, ...)».

«La lettura sull'analfabetismo funzionale ha permesso ad alcuni di riconoscere nelle proprie osservazioni la modalità comunicativa del dialogo proposto. Questo tema mi è sembrato interessante, sia per il coinvolgimento dei ragazzi, sia per la possibilità di rilevare loro peculiarità».

LA PAROLA AGLI STUDENTI

Che cosa c'entra il Gabon con le migrazioni in Europa

Il Gabon non è uno stato legittimo

Tutti devono avere la possibilità di riscattarsi.

Non sta a nessuno giudicare gli altri.

Se ci fossimo noi al posto loro direste le stesse cose?

È razzista

Non ha tutti i torti

Il Gabon è un paese razzista

Beh, anche noi italiani siamo stati delinquenti in altri paesi

Non sono tutti delinquenti

Se le persone se ne vanno un motivo c'è

Questa questione può essere smentita

Per un certo senso non si può dire

Possono difendersi smentendo la d

Sembra un pretesto per prendere in giro qua

La frase non mi sembra corretta

Penso sia una fake news

Non è il presidente del C

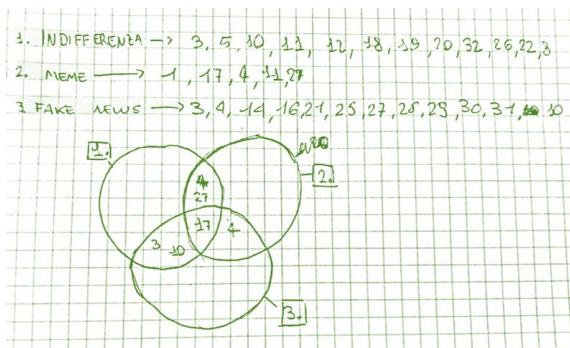
Non ha alcun tipo di validità poiché non affidabile.

È un'immagine Meme - Amogus (Amogus è una w

Non è vero

Nan à une t-

Nosso objetivo é presidente



La maggior parte degli studenti commenta la frase attribuita al presunto presidente del Gabon, senza preoccuparsi dell'affidabilità del post.

Sequenze

1. Scherzi del pensiero: false credenze.
2. Post e video virali.
3. Sensazionalismo e realtà: quanta folla c'era in piazza?

Sequenza: *Scherzi del pensiero*

Situazione stimolo

L'insegnante può raccontare l'episodio descritto di seguito per introdurre la sequenza.

Lunedì 26 aprile 2021:

«Mamma, quand'è la prossima luna piena? Queen dovrebbe partorire».

«Tesoro, fidati, partorirà quando sarà il momento, la luna non c'entra nulla».

«Ti dico che partorirà quando c'è la luna piena, stiamo aspettando da tanto ormai».

«La luna piena è prevista per domani, ma tranquilla, dovrai aspettare ancora».

Mercoledì 28 aprile 2021, ore 6:30: «Mamma! Guarda!»



Domande guida

- Quante volte ci affidiamo a detti e affermazioni come questa?
- Avete mai sentito parlare dei bias cognitivi? E del paradosso di Dunning-Kruger?

Attività o esperimenti proposti

- Questione di scelte.
- Credenze alla prova.

Le schede con le descrizioni dettagliate, sono riportate di seguito.

Nota per l'insegnante: disinformazione e bias cognitivi [7]

In un mondo iperconnesso, qualsiasi informazione, vera o falsa, può diffondersi velocemente. La divulgazione di notizie poco accurate o false può essere involontaria, e in tal caso si parla di misinformazione, o intenzionale al fine di influenzare scelte e azioni degli utenti: quest'ultima si chiama disinformazione.

Perché si cade in trappola: i bias cognitivi

L'uomo è inconsciamente meno razionale di quanto si possa credere. La costruzione di realtà soggettive è infatti da sempre la risposta dell'uomo all'evoluzione: questo procedimento mentale, chiamato euristica, è una scorciatoia che permette di prendere decisioni ogni qual volta sia preferibile essere rapidi piuttosto che accurati, [5]. I bias sono euristiche errate.

Ecco, quindi, che molte notizie vengono divulgate perché rientrano nelle credenze diffuse, ritenute valide a prescindere da tutto.

Alcuni esempi

Bias di conferma

«*Sono sicuro che bere latte faccia male alla salute, ho trovato molti articoli che lo confermano.*»

Chi crede che il latte faccia male, cercherà in rete “il latte fa male?” escludendo così tutti gli articoli che dicono il contrario.

Convalida soggettiva

«*Come ha fatto Tizio a vincere le elezioni, se non ho ancora trovato qualcuno che lo abbia votato?*»

«*In questo momento la pandemia è molto diffusa, il mio amico si trova all'ospedale ed è stato intubato*».

Si tende a generalizzare, valutando la frequenza di un evento in base alla propria esperienza diretta.

Effetto stereotipo

«*È cubano, deve essere un bravo ballerino*».

Effetto Dunning-Kruger

La rete è piena di esperti, o presunti tali, su tutto. Spesso, fortunatamente non sempre, si tratta di persone soggette all'effetto Dunning-Kruger. Si tratta di distorsione cognitiva per la quale chi ha poca competenza in un settore, ha anche poche capacità di autocritica e autoanalisi, contrariamente a chi è più competente: ne consegue che chi è veramente competente, appare più prudente. Dunning e Kruger sostengono che le abilità che generano competenza in un particolare campo sono molto spesso le stesse che servono per valutare le proprie o altrui competenze in quel settore, [6].



Dal dizionario Treccani:

«bias <bàīs> agg. e s. ingl. [dal fr. e provenz. ant. biais «obliquo», di etimo incerto] (pl. Biases <bàīsij>), usato in ital. come agg. e s. m. – Termine che significa propriamente obliquo, inclinato, e, come sostantivo, obliquità, inclinazione, tendenza, usato con significati specifici in varie discipline (tendenza a deviare dal valore medio in statistica, polarizzazione in meccanica e in elettronica, ecc.)»



QUESTIONE DI SCELTE – SCHEDA 1

Fai parte di una giuria chiamata a deliberare sulla richiesta di affidamento esclusivo del figlio minorenne.

La situazione dei genitori è la seguente.

Genitore A:

stipendio medio, salute nella norma, orario di lavoro regolare, rapporto discreto con il bambino, vita sociale stabile.

Genitore B:

stipendio superiore alla media, piccoli problemi di salute, spesso in viaggio per lavoro, rapporto profondo con il bambino, vita sociale attiva.



RIFLETTI

A chi va affidato in via esclusiva il bambino?

CHE COSA DEVI FARE

Confrontati con i compagni del tuo gruppo e prendete una decisione.

QUESTIONE DI SCELTE – LA PAROLA AGLI STUDENTI

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Abbiamo scelto il genitore B perché:

- ha un rapporto profondo con il bimbo;
 - ha uno stipendio alto;
 - ha una vita sociale attiva.
1. Abbiamo guardato con chi aveva più legame;
 2. Poi abbiamo guardato soprattutto gli aspetti positivi;
 3. Abbiamo guardato la situazione economica;
 4. Ci siamo concentrati poco sulla salute;
 5. Infine abbiamo scelto di dare il figlio al genitore B.

La maggior parte degli studenti ha scelto di affidare il bambino al genitore B, concentrandosi sugli aspetti positivi, e, principalmente, sul rapporto profondo con il bambino.

In questa attività abbiamo deciso a quale tra due genitori affidare il bambino, il mio gruppo ha deciso di affidarlo al genitore B per i seguenti motivi:

- Rapporto profondo, non conoscendo l'età del bambino è fondamentale per una crescita sana
- Stipendio alto, essendo che il genitore dovrà mantenere e soddisfare il bambino da solo è importante considerare la sua disponibilità economica -vita sociale attiva, avendo una vita sociale attiva il genitore conoscerà molte persone, cosa che potrebbe aiutare a trovare un sostituto per il genitore A

Genitore B:

Rapporto profondo

Stipendio alto

Vita sociale attiva> nuovo genitore

Genitore A:

Presenza maggiore

Salute migliore

Vita sociale scarsa che non influisce su quella del bambino

In più essendo il bambino minorenne e avendo un rapporto migliore con il genitore B l'affidamento sarà molto probabilmente dato appunto al genitore B essendo che il giudice ne terrà conto.

In classe abbiamo discusso dei lati positivi e negativi di uno e dell'altro genitore. Abbiamo fatto prevalere la scelta del genitore B (anche se quasi la metà aveva votato il genitore A) perché essendo molto attivo socialmente avrebbe potuto trovarsi velocemente un partner, che avrebbe potuto anche non lavorare, visto che il genitore B aveva un alto stipendio. Poi avendo un buon rapporto con il figlio penso che il figlio avrebbe scelto il genitore B.

Io sceglierrei il genitore A perché una cosa fondamentale per un bambino è la stabilità, cosa che secondo me il genitore B non potrebbe dare essendo molto spesso fuori per lavoro, infatti un bambino ha bisogno di attenzioni e se il genitore non è presente non può provvedere a questo. Un'altra cosa molto importante è la salute del genitore, cosa che il genitore B non ha. In conclusione il genitore A anche se ha un rapporto discreto con il bambino può garantirgli la stabilità di cui ha bisogno per vivere serenamente.

Riflettendo insieme, il nostro gruppo ha deciso di affidare il bambino al genitore B. Nonostante abbia piccoli problemi di salute e sia spesso in viaggio per lavoro, il suo rapporto con il bambino è migliore di quello del genitore A.



QUESTIONE DI SCELTE – SCHEDA 2

Fai parte di una giuria chiamata a deliberare sulla richiesta di affidamento esclusivo del figlio minorenne.

La situazione dei genitori è la seguente.

Genitore A:

stipendio medio, salute nella norma, orario di lavoro regolare, rapporto discreto con il bambino, vita sociale stabile.

Genitore B:

stipendio superiore alla media, piccoli problemi di salute, spesso in viaggio per lavoro, rapporto profondo con il bambino, vita sociale attiva.



RIFLETTI

A quale genitore va negato l'affidamento esclusivo?

CHE COSA DEVI FARE

Confrontati con i compagni del tuo gruppo e prendere una decisione.

QUESTIONE DI SCELTE – LA PAROLA AGLI STUDENTI

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

In questo caso l'affidamento esclusivo va negato al genitore B per i seguenti motivi: ha dei piccoli problemi di salute e di conseguenza in certi momenti potrebbe dover andare in ospedale e non può badare sia a sé stesso che al figlio. Il genitore è spesso in viaggio per lavoro e quindi può lasciare solo poco tempo per stare con il figlio anche se ha un rapporto profondo con il bambino.

L'altro motivo è che possiede una vita sociale molto attiva e quindi è spesso con gli amici e i conoscenti.

Il genitore che non è affidatario conserva lo stesso il diritto di entrare in merito alle questioni di maggiore rilievo, ricorrendo al giudice se dovesse ritenere che vengano prese decisioni pregiudizievoli all'interesse dei figli ed esercitare il suo diritto di visita secondo quello che è stato stabilito dal Tribunale.

L'affidamento esclusivo non comporta l'esclusione del genitore inadeguato dal figlio, ma esclusivamente una compressione dell'esercizio della responsabilità genitoriale.

In circostanze di grave inidoneità di entrambi i genitori, i figli potrebbero anche essere affidati agli altri familiari, come ad esempio ai nonni.

La maggior parte degli studenti ha scelto di negare l'affido del bambino al genitore B, concentrandosi sugli aspetti negativi, e, principalmente, sui problemi di salute e sulla scarsa presenza.

Qualcuno, però, si è reso conto che la scelta dipende dagli aspetti sui quali ci si concentra.

Il nostro gruppo è arrivato alla conclusione che l'affidamento doveva essere negato al genitore B, quindi il minorenne doveva essere affidato al genitore A. Ci siamo concentrati soprattutto sulla salute e la presenza del genitore. Il genitore A presentava una salute nella norma, un orario di lavoro regolare uno stipendio medio. Mentre il genitore B presentava piccoli problemi di salute, non molto presente a causa del lavoro e uno stipendio superiore alla media.

Abbiamo deciso di negare l'affidamento esclusivo al genitore B in quanto sarebbe meno presente nella vita del bambino. Ciò è dovuto a causa dei numerosi viaggi di lavoro e ai problemi di salute.

Rileggendo il testo, sapendo che non esiste una risposta corretta, ci si può rendere conto che ci siamo concentrati sugli aspetti che volevamo noi. Per esempio se ci fossimo concentrati solo sullo stipendio dei due genitori e sul rapporto con il bambino, avremmo scelto di affidare il minorenne al genitore B, che presenta un rapporto profondo con il bambino, una vita sociale attiva e uno stipendio superiore alla media. Questo dimostra come un articolo può condizionare il nostro pensiero tramite una domanda posta in un modo diverso. Questo esperimento sociale evidenziare il fatto che noi ci concentriamo sulle cose che vogliamo “vedere”, mentre il resto lo ignoriamo.

DOMANDE:

Cosa c'entra questo con la fisica?

Perché non c'è appunto l'opzione di una custodia condivisa?

Questa tipologia di domande conferma quanto sia importante che l'insegnante continui a evidenziare lo scopo di ciascuna attività e il nesso logico tra le sequenze.

QUESTIONE DI SCELTE - SUGGERIMENTI

SUGGERIMENTI

Dividere la classe in due gruppi.

Assegnare a un gruppo la scheda 1 e all'altro gruppo la scheda 2.

Entrambi i gruppi tenderanno a scegliere lo stesso genitore e, molto probabilmente, sceglieranno il genitore B.

Il genitore A possiede caratteristiche neutrali, mentre il genitore B possiede sia caratteristiche molto positive, che caratteristiche molto negative.

Il gruppo/giuria che dovrà scegliere a chi affidare il bambino probabilmente focalizzerà la sua attenzione sugli aspetti positivi e sceglierà il genitore B (stipendio superiore e rapporto profondo con il bambino), ma altrettanto farà il gruppo/giuria che dovrà scegliere a chi negare l'affidamento: in tal caso, infatti, terrà probabilmente presente gli aspetti negativi (problemi di salute, viaggi di lavoro, vita sociale attiva), scegliendo ancora una volta il genitore B.

La parola ai nostri insegnanti:

«Entrambi i gruppi hanno scelto il genitore A. Un gruppo ha deciso molto rapidamente discutendo poco tra loro, l'altro gruppo ha discusso animatamente (non riuscivo a farli smettere) ma alla fine ha scelto comunque il genitore A. Forse dovevo far esprimere a ogni studente la sua opinione invece di far esprimere una sola risposta per tutto il gruppo? Comunque mi sono trovata un po' spiazzata su come commentare».

Questo esperimento è stato condotto nell'ambito di una ricerca da Shafir et al. (1993).

La parola ai nostri insegnanti: riflessioni emerse durante il corso di aggiornamento.

- *Perché non c'è l'opzione affidamento condiviso?*
- *Credo che questa attività sia interessante proprio perché i dati iniziali non sono completi: per esempio, non si sa per quale motivo la giuria debba procedere con un affidamento esclusivo, anziché congiunto.*
- *Forse questo fatto ci obbliga a scegliere sulla base delle scarse informazioni disponibili e ci fa capire come nelle scelte, quando non si ha a disposizione un numero sufficiente di dati, ci si lasci condizionare solo da alcuni aspetti.*
- *La risposta cambia a seconda che ci si metta nei panni del bambino o dei genitori.*
- *Sperimentare quali sono le trappole nelle quali si può inconsciamente cadere dovrebbe portare gli studenti a capire quanto sia necessario acquisire un approccio scientifico.*

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Eldar Shafir, Itamar Simonson, Amos Tversky, Reason-based choice, Cognition, Volume 49, Issues 1–2, 1993, Pages 11-36, ISSN 0010-0277, [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(93\)90034-S](https://doi.org/10.1016/0010-0277(93)90034-S).



CREDENZE ALLA PROVA

«Una signora era solita cucinare il cotechino tagliandone le estremità prima di metterlo a bollire nella pentola. La figlia, incuriosita da tale pratica, chiese alla madre le motivazioni di questo gesto. La donna non seppe rispondere altro che “Così lo faceva mia madre”. Madre e figlia si recarono, quindi, dalla nonna per chiedere spiegazioni riguardanti questo metodo di cottura. La nonna, a sua volta, rispose che sua madre era solita tagliare le estremità del cotechino prima di cucinarlo. Le tre generazioni di donne, allora, si recarono dalla bisnonna, una vecchiona che viveva ancora nella casa in cui era cresciuta da giovane. Interrogata su questa strana pratica, l’anziana donna rispose che non aveva una pentola abbastanza grande per cucinare il cotechino e aveva risolto questo problema semplicemente tagliandone le estremità».

<https://www.ultimavoce.it/credenze-popolari-folklore-scienza/>

CHE COSA DEVI FARE

Fai una ricerca sulle credenze popolari più diffuse.

Sceglie una e cerca di verificarne l'autenticità.



CREDENZE ALLA PROVA

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Le persone sono veramente influenzabili dal pensiero altrui, questa cosa mi imbarazza, pensare di vivere in un mondo così finto dove le persone si basano su concetti inesistenti è triste.

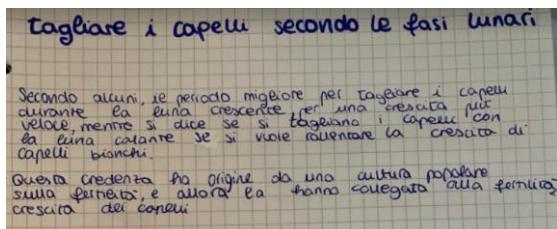
Non dormire davanti allo specchio. In alcune culture lo specchio è visto come una finestra verso l'aldilà. Se ci credeate e avete un letto frontale alla specchiera spostatelo: c'è chi sostiene che mentre si sogna l'anima lascia il corpo ed entra nello specchio senza trovare più la via del ritorno

Secondo me tale credenza non ha senso, io almeno uno specchio lo vedo come un oggetto che riflette ciò che si riflette sulla sua superficie.

Il taglio della torta nuziale
In epoca romana la torta nuziale era fatta di grano, frutta, noci e miele, simboli di ricchezza e fertilità. Veniva divisa sopra la testa della sposa, per garantire un matrimonio fertile e prospero e gli ospiti si davano da fare per raccogliere le briciole, considerate portafortuna. Ancora oggi una fetta di torta nuziale si riserva agli invitati che non hanno potuto partecipare alle nozze

IL FERRO E GLI SPINACI

- I cartoni animati ci hanno insegnato che gli spinaci fanno diventare più muscoli per il ferro, ma in realtà gli spinaci hanno compatti di coordinazione rendendo il ferro meno biodisponibile. Se si vuole acquisire ferro bisogna mangiare lenticchie, fagioli e ceci.



La credenza dello specchio che se rotto porta 7 anni di sfiga.

- Perché nasce questa credenza?

Questa credenza nasce perché nell'antichità gli specchi erano costruiti con metalli molto preziosi, quindi rompendone uno bisognava affrontare 7 anni di sacrifici per riacquistarne uno.

- Perché non è vera?

Essendo lo specchio un oggetto, non può in alcun modo influire sul destino, anche perché oggi gli specchi non sono più così costosi, e di conseguenza non occorrono 7 anni per acquistarne uno.

ALLA LARGA DAI CARRI FUNEBRI:

La presunzione che il solo passaggio del carro funebre possa provocare la morte di una persona non può essere scientificamente approvato. La morte non è in sé trasmissibile, anche se in passato si associava l'immagine del carro funebre ad una possibile trasmissione di malattie che al tempo non erano curabili. "Una prova a sfavore della credenza potrebbe essere l'esempio del guidatore del carro perché lui, nonostante si trovi a stretto contatto con il morto, non viene né contagiato né perseguitato dalla sfortuna", dato che svolge solamente il suo lavoro. In più per sfatare questa credenza basta pensare al fatto che il morto si trova sigillato all'interno di una bara, e con lui sono morti anche tutti i virus o batteri che potrebbero aver provocato il decesso del defunto.

Gli studenti si sono limitati a descrivere le credenze popolari, anziché stabilire una procedura per verificarle. Probabilmente gli insegnanti non sono stati chiari nella consegna e non sono riusciti a evidenziare il nesso logico tra le varie attività proposte. Questi aspetti sono stati anche rilevati da qualche studente nel questionario finale:
«ci dovrebbe essere un nesso logico più forte»;
«vorrei che si facessero dei veri e propri esperimenti e che si dimostrasse scientificamente la falsità delle credenze popolari».

CREDENZE ALLA PROVA

SUGGERIMENTI

Di seguito alcuni spunti.

- Il parto e la luna, <https://www.cicap.org/n/articolo.php?id=275933>
- L'olio e l'orzaiolo.
- Le bottiglie d'acqua ai lati delle porte.
- I giorni della merla.



“Knock on wood” o “touch wood” è, per inglesi e americani, un'espressione idiomatica legata alla superstizione, equivalente all’italiano “tocca ferro”.

La parola ai nostri insegnanti:

«Questa attività li ha molto coinvolti perché ciascuno di loro ha riportato storie tra cui il Touch wood provando a verificare l’attendibilità dell’usanza».

«Dopo la lettura in aula del brano di Credenze alla prova, ho assegnato per casa la ricerca sulle credenze popolari più diffuse e la verifica dell’autenticità di una tra quelle trovate. Non ho trovato questa attività molto soddisfacente... Probabilmente non sono riuscita a presentarla in modo accattivante... in generale ho avuto l’impressione che avessero svolto la ricerca come compito piuttosto che per interesse personale».

La parola ai nostri insegnanti: riflessioni emerse durante il corso di aggiornamento.

- *È molto importante che l’insegnante sottolinei il fatto che queste prime attività proposte servono a far capire come l’acquisizione di un metodo scientifico sia essenziale per leggere il mondo che ci circonda.*
- *Lo scopo principale di questa seconda attività è far sì che gli studenti individuino una procedura per mettere alla prova la credenza che intendono esaminare. Non è sufficiente che descrivano la credenza e le sue origini, né che cerchino online documenti che la smentiscano, così come non è necessario che applichino il metodo individuato: possono limitarsi a un esperimento mentale.*
- *Questo tipo di lavoro permette ai ragazzi di capire quali sono le variabili da considerare e quali sono i dati da raccogliere e da esaminare.*

Nota per l'insegnante: bufale, fake news o satira? [7][8]

Le notizie volutamente false e create ad arte, dette bufale, o contenenti errori e distorte, le fake news, sono sempre esistite: si pensi che la notizia falsa più antica risale al V secolo a.C. La loro proliferazione però si è sviluppata notevolmente a partire dal 2000 grazie a Internet, in particolare dal 2004 con la nascita di Facebook e negli anni successivi grazie agli altri numerosi social.

L'aumento più evidente si ha a partire dal 2013 (Figura 33) anno che vede la diffusione di massa degli smartphone e, di conseguenza, un maggiore utilizzo dei social.



Per quanto riguarda la storia delle fake news, si suggerisce la visione di questi due video. Il primo è una conferenza dello storico Alessandro Barbero, il secondo è un estratto della trasmissione *Striscia la notizia*:

<https://www.youtube.com/watch?v=O-g34chQH5Y>

https://www.striscialanotizia.mediaset.it/video/la-storia-delle-fake-news_75453/

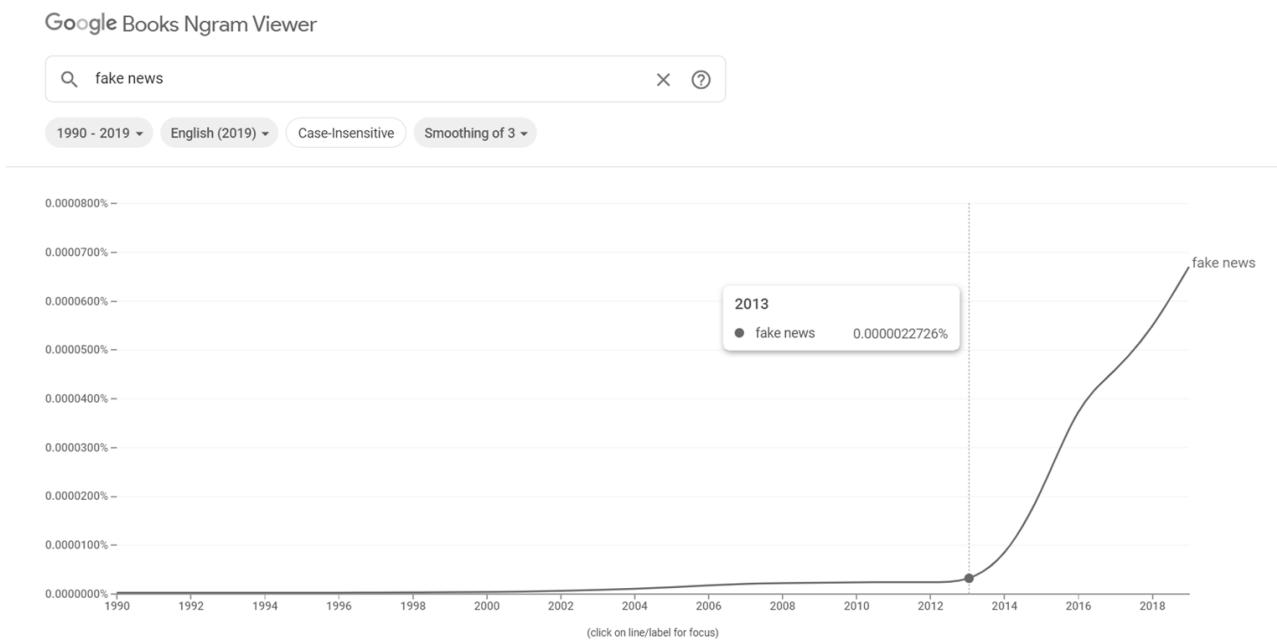


Figura 33 Frequenza della locuzione "Fake news" nell'inglese scritto, dal 1990 al 2019

Gli strumenti Google Book Ngram Viewer e Google Trends permettono di visualizzare l'andamento relativo allo sviluppo delle fake news: per farlo, forniscono la frequenza con la quale il termine compare nelle fonti a stampa tra il 1500 e il 2019 (Book Ngram Viewer) o nelle ricerche e nelle visualizzazioni dal 2004 in poi (Trends). Entrambi utilizzano la funzione tf-idf (term frequency-inverse document frequency), si veda <https://it.wikipedia.org/wiki/Tf-idf>

L'uso di questi strumenti, che presentano dei limiti, non intende testare alcuna teoria, ma mostrare come la frequenza delle fake news sia aumentata in occasione di eventi socio politici come le due guerre mondiali e le elezioni presidenziali USA, o in corrispondenza di progressi nel campo dell'informatica (Figura 34).

In viaggio attraverso la fisica

Google Books Ngram Viewer

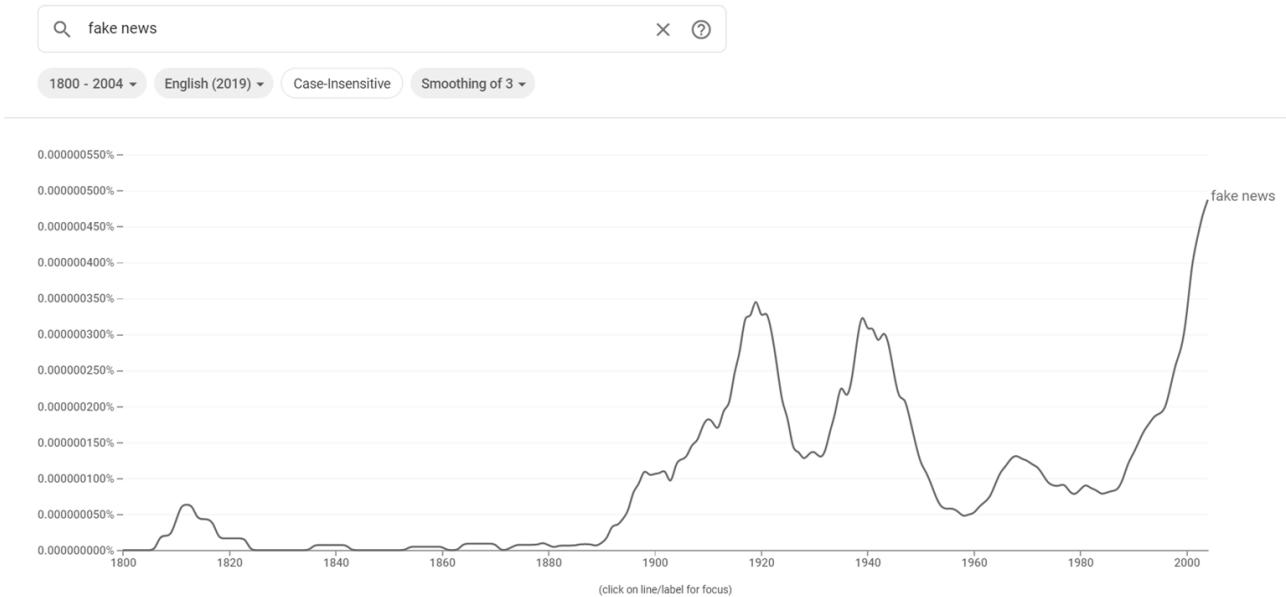


Figura 34 Frequenza della locuzione "Fake news" nell'inglese scritto, dal 1800 al 2004

Espandendo la scala temporale, l'aumento della frequenza della locuzione “Fake news” appare ancora più evidente (Figura 35 e Figura 36).

Google Books Ngram Viewer

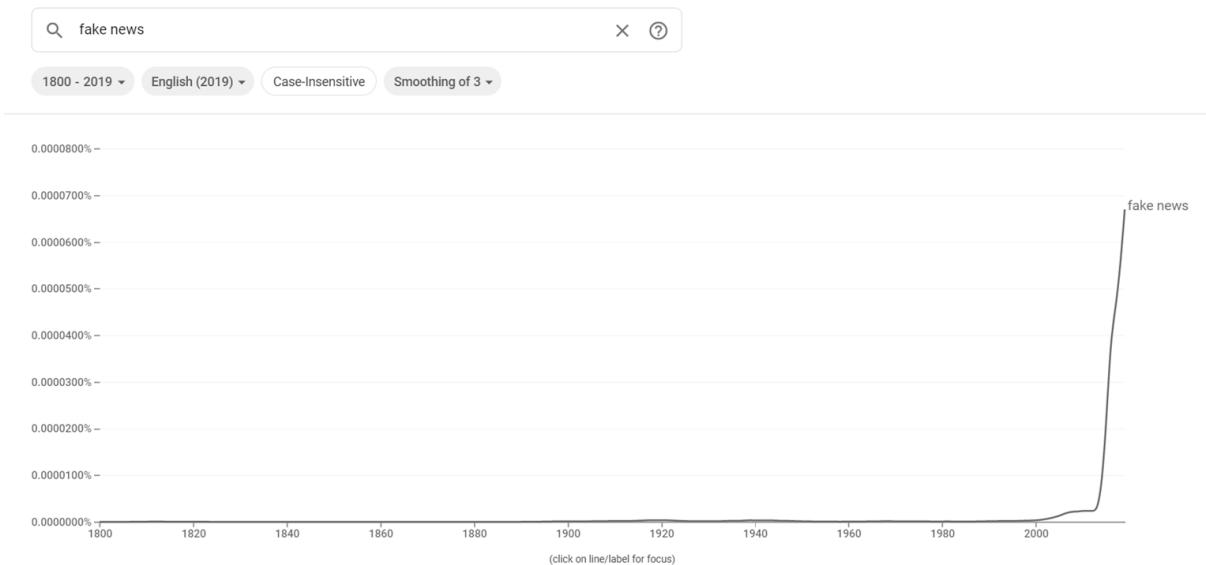


Figura 35 Frequenza della locuzione "Fake news" nell'inglese scritto, dal 1800 al 2019



Oltre alle notizie fasulle, stanno proliferando articoli scientifici fasulli con struttura uguale a quelli veri. È quindi fondamentale imparare a verificare le informazioni.

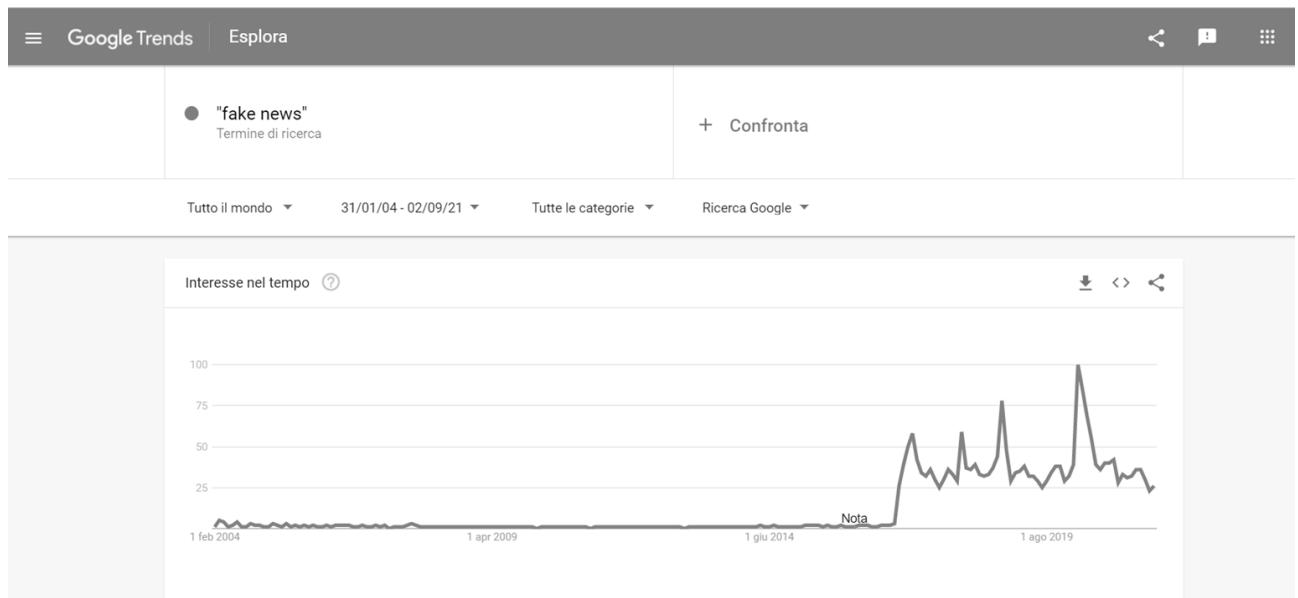


Figura 36 Frequenza della locuzione "Fake news" nelle ricerche e nelle visualizzazioni, dal 2004 al 2021: il picco si riferisce a marzo 2020

Che cosa distingue una bufala o una fake news da una notizia satirica?

Nel 1989 sull'inserto settimanale del quotidiano l'Unità, intitolato Cuore (anno 1 n.42), figurava il titolo *Si voterà col Totip*. La modalità con cui si proponeva di votare era talmente assurda da permettere ai lettori di capire di che si trattava: il titolo, ironico, si riferiva a un articolo di satira. Quando infatti una notizia inventata fa riferimento a fatti reali, ma li distorce al punto che nessuno potrebbe considerarla vera, non si tratta di fake news, ma di satira (si veda per esempio il sito www.lercio.it).

Il problema sorge quando la notizia è costruita con l'intento di ingannare il lettore, e indignarlo affinché la condivida per screditare qualcuno.



«SCANDALO!!!! Il Ministero abolisce le vacanze estive. Scuole chiuse solo d'inverno! Se pensi che sia ingiusto, condividi questa notizia».

È una fake news, perché riconduce a discussioni attuali e non propone una scelta impossibile. L'annuncio è stato volutamente pubblicato in rete a luglio 2018 dall'Osservatorio permanente giovani-editori per sensibilizzare gli studenti all'importanza di riconoscere l'attendibilità di una notizia: chissà però quante condivisioni sono state fatte prima che gli studenti provassero a informarsi e a capire che la notizia era falsa.

Nota per l'insegnante: verificare le informazioni [8]

Le scelte linguistiche

Esistono dei campanelli d'allarme nella forma:

	Articoli di giornale	Fake news	Scelta linguistica delle fake news
Titolo	Breve	Lungo	Contiene termini superflui e spesso si rivolge al lettore. <i>(Quello che non Vi dicono: ARGENTO COLLOIDALE meglio di qualunque antibiotico, potrebbe essere efficace anche contro Ebola. Ma non ce lo diranno mai perché non conviene alle lobby farmaceutiche !!)</i>
Focus	Argomento	Focus sul lettore	Uso dell'imperativo. (<i>Guarda! Leggete!</i>)
Scopo	Informare	Suscitare emozioni forti, allarmare	Uso di figure retoriche come le iperboli (<i>Incredibile, allucinante, terrificante</i>), di pronomi possessivi, di avverbi non neutrali (<i>purtroppo, tranquillamente</i>).
Contenuto	Preciso e puntuale	Povero di dettagli	Uso di canovacci narrativi che si ripetono. Noi versus loro. Forme impersonali (<i>si scopre</i>). Vago nell'esprimere quantità (<i>diversi punti</i>).
Testo	Corretto (ortografia e punteggiatura)	Con errori ortografici o punteggiatura insolita	<i>Esempio: “..” anziché “...”, oppure sovrabbondanza di punti esclamativi o interrogativi, uso delle maiuscole, uso del grassetto.</i>
Lessico	Specifico	Colloquiale	Espressioni regionali, dialettali (<i>zingaro, barbone, smetterla, farcela</i>).
	Formale	Formale, ma desueto	<i>Ella, costoro...</i>
Atti linguistici		Atti illocutori esercitivi, ovvero l'esca per click	Le fake news hanno bisogno di essere condivise il più rapidamente possibile, ecco perché all'interno di una notizia di questo tipo vengono inseriti anche esplicitamente inviti a cliccare e condividere (<i>condividi se sei indignato, scrivi BASTA e condividi</i>).
Data e luogo	Reali	Si riferiscono a eventi passati	Spesso le fake news sono notizie vecchie, riportate alla luce con qualche modifica.

Le fonti

- Controllare nomi e url, spesso sono simili a quelli delle testate giornalistiche: vedi: <https://www.butac.it/the-black-list/> (il-giornale.info, La Repubblica.it, Messaggiero.com):
- Se ci sono nomi di persona o di enti, verificare se esistono e quale ruolo hanno.
- Cercare informazioni sull'autore dell'articolo.

I comportamenti

- Verificare le notizie copiando il testo e inserendolo nei motori di ricerca.
- Appoggiarsi ai siti di *fact checking*. [9][10][11][12][13]
- Prima di commentare o condividere una notizia, accertarne la veridicità e citare sempre la fonte.
- Rettificare eventuali errori: può capitare di diffondere una notizia falsa, l'importante è segnalarlo.

Sarà vero?

- Non fidarsi troppo di chi scrive notizie quantomeno strane, nemmeno se sono pubblicate su testate giornalistiche di spicco: anche quest'ultime, infatti, sono spesso cadute in trappola. Per quanto riguarda le notizie relative alla scienza, fare riferimento solo a riviste scientifiche autorevoli.

Sequenza: Post e video virali

Situazione stimolo

L'insegnante può raccontare l'episodio descritto di seguito per introdurre la sequenza.

Messaggio segnalato sabato 10 aprile 2021 al CeRaVoLC da Luca Antonelli, volontario del CICAP:

«Dai, racconto quanto accaduto nella mia città... Così... Tanto per tranquillizzare. Questa settimana una dottoressa entra in un supermercato. Vede entrare con lei una sua paziente a cui aveva appena comunicato che il suo tampone era positivo. La dottoressa va dalla direzione ed avvisa che nel supermercato c'è una persona certamente positiva, ma che non poteva dire chi era per deontologia e privacy. Il direttore fa un comunicato, dicendo che sapevano della presenza di un soggetto positivo che era stato riconosciuto, invitandolo a recarsi in direzione per evitare conseguenze. Non sapendo a chi si stesse facendo riferimento... Si sono presentati... in otto! Ovvero erano presenti otto persone che erano consapevoli di essere positive, ma che stavano tranquillamente facendo la spesa!» [14]

Domande guida

- Quali sono le caratteristiche di un post o di un video virale?
- Quante volte la stessa notizia è stata riportata dai giornalisti?

Attività o esperimenti proposti

- Non credo ai miei occhi: la cecità selettiva.
- Video virali: ologrammi?

Le schede con le descrizioni dettagliate, sono riportate di seguito.

Sarà vero?



NON CREDO AI MIEI OCCHI

Guarda questo video, lo trovi su YouTube a questo link (<https://www.youtube.com/watch?v=szZLzMJNvto>), e commenta l'accaduto con i tuoi compagni.



CHE COSA DEVI FARE

Qui (<https://fisicaperlascuola.wordpress.com/2021/04/12/video/>) troverai i video suggeriti e altro ancora. Guardali e rispondi alle domande.

Quante volte le persone con la maglia bianca si passano la palla?



Chi ha ucciso Lord Smithe?



LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Non bisognerebbe forzare le persone ad indossare la mascherina, usando la violenza.

Ognuno, a mio parere, dovrebbe decidere individualmente ed avere il buon senso di indossarla di buona volontà e, se non per se stesso, nel dubbio, farlo almeno per gli altri.

Non credo sia un grande sacrificio portare una mascherina per cercare di evitare il contagio dal virus, che ha portato tanta sofferenza.

Credo che il video sia un esperimento sociale. A mio parere però è un comportamento sbagliato quello delle persone che solo per paura si mettono la mascherina

Non penso che il video girato in Russia corrisponda alla realtà. Infatti se si analizza attentamente il video, si può notare che la persona maltrattata dalla sicurezza è sempre la stessa. Sinceramente, le prime volte che abbiamo visto il filmato in classe non ci avevo fatto caso.

il video girato in Russia non corrisponde a realtà, perché è sempre lo stesso uomo a essere picchiato dalla guardia.

RIFLESSIONI: Mi chiedo se anche gli altri fossero attori o gente comune

- Quante volte le persone con la maglietta bianca passano la palla?
15 volte

-Quante volte le persone con la maglietta bianca passano la palla?
15 volte

-Chi ha ucciso Lord Smith?

La signora Smith

-Chi ha ucciso Lord Smith?

La signora Smith

-Credi che il video girato in Russia corrisponda a realtà?
No, perché la persona che viene picchiata è sempre la stessa.

-Credi che il video girato in Russia corrisponda alla realtà?
No, perché la persona che viene picchiata è sempre la stessa.

Guardando questi video mi sono accorta che l'occhio umano non è così attento come sembra, infatti se ci concentriamo su una cosa in particolare (es: quanti palleggi sono stati fatti) tendiamo a non accorgerci di altri particolari molto evidenti. La stessa cosa è avvenuta sia per il video dell'omicidio sia per quello del poliziotto. Solo dopo averli visti ripetute volte mi sono accorta di alcuni particolari.

penso che non si nota la scimmia che passa perché il nostro cervello si concentra su quello che dice la consegna e siamo così attenti a quello da non riuscire ad accorgerci di elementi esterni alla richiesta

Probabilmente il nostro cervello cerca di spiegare determinate situazioni a cui magari non è abituato e quindi ci porta a vedere in maniera diversa la realtà.

Penso sia difficile notare i cambiamenti perché si è concentrati ad ascoltare i dialoghi.

Molti si sono concentrati sulla richiesta della scheda, ma qualcuno si è reso conto dello scopo di questi video e del motivo per il quale ne è stata proposta la visione in un percorso di fisica.

Sarà vero?

NON CREDO AI MIEI OCCHI

In classe, abbiamo visto alcuni video che ci hanno fatto riflettere su quanto siamo inconsapevoli di quello che ricordiamo [...] Mi è piaciuto molto fare questo lavoro e trattare questi argomenti, perché mi sembra interessante capire come ricordiamo le cose e come noi siamo convinti di ricordare di più di quello che in realtà ricordiamo. Inoltre, penso che a seconda delle indicazioni che ci vengono date prima dell'osservazione noi ci concentriamo su un aspetto di un fenomeno, vedendo determinate cose, piuttosto che altre. Questo secondo me è importante anche nei contesti lavorativi o scolastici, per imparare a vedere le cose secondo punti di vista diversi, in modo da non perdere elementi che possono essere importanti.

Osservando i vari video e capendo le varie differenze spiegate dal prof sono stupito da quanto il nostro cervello, anche se molto visibile, sceglie di notare alcuni dettagli rispetto ad altri. La cosa curiosa di questo evento è che soltanto quando una persona te lo fa notare capisci il "quadro generale" e dopo non riesci a non notarlo. Mi ha molto incuriosito e credo che condividerò i video ai miei conoscenti.

Grazie a questi semplici video si riesce a capire quanto in realtà sia facile ingannare il nostro cervello.

È incredibile come la nostra attenzione sia capace di non farci notare dettagli evidenti, come nel secondo video quando i ragazzi si passano la palla da basket e in mezzo passa un uomo vestito da gorilla. Ciò ci insegna che dobbiamo sempre rimanere attenti ad ogni minimo particolare perché potrebbe sempre risultare utile in qualsiasi cosa

Penso sia molto interessante aver visto questi video e aver appreso della possibilità di vedere le cose in modo selettivo.

Questo effetto non è dovuto a una mancanza di attenzione, ma a una normale funzione del nostro corpo, ignorare dei dettagli per concentrarci su altri. Ad esempio quando una persona ti parla con molto rumore di sottofondo il cervello isola i rumori esterni e si concentra solo sulla voce di chi ti parla, in questo caso succede la stessa cosa

L'attività "Non credo ai miei occhi" mi ha molto colpito per come l'uomo, se è concentrato su qualcosa, non pensa ad altro e non si rende conto delle cose che cambiano attorno a lui. Questa cosa accade ogni giorno nelle nostre vite, magari noi siamo concentrati su qualcosa (ad esempio il cellulare) e non ci accorgiamo di quello che ci passa accanto e di quello che ci circonda. Mi è sembrato divertente fare un'attività diversa dalle solite lezioni teoriche. Volevo chiederle se la cecità selettiva è uguale per tutti o se alcuni riescono a vedere meglio quello che cambia attorno a loro.

Credo che siano stati fatti degli studi molto approfonditi su questo argomento e credo anche che vedere questi video sia stata una bella esperienza che ci fa capire il limite del nostro cervello così possiamo imparare a usarlo meglio.

Noi esseri umani ci facciamo influenzare troppo dagli altri, in questo caso ci hanno detto di guardare le persone vestite di bianco, e noi abbiamo guardato solo quelle invece di guardare anche le persone vestite di nero.

Il detective ha dato un obiettivo e il nostro cervello si è concentrato sull'obiettivo e ha escluso qualsiasi cosa esterna.

SUGGERIMENTI

La maggior parte dei ragazzi focalizzerà l'attenzione sul conteggio dei passaggi, nel I video, e sull'ascolto dei testimoni, nel II video, e non noterà alcune cose.

Nel I video, al minuto 0:24, entra in scena una persona travestita da gorilla.

Nel II video, ci sono vari cambiamenti nella scenografia: i fiori nei vasi, il mattarello che si trasforma in un candelabro, l'orso in un'armatura e tanti altri. Vengono indicati dal minuto 0:55 in poi.

Si tratta del fenomeno della cecità selettiva. Lo stesso che, nel video della domanda stimolo, non ci permette di notare che la persona presa a manganellate è sempre la stessa: si tratta di un attore e il video è una candid camera.



È necessario che l'insegnante guardi i video prima di proporli alla classe, in modo tale da trovare un modo per nascondere i titoli e qualsiasi altra informazione che potrebbe compromettere l'attività.

La parola ai nostri insegnanti:

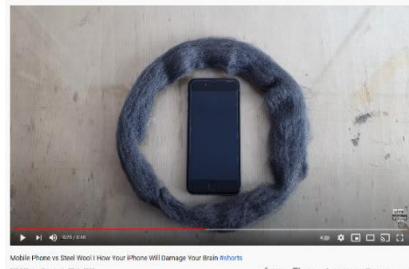
«"Non credo ai miei occhi" è stata assegnata per casa e ripresa in classe, con una breve raccolta delle loro impressioni in aula [...] Riprendere in aula mi ha permesso di confrontarmi anche con i piccoli gruppi e parlare con loro di ciò che avevano scritto e del come. Questo ha dato soddisfazione a me e, credo, anche a loro, perché ci siamo confrontati senza lo spettro del voto, analizzando però gli errori nella formulazione delle frasi e proponendo alternative possibili».

Sarà vero?



VIDEO VIRALI

Guarda questo video, lo trovi su YouTube a questo link
<https://www.youtube.com/watch?v=UdkaypjXBo>, e commenta con i tuoi compagni.



RIFLETTI

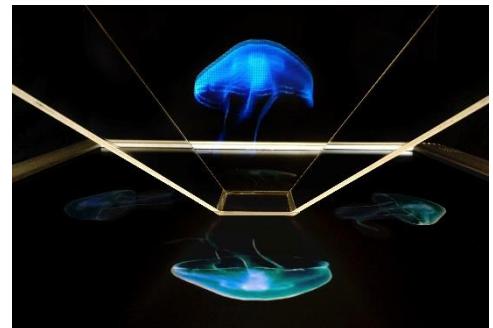
Sul web si trovano molti video. Alcuni contengono informazioni utili e corrette, altri no. Come è possibile allora verificarne l'autenticità?

CHE COSA TI SERVE

- Un foglio di carta a quadretti.
- Uno smartphone.
- Un foglio di carta da lucido.
- Matita, forbice, righello, nastro adesivo trasparente.

CHE COSA DEVI FARE

- Guarda questo video: <https://www.youtube.com/watch?v=qNceVquu02o>.
- Disegna sul foglio a quadretti un trapezio isoscele avente base minore di 2 cm, base maggiore di 8 cm, e altezza di 6 cm.
- Ritaglia il trapezio e usalo come modello per disegnarne quattro sul foglio di carta da lucido.
- Mediante il nastro adesivo unisci i trapezi lungo i lati obliqui, in modo da ottenere un tronco di piramide.
- Usa lo smartphone per collegarti al sito <https://www.youtube.com/watch?v=Y60mfBvXCj8> e avvia il video.
- Posiziona la base minore del tronco di piramide al centro dello schermo dello smartphone.



e Foto di Tommaso Rosi

RIFLETTI

Si tratta di un vero ologramma?

Che cosa puoi fare per capire come funziona questo oggetto? Come si forma l'immagine?

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

- 1 Per accertarmi che i video su internet siano veri devo cercare altre fonti attendibili.
Per esempio, questo caso secondo me è falso perché il telefono non ha abbastanza energia per bruciare la paglietta, se non ci bruceremmo anche noi.
- 2 Si è un diagramma, perché l'immagine viene proiettata sullo strato trasparente formando l'immagine 3D.
L'immagine è formata dal telefono che trasferisce l'immagine sul plexiglass formando l'effetto 3D.
Per capire come funziona, posso cercare un tutorial e cercare di riprodurre il modello.

• No

• Grazie a un'illusione ottica
tra l'immagine e i pezzi di carta lucida

• penso che l'immagine venga
riflessa sul quattro pezzi
di carta che creano i fotogrammi

NON È AFFIDABILE PERCHÉ AVEVO GIÀ VISTO QUESTO VIDEO ED
AVRO LETTO SU UN SITO AFFIDABILE CHE È FAKE
Ho ~~scritto~~ l'esperimento visto un ragazzo visto
nel passato. PRATICAMENTE HO INCOLATO 4 PEZZI DI TRASPER
PIEGARLI SULLO ESTERNO DEL TELEFONO. MA FUNZIONA ANCHE CON
UNA PIRamide normale. L'IMMAGINE SI FORMA DUE RIFLESSIONI
SEGUITE IN ARDIMENTO PERPENDICOLARMENTE IN PUNTO ALLA RIFLESSIONE
PARALLELLAMENTE

Come si forma l'immagine?
I raggi luminosi del telefono vengono emessi verticalmente
e vengono deviati dalla carta trasparente verso il centro, dove
sembra di sia formato un'immagine.

Cosa puoi fare per capire come funziona questo oggetto?
Pieno o grande come le immagini cambiano muovendo
l'oggetto come cambia la loro posizione. Si può notare
che ad ogni lato di una faccia c'è lo stesso direzione, che
vengono proiettati al centro del tronco di piramide dando un
senso di tridimensionalità.

VIDEO VIRALI

-CONCUSSIONE: Nel nostro gruppo ci rendono tutto bene e non ci sono stati problemi, se tranne che il tronco di como era un po' sbilenco perché avevamo attaccato i pezzi leggermente storti, ma ha funzionato lo stesso.

Il nostro esperimento ha funzionato perché quando abbiamo posizionato il tronco di como sul telefono e abbiamo fatto partire il video, si è vista l'immagine in mezzo al tronco di como.

Quello che vediamo in realtà non è un hologramma ma solo un'immagine con un filo 3D, perché:

- Si vede la stessa immagine da tutti e 4 i lati: l'immagine non è composta da più figure;
- Che cosa puoi fare per capire come funziona questo oggetto?
Si può capire come funziona questo oggetto comprendendo una o più immagini sullo schermo dove sono presenti le quattro animazioni. Si può notare che se viene coperta un'immagine sulla corrispondente faccia del piramide non si vedrà l'immagine mozzettata, mentre sarà visibile dai lati dove i filmati non sono coperti.
Pertanto si tratta di un'immagine riflessa.

CONCLUSIONI:

- Abbiamo osservato che al centro del tronco di piramide si forma un'immagine 3D che, a primo impatto può sembrare un hologramma.
- Coprendo una delle 4 immagini, l'"oggetto" creato sparirà da quel lato, ma continuerà a essere visibile dagli altri tre.
- Possiamo concludere dicendo che non è un hologramma. Il tronco di piramide riflette la luce e crea l'immagine, è semplicemente una riflessione di un fascio luminoso.

Quali sono le conseguenze della troppa esposizione alle onde prodotte dal nostro smartphone sulla nostra salute e soprattutto sul nostro cervello?

Come si formano e propagano queste onde?

SUGGERIMENTI

Su YouTube questo effetto viene presentato come un ologramma. In realtà è il risultato della riflessione parziale di un'immagine su un foglio trasparente.

È fondamentale realizzare un tronco di piramide che abbia le facce laterali inclinate di 45° rispetto al piano dello smartphone. In questo modo, si ottengono quattro riflessioni, una su ciascuna faccia.

Verificare che cosa cambia quando si coprono con un cartoncino, una, due o tre delle quattro immagini presenti sullo schermo.

La parola ai nostri insegnanti: riflessioni emerse durante il corso di aggiornamento

- *Gli studenti potrebbero chiedere come funziona un ologramma.*
- *Si deve avere il coraggio di dire agli studenti che il funzionamento dell'ologramma non è facile né da spiegare, né da capire.*
- *Quello che si può fare è notare che questa immagine non è un ologramma, perché osservandola da diversi punti di vista, si nota sempre la stessa faccia.*

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Krišková K. e Timková V., “How to delude your senses”, *Phys. Educ.* **52** 013003, 2017

Sequenza: Quanta folla in piazza?

Situazione stimolo

L'insegnante può leggere un post come quello riportato di seguito [15], per introdurre la sequenza.

Domande guida

- È possibile stimare il numero di persone che poteva ragionevolmente occupare la piazza?
- Quali informazioni utili si possono ricavare dall'articolo?
- Quali dati possiamo ricavare da Internet?
- Quali sono le informazioni da cercare in Internet, per non cadere in un circolo vizioso di fake news?

Pierfranc. Majorino  @pfrmajorino

Segui

Siamo 200 mila! Corteo allegro, festoso e tranquillo, di tutti i colori - la testa di #people2march #primalepersone sta entrando adesso in Corso Matteotti mentre l'ultimo spezzone riesce a partire solo adesso da Porta Venezia.



06:08 - 2 mar 2019

Attività o esperimenti proposti

- Una dolce inizio: effettuare stime (facoltativo).
L'insegnante può scegliere di assegnare questa attività come compito per casa, oppure la può utilizzare come verifica al termine del percorso. In alternativa, può essere proposta in aula il primo giorno di scuola, all'inizio di questa III sequenza o a conclusione del percorso.
- Quante persone in piazza?
 - L'area della superficie occupata dal corteo.
 - La lunghezza del corteo tramite Google Maps.
 - La larghezza media della strada tramite analisi di foto online
 - la larghezza delle strisce pedonali
 - la struttura della strada (carreggiata, corsia, marciapiede...)
 - Il numero di persone, in movimento, che possono occupare 1 m²
 - L'indice di affollamento.
 - Persone ferme.
 - Persone che camminano molto lentamente.
 - Il volume occupato da una persona.
 - Quanto è grande questo numero?

Le schede con le descrizioni dettagliate, sono riportate di seguito.



Enrico Fermi (1901-1954) amava sfidare studenti e colleghi con problemi, all'apparenza assurdi, risolubili solo attraverso calcoli approssimati, in grado di fornire una buona stima del risultato.

CHE COSA TI SERVE

- Un vaso pieno di caramelle tutte uguali.
- Un vaso uguale al precedente, ma vuoto.
- Una decina di caramelle uguali a quelle contenute nel vaso.
- Strumenti di misura a tua scelta.

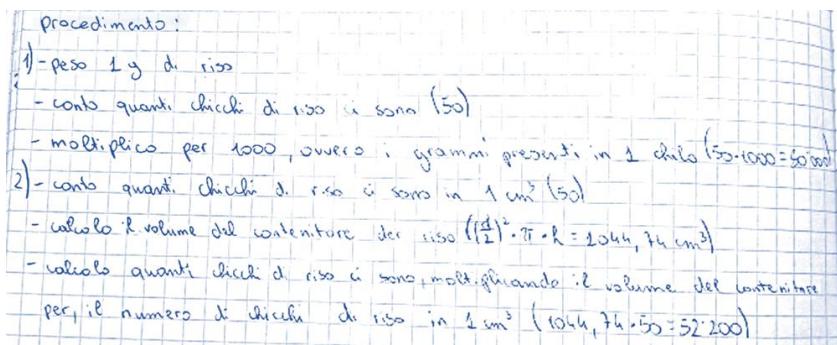
CHE COSA DEVI FARE

Trova un metodo per stimare il numero di caramelle presenti nel barattolo.

Puoi chiedere all'insegnante di fornirti tutti gli strumenti che ritieni necessari, ma non puoi svuotare il barattolo per contare le caramelle.

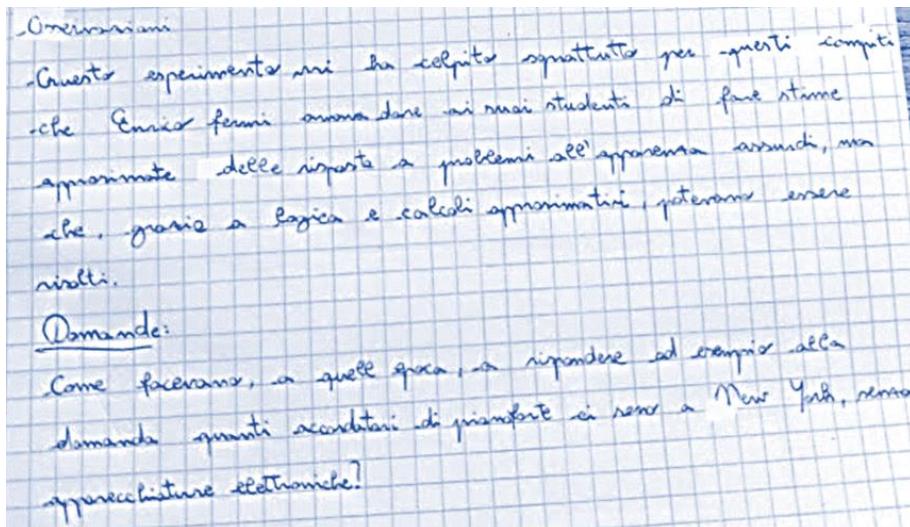
LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Grazie a questo esperimento sono giunta alla conclusione che non esiste un risultato esatto, in quanto i chicchi di riso non sono tutti uguali e tra loro si creano spazi vuoti. È possibile però fare una stima ...



il chicco di riso ha una forma non definita quindi irregolare per cui se si calcola con il volume, piuttosto che con la massa, il risultato non sarà molto preciso

Il risultato è corretto perché dai due procedimenti l'esito risulta simile. Infatti, entrambi i numeri sono nell'ordine dei 56.000 anche se c'è una piccola imprecisione di qualche centinaia.



Qualche insegnante ha scelto di utilizzare un vaso pieno di riso. Dal punto di vista sperimentale, non cambia molto, ma dal punto di vista della "presa" sugli studenti, è certo che utilizzare le caramelle e condividerle a fine ora è sicuramente più efficace dal punto di vista didattico.

STIME

SUGGERIMENTI

L'esperienza permette di introdurre vari concetti che possono essere ripresi nelle lezioni successive:

- stime casuali e ragionate (ragionamenti alla Fermi);
- ipotesi di lavoro (ipotizzo che le caramelle siano tutte uguali);
- massa e peso;
- caratteristiche di uno strumento di misura;
- misura diretta e indiretta;
- incertezze ed errori;
- controllo sulla misura (compatibilità dei risultati ottenuti mediante procedimenti diversi).



Le caramelle che ben si prestano a questo scopo sono M&M's e gelatine di frutta incartate. Se si utilizzano le gelatine incartate, è possibile rendere il problema più complesso inserendo, in uno degli incarti, una caramella di massa diversa. Confrontando poi il numero di caramelle stimato con il risultato di una misura diretta (ottenuta contando le caramelle), è possibile stabilire se le caramelle sono tutte uguali oppure no.

L'insegnante mette sulla cattedra un vaso pieno di caramelle e chiede agli studenti di trovare un metodo per valutarne il numero.



Solitamente i ragazzi individuano alcuni metodi:

- metodo del volume;
- metodo della massa;
- metodo degli strati.

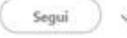
Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Per quanto riguarda il vaso di M&M's, si rimanda a quanto scritto nell'articolo di Silvia Defrancesco "Quanti M&M's nel barattolo", *LFNS, XLVIII*, supplemento, Q. N. 4 "I giocattoli e la scienza + la fisica in gioco", <https://fisicaperlascuola.wordpress.com/2016/10/21/quant-mms-nel-barattolo/>

Perini M., *Il vaso di caramelle*, <https://fisicaperlascuola.wordpress.com/2016/09/26/il-vaso-di-caramelle-m-perini/>



LA SUPERFICIE OCCUPATA DA UN CORTEO

 **Pierfranc. Majorino** 
@pfrmajorino 

Siamo 200 mila! Corteo allegro, festoso e tranquillo, di tutti i colori - la testa di #people2march #primalepersone sta entrando adesso in Corso Matteotti mentre l'ultimo spezzone riesce a partire solo adesso da Porta Venezia.



06:08 - 2 mar 2019

Fonte: https://milano.corriere.it/19_marzo_02/sfila-people-contro-razzismo-migliaia-slogan-palloncini-28bd9fa0-3ce9-11e9-a007-aa95ee5722e6.shtml

RIFLETTI

Puoi stimare l'area della superficie occupata dal corteo?

I riferimenti presenti nel testo permettono di definire la zona interessata dal passaggio del corteo?

Di quali strumenti hai bisogno?

CHE COSA TI SERVE

- App Google Earth.
- Google Maps.
- Browser di ricerca.

CHE COSA DEVI FARE

- Trova un metodo per valutare la lunghezza del corteo.
- Individua un metodo per valutare la larghezza del corteo.
- Calcola l'area della superficie.

LA SUPERFICIE OCCUPATA DA UN CORTEO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Introduzione:

-Ci siamo posti la domanda: questa informazione sarà vera? O è una classica bufala inventata? O semplicemente si tratta di un fatto ingigantito per attirare l'attenzione?
Dunque ci è venuto quasi naturale il cercare una risposta, quindi abbiamo stimato in maniera approssimativa (per gli strumenti a noi disponibile) la superficie della strada e il numero totale di persone effettivamente presenti all'interno del corteo.

Scopi:

- Stimare l'area occupata dal corteo
- Stimare il numero di persone presenti all'interno di un corteo

Materiali:

- Il post su facebook
- Google maps/google Earth
- Power point: 'A proposito di stime'
- Nastro adesivo
- Qualche compagno di classe
- Un metro

Svolgimento:

Appena abbiamo approcciato il problema ci è venuto naturale il chiederci le misure della strada, da Porta Venezia fino a Corso Matteotti. Aiutandoci con google maps e internet, abbiamo ricavato una lunghezza di circa 1,3 km, ovvero la distanza tra Porta Nova e Corso Matteotti.

A questo punto ci mancava la misura della larghezza di questo tratto di strada, secondo noi l'unico modo per stimarla era di consultare google poiché non avevamo i mezzi fisici per ottenere queste misure. Non siamo riusciti ad ottenere delle misure precise tramite internet e quindi abbiamo deciso di eseguire una stima. Guardando la foto iniziale del corteo abbiamo ottenuto una linea immaginaria passante orizzontalmente nel corteo a livello delle spalle.

Abbiamo trovato anche la misura della larghezza media delle spalle di una persona e moltiplicato per le persone disposte in primafila (per comodità) e ottenuto circa una misura sui 12 metri. Ottenuto anche questo dato, anche se in maniera non precisa potevamo calcolare l'area totale che il corteo occupava secondo le nostre stime. Il risultato fu di circa 15'600 m².

LA SUPERFICIE OCCUPATA DA UN CORTEO

Dal commento allegato nel compito, possiamo capire su che tratto si sviluppa il corteo, rispettivamente, un'ultima parte che è appena partita da Porta Venezia e l'altra parte che invece sta entrando in Corso Matteotti.

Abbiamo cercato su Google Maps la distanza tra Porta Venezia e Corso Matteotti, che è di circa 1.6km. Pur di calcolare l'area sulla quale si sviluppa il corteo, avevamo bisogno di una seconda misura cioè della larghezza della strada. Tale informazione non ci veniva fornita nel compito né l'abbiamo trovata direttamente su internet. Pur di determinarla abbiamo moltiplicato la misura media delle spalle di una persona per il numero di persone che abbiamo potuto contare in una prima fila del corteo e abbiamo determinato che la misura approssimativa della larghezza della strada è di ~20 metri. Abbiamo moltiplicato i due dati (lunghezza e larghezza) e ci è risultata una misura di circa 32.000mq.

Da porta venezia a corso Matteotti (Milano) sono 1,3 km di distanza. Questo dato corrisponde anche alla lunghezza del corteo.
Per calcolare l'area del percorso del corteo si puo' stimare calcolando la lunghezza moltiplicandola con la larghezza, tenendo conto dei marciapiedi, strade, parcheggi e strisce pedonali.
Tenendo conto di tutto ciò abbiamo fatto
 $1.300 \times 22 = 28.600 \text{ m}^2$
1.300 = lunghezza
22 = larghezza
28.600 = superficie del corteo

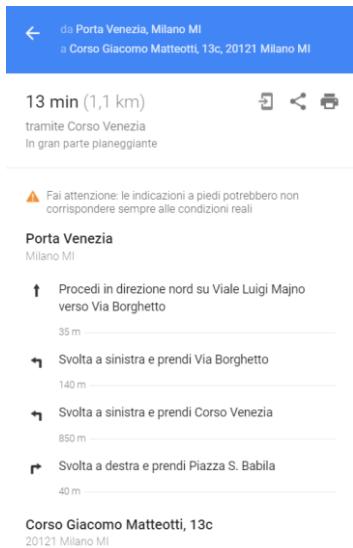
Qui le misure sono sovrastimate.

LA SUPERFICIE OCCUPATA DA UN CORTEO

SUGGERIMENTI

Per valutare la lunghezza e la larghezza del corteo si può procedere in vari modi. Si consiglia di dividere i ragazzi in piccoli gruppi dotati di uno smartphone e di ascoltare le loro proposte.

La lunghezza del corteo può essere stabilita con Google Maps, come riportato nei seguenti screenshot:

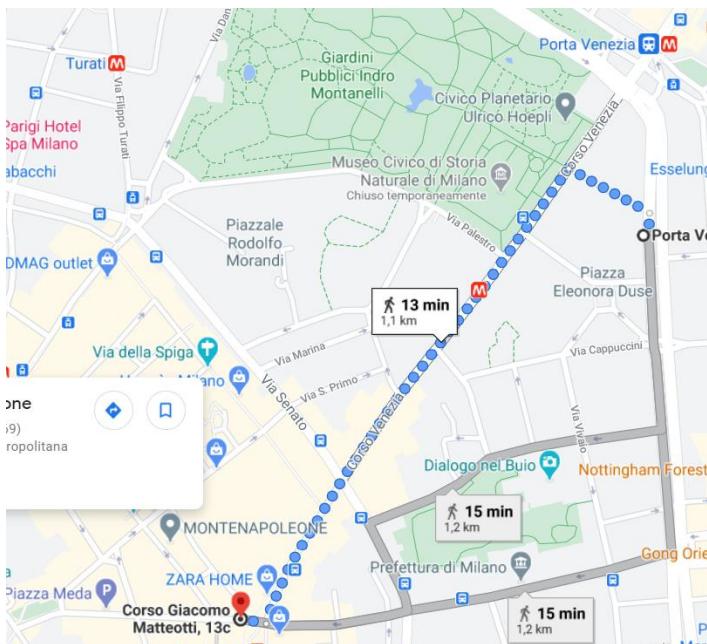


La parola ai nostri insegnanti:

«Ho proposto questa attività per introdurre le stime e l'approssimazione ma anche per imparare a ricercare le informazioni attendibili che possono essere utili per rispondere al quesito.

Alcuni si stanno appassionando e ho l'impressione che gli studenti meno abituati all'approccio schematico e strutturato stiano rispondendo meglio degli altri [...]»

«ci siamo concentrati in particolare sulla stima delle persone che partecipano al corteo e questa attività (che abbiamo svolto a piccoli gruppi in aula e con una parte di lavoro individuale a casa) è stata l'occasione per introdurre altri concetti come le misure derivate, la densità, l'errore di una misura, [...]»



La larghezza media della strada può essere ricavata analizzando delle foto online, cliccando sui cerchi blu evidenziati sulla mappa, e sfruttando la larghezza delle strisce pedonali o la struttura della strada (carreggiata, corsia, marciapiede...)

LA SUPERFICIE OCCUPATA DA UN CORTEO



Foto da Google Maps



Si riportano alcuni dati utili dal codice della strada, che i ragazzi possono trovare tramite una ricerca online, <http://www.aci.it/i-servizi/normative/codice-della-strada/titolo-ii-della-costruzione-e-tutela-delle-strade/art-40-segnali-orizzontali/regolamento-art-40.html>:

Art. 138. - Strisce longitudinali (art. 40 C.s.).

- Le strisce longitudinali servono per separare i sensi di marcia o le corsie di marcia, per delimitare la carreggiata ovvero per incanalare i veicoli verso determinate direzioni; la larghezza minima delle strisce longitudinali, escluse quelle di margine, è di 15 cm per le autostrade e per le strade extraurbane principali, di 12 cm per le strade extraurbane secondarie, urbane di scorrimento ed urbane di quartiere e 10 cm per le strade locali.

Art. 139. - Strisce di separazione dei sensi di marcia (art. 40 C.s.).

- La separazione dei sensi di marcia si realizza mediante una o due strisce longitudinali affiancate di colore bianco e di uguale larghezza; la distanza tra le due strisce affiancate deve essere non inferiore alla larghezza di una di esse.

Art. 140. - Strisce di corsia (art. 40 C.s.).

- Il modulo di corsia, inteso come distanza tra gli assi delle strisce che delimitano la corsia, è funzione della sua destinazione, del tipo di strada, del tipo di veicoli in transito e della sua regolazione; il modulo va scelto tra i seguenti valori: 2,75 m - 3 m - 3,25 m - 3,5 m - 3,75 m; mentre per le corsie di emergenza il modulo va scelto nell'intervallo tra 2 e 3,5 m.
- Negli attestamenti delle intersezioni urbane il modulo di corsia può essere ridotto a 2,5 m, purché le corsie che adottano tale modulo non siano percorse dal trasporto pubblico o dal traffico pesante.
- La larghezza delle corsie di marcia lungo le strade deve essere mantenuta il più possibile costante, salvo che in prossimità delle intersezioni o in corrispondenza dei salvagente posti sulle fermate dei tram; in curva deve essere realizzato idoneo allargamento in funzione del tipo di veicoli in transito e del raggio di curvatura.
- Le corsie riservate, qualora non protette da elementi in elevazione sulla pavimentazione, sono separate dalle altre corsie di marcia mediante due strisce continue affiancate, una bianca di 12 cm di lunghezza ed una gialla di 30 cm, distanziate tra loro di 12 cm; la striscia gialla deve essere posta sul lato della corsia riservata.
- Le piste ciclabili, qualora non protette da elementi in elevazione sulla pavimentazione, sono separate dalle corsie di marcia mediante due strisce continue affiancate, una bianca di 12 cm di larghezza ed una gialla di 30 cm distanziate tra loro di 12 cm; la striscia gialla deve essere posta sul lato della pista ciclabile.

LA SUPERFICIE OCCUPATA DA UN CORTEO

Art. 141. - Strisce di margine della carreggiata (art. 40 C.s.).

1. I margini della carreggiata sono segnalati con strisce di colore bianco.
4. La larghezza minima delle strisce di margine è di 25 cm per le autostrade e le strade extraurbane principali, ad eccezione delle rampe, di 15 cm per le rampe delle autostrade e delle strade extraurbane principali, per le strade extraurbane secondarie, urbane di scorrimento ed urbane di quartiere e di 12 cm per le strade locali.

Art. 145. - Attraversamenti pedonali (art. 40 C.s.).

1. Gli attraversamenti pedonali sono evidenziati sulla carreggiata mediante zebrature con strisce bianche parallele alla direzione di marcia dei veicoli, di lunghezza non inferiore a 2,50 m, sulle strade locali e su quelle urbane di quartiere, e a 4 m, sulle altre strade; la larghezza delle strisce e degli intervalli è di 50 cm [...].

Art. 149. - Strisce di delimitazione degli stalli di sosta o per la sosta riservata (art. 40 C.s.).

1. La delimitazione degli stalli di sosta è effettuata mediante il tracciamento sulla pavimentazione di strisce della larghezza di 12 cm formanti un rettangolo, oppure con strisce di delimitazione a L o a T, indicanti l'inizio, la fine o la suddivisione degli stalli entro i quali dovrà essere parcheggiato il veicolo.

A titolo esemplificativo, nella seguente foto sono state riportate le misure, in cm, della larghezza della corsia e delle strisce di margine, tenendo conto della simmetria della strada:

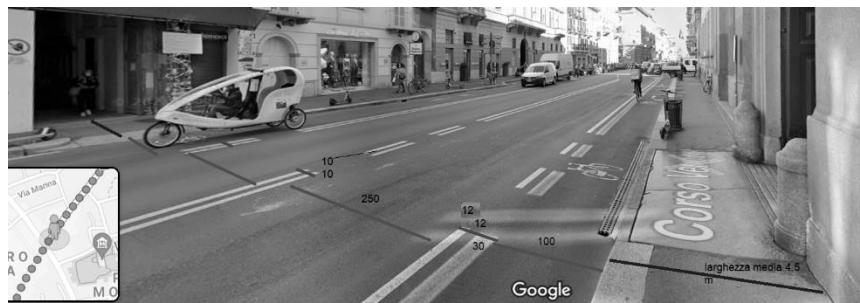


Foto da Google Maps

Lunghezza corteo

1.1 km = 1100 m

Larghezza del corteo

$((4.50 + 1.00 + 0.30 + 0.12 + 0.12 + 2.50 + 0.10) \cdot 2 + 0.10)$ m = 17.38 m

Area della superficie

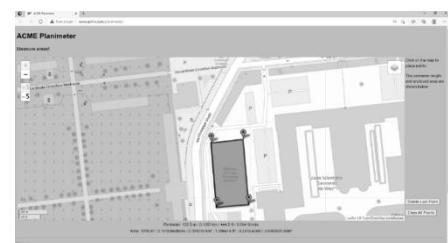
$1100 \text{ m} \cdot 17.38 \text{ m} \approx 1000 \text{ m} \cdot 17 \text{ m} = 17000 \text{ m}^2$

Un altro metodo per stimare l'area della superficie di interesse

A questo link si trova un'applicazione che permette di misurare perimetro e area di superfici geografiche, come regioni, città, piazze:
<http://www.acme.com/planimeter/>



A questo punto si può fare una digressione e lavorare sulla misura di lunghezze e aree.



Area della superficie della palestra del liceo "L. da Vinci" di Trento, mediante l'applicazione Planimeter.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

<https://www.butac.it/uno-nessuno-o-250mila/>



Quante persone ci stanno in un metro quadro?

RIFLETTI

Come puoi determinare il numero massimo di persone che possono occupare un metro quadrato?

Quante persone possono occupare un metro quadrato, camminando lentamente, come in un corteo.

CHE COSA TI SERVE

- Carta, penna, forbici.
- Metro a nastro o corda metrica.
- Nastro adesivo colorato.
- Smartphone.

CHE COSA DEVI FARE

Per determinare il numero massimo di persone che, stando ferme, possono occupare la superficie di un metro quadrato, ossia la densità di affollamento massima:

- usa del nastro adesivo colorato per delimitare, a terra, un quadrato;
- conta quanti compagni riescono a entrare nel quadrato, uno accanto all'altro;
- ripeti il conteggio utilizzando gruppi con persone diverse;
- calcola il valor medio dei numeri trovati.

Riprendi con una videocamera un corteo simulato:

- usa il nastro adesivo per delimitare, a terra, un corridoio di due metri di larghezza che contenga il quadrato dell'esperienza precedente;
- chiedi ai tuoi compagni di camminare lentamente nel corridoio come facessero parte di un corteo;
- analizza una decina di frame del video e conta il numero di persone presenti nel quadrato;
- calcola il valor medio.

L'INDICE DI AFFOLLAMENTO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Abbiamo iniziato misurando un metro quadrato sul pavimento dell'aula col nastro adesivo e calcolando un metro per lato aiutandoci con la corda metrica. Dopo abbiamo fatto entrare più persone possibili ripetutamente con gruppi di formati da persone diverse dato che nessuno è uguale. Dopo aver ripetuto l'azione per cinque volte abbiamo costruito un corridoio sempre con il nastro adesivo con all'interno il m² di prima. Per costruirlo abbiamo calcolato di fare un tratto di 50 cm per lato del m² dato che abbiamo deciso di posizionarlo al centro. Così facendo abbiamo ricavato un corridoio di 2m · 1m anche se non potrà mai essere perfetto perché c'è la presenza di un errore accidentale. Successivamente abbiamo ripetuto un gruppo di persone che camminano all'interno del m² dato che in un corteo si è in movimento una persona registrata mentre le altre passavano, abbiamo ripetuto l'azione per due volte dove dopo abbiamo visionato dei frame del video e abbiamo stimato un'media di persone che passavano all'interno del m². Arrivando così alla conclusione che quando eravamo fermi cercavamo di occupare tutto lo spazio possibile mentre in movimento no.

Sapendo su che area si sviluppa il corteo, ora, per determinare quante persone ci marciavano, ci mancava un dato: quante persone stanno in 1mq? Insieme ad altri compagni, prendendo le misure con un metro a nastro, abbiamo segnato per terra un metro quadrato. A questo punto siamo entrati in quest'area e abbiamo stabilito che in 1 mq ci stanno circa 6 persone (potrebbero starci di più, purché si possano spostare/ possano camminare c'è bisogno di spazio tra di loro quindi ~6 persone x mq).

A tal punto avevamo tutti i dati che ci servivano per definire se il commento era veritiero o meno, cioè se tra Porta Venezia e Corso Matteotti era possibile che un corteo di 200.000 persone marciasse. Attraverso un'ultima moltiplicazione, (area 32.000mq x 6 persone x mq) siamo riusciti a precisare che, in effetti, l'informazione è veritiera.

Per calcolare le persone dentro ad un metro quadrato fermate abbiamo delimitato con dello scotch sul pavimento 1x1, poi abbiamo provato ad entrare più persone possibili. Dici spaccicati a stavamo in g. Poi abbiamo provato a camminare come se fossimo in un corteo e abbiamo stabilito che ci stanno 6 persone in movimento.

Perciò per stabilire l'affollamento al corteo abbiamo fatto $28600 \times 6 = 171600$

28600 = superficie

6 = persone

171600 = persone al corteo

Quindi è impossibile che ci stiano 200.000 persone come c'era scritto nel post.

Per ricavare questi dati ci siamo aiutate con google maps.

Qualcuno ha commesso errori di trascrizione e non si è reso conto che, così facendo, l'ordine di grandezza è cambiato.

L'INDICE DI AFFOLLAMENTO

Ottenuto questo dato ci restava solamente da calcolare quante persone potessero stare in un m²: in movimento (come nel corteo) e in maniera statica. I nostri compagni hanno stimato che all'incirca ci sarebbero state 6 persone per m², ma tutto considerato, ce ne potrebbero esser state 4 o 5 per m² essendo un corteo in movimento.

Conclusioni:

Eseguendo un calcolo veloce tra l'area della via (1'300 m x 12 m = 15'600m²) e le possibili persone in un m² di un corteo in movimento (5 persone/m²) otteniamo un numero stimato molto inferiore a quello raccontato, addirittura questo risulta (sempre secondo le nostre stime) inferiore della metà raccontata, sui 78'000 partecipanti.

Rimane però un numero elevato di persone, ma non quello raccontato

una persona che sta camminando deve avere intorno a sé un minimo di spazio per poter allungare la falcata mentre delle persone ferme occupano meno spazio

Mi sembrava impossibile il numero del tweet ma non ne ero sicuro, dato che numeri così grandi sono difficili da immaginare. Sicuramente ragionare come abbiamo fatto ti fa gestire dei problemi che sembrano impossibili nel migliore dei modi.

Il numero 200 000 mi è sembrato un po' esagerato per una manifestazione, ma non mi aspettavo che la realtà fosse così tanto inferiore.

Mi stupisce molto il risultato della nostra stima, di solito mi fido a prima vista di informazioni di questo tipo. Ragionare come abbiamo fatto può essere molto utile

Mi sembrava attendibile 200000. Penso che bisogna sempre controllare le info da più siti e vedere se ci sono riscontri.

L'INDICE DI AFFOLLAMENTO

SUGGERIMENTI

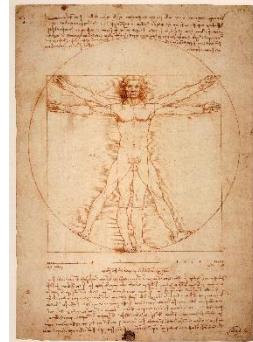
Il numero medio di persone che possono camminare in 1 m² viene stimato in 4 persone.

Quindi, con i dati dell'esperimento precedente, considerando un'area di 17.000 m² e un indice di affollamento pari a 4, si può stimare un numero massimo di partecipanti al corteo pari a 68.000, ben lontano da 250.000.



IL VOLUME DEL CORPO UMANO

L'uomo vitruviano¹, di Leonardo da Vinci, rappresenta le proporzioni ideali del corpo umano, armoniosamente inscritto nelle figure "perfette" del cerchio e del quadrato.



RIFLETTI

Sai che esiste una scienza che si occupa della misura del corpo umano? Si chiama antropometria.

Quali pensi possano essere i campi di applicazione?

Come puoi stimare il volume del corpo umano?

Perché nell'acqua del mare galleggi, ma nell'acqua contenuta della vasca da bagno tendi ad affondare?

CHE COSA TI SERVE

- Cilindri graduati.
- Acqua.
- Oggetti di volume facilmente misurabile (per esempio cubi o biglie di metallo).
- Corda metrica.

CHE COSA DEVI FARE

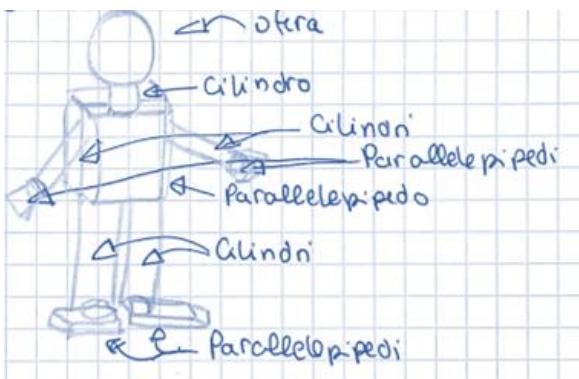
1. Puoi misurare il volume d'acqua spostato quando ti immagini completamente in una vasca da bagno: prova con oggetti di volume noto.
2. Utilizza la definizione di densità.
3. Realizza un modello di corpo umano scomposto in solidi geometrici dei quali sai calcolare il volume.

¹ L'immagine di apertura è di Leonardo da Vinci, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, attraverso Wikimedia Commons

IL VOLUME DEL CORPO UMANO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Tenendo conto che la densità del corpo umano è circa la stessa dell'acqua, la mia densità sarà di 1 kg/dm³. Per trovare il volume del mio corpo dovrò dividere la massa per la densità. Sapendo che la mia massa è di circa 48,6 kg, troverò che il volume del mio corpo è di 48,6 dm³. Visto che la precisione assoluta non esiste, troverò prima l'intervallo di confidenza della massa misurata e poi farò il calcolo del volume: sapendo che la sensibilità della mia bilancia è di 0,1 kg, l'intervallo di confidenza sarà (48,6 +/- 0,1)kg quindi il valore finale sarà compreso tra 48,5 kg e 48,7 kg.



Metodo 1

Procedimento:

Utilizza la definizione di densità.

1. Misura la massa del tuo corpo, utilizzando una bilancia pesapersona.
2. Ipotizza che la densità media del tuo corpo sia pari a ...
3. Calcola il volume.

Calcoli:

$$m = 50 \text{ kg}$$

Ipotizzando che la densità del corpo umano sia pari circa a quella dell'acqua allora:

$$d \approx 1\ 000 \text{ kg/m}^3$$

$$V = m/d = 50 \text{ kg} : 1\ 000 \text{ kg/m}^3 = 0,05 \text{ m}^3$$

Metodo 2

Procedimento:

1. Realizza un modello di corpo umano, scomponendolo in solidi geometrici dei quali sai calcolare il volume.

Calcoli:

Ho raffigurato la testa come una sfera, le braccia come due cilindri, il busto come un parallelogramma e le gambe come due cilindri.

Testa (V_t):

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi 10^3 \text{ cm}^3 \approx 4\ 186,66 \dots \text{ cm}^3 \approx 4\ 187 \text{ cm}^3$$

Un braccio (V_{b1}):

$$V = (r^2 \pi) * h = (3,5^2 * 3,14) \text{ cm}^2 * 62 \text{ cm} = 38,5 \text{ cm}^2 * 62 \text{ cm} = 2.387 \text{ cm}^3$$

Busto (V_{b2}):

$$V = A_b * h = 28 \text{ cm} * 12 \text{ cm} * 50 \text{ cm} = 16\ 800 \text{ cm}^3$$

Una gamba (V_g):

$$V = (r^2 \pi) * h = (7^2 * 3,14) \text{ cm}^2 * 88 \text{ cm} = 13\ 539,68 \text{ cm}^3 = 13\ 540 \text{ cm}^3$$

$$V_{tot} = V_t + V_{b1} * 2 + V_{b2} + V_g * 2 = 52\ 841 \text{ cm}^3 = 0,05 \text{ m}^3$$

IL VOLUME DEL CORPO UMANO

SUGGERIMENTI

1. Si potrebbe misurare il volume d'acqua spostato quando ci si immerge completamente in una vasca da bagno. Provare con oggetti di volume noto.

- a. Versare dell'acqua in un cilindro graduato e annotare il valore indicato dalla scala graduata del cilindro.
- b. Immergere completamente un oggetto di volume noto e registrare il nuovo valore.

La differenza tra i valori registrati, fornisce, in ml, il volume del liquido spostato, ossia il volume dell'oggetto immerso.

Misurare il volume dell'oggetto e confrontare questo valore con il valore ottenuto in precedenza.

2. Si può utilizzare la definizione di densità.

- a. Misurare la massa del proprio corpo, utilizzando una bilancia pesapersona.
- b. Fare un'ipotesi sul valore della densità media del proprio corpo.
- c. Calcolare il volume.

3. Infine si può scomporre il corpo umano in solidi geometrici dei quali si sa calcolare il volume, per esempio:



A questo punto si possono introdurre le grandezze derivate come la densità.



Il corpo umano è costituito per la maggior parte da acqua: come densità media, possiamo quindi considerare quella dell'acqua.



La parola ai nostri insegnanti: riflessioni emerse durante il corso di aggiornamento

- *Per quale motivo si propone questa esperienza?* Alcuni studenti, per determinare l'indice di affollamento, credono sia necessario partire dal volume del corpo umano. Poiché si ritiene importante valorizzare sempre le idee degli studenti, si potrà lasciare loro la libertà di verificare se questo metodo è utile oppure no.
- *In ogni caso, questa attività permette di introdurre nuove grandezze fisiche.*

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

L'antropometria e le misure sui cadaveri:

<https://userswww.pd.infn.it/~lucchesi/teach/university/ScienzeMotorie/2012-2013/corpo-umano-intro.pdf>

Le misure della superficie del corpo umano:

http://www.isita-org.com/anthro-digit/Doc/Volumi%20PDF/Volume_8_PDF/8-15.pdf



QUANTO È GRANDE?

Il 13 luglio del 1985 va in scena il più grande evento musicale dopo Woodstock. Bob Geldof e Midge Ure organizzano un doppio concerto, in contemporanea a Londra e Philadelphia, per una raccolta fondi per l'Etiopia. L'evento passa alla storia come la più grande trasmissione televisiva di tutti i tempi. Un po' di numeri: oltre 2 miliardi di persone davanti alla televisione, 200.000 spettatori, 150 milioni di sterline raccolti.



per casa

RIFLETTI

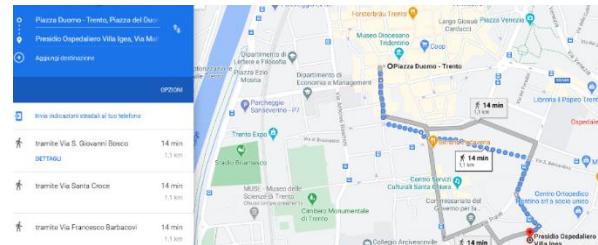
Riesci a farti un'idea di quanto siano effettivamente grandi i “numeri molto grandi”?

Come si fa a capirlo?

Non credi sarebbe più conveniente poterli scrivere in un modo diverso, così da facilitarne la lettura e il confronto?

CHE COSA TI SERVE

- Metro a nastro.
- Google Maps (a lato uno screenshot esemplificativo).



CHE COSA DEVI FARE

Prova a “vederli”, aiutandoti con le lunghezze, completa e continua la tabella:

	misura
Lo spessore del filo da cucito	1 mm
	10 mm
	100 mm
	1000 mm
	10000 mm
	100000 mm
La distanza tra piazza Duomo e Villa Igea	1000000 mm
	10000000 mm

QUANTO È GRANDE?

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

	Misura	
Spessore filo da cucito	1mm	Lo spessore del filo da cucito
Vetro trasparente temperato	10mm	Il diametro di un bottone
Travetto di abete grezzo	100mm	La lunghezza della cerniera dei jeans
Pieghevole riga	1000mm	Il lato di un poster
Copertura porta pacchi	10000mm	Un cabinato
	100000mm	La lunghezza di una pista per i 100m di corsa
Distanza tra piazza Duomo e Villa Igea	1000000mm	La distanza fra piazza Duomo e Villa Igea
Raggio di distanza tra casa mia e Lona-Lases	10000000 mm	La distanza tra Caldonazzo e Pergine

Risposte come queste, contenenti errori, permettono di affrontare discussioni interessanti:

- Scelta del campione di unità di misura: lo spessore del filo da cucito è fisso?
- Chiarezza espositiva: a quale dimensione si fa riferimento quando si scrive "travetto di abete grezzo"?
- Differenza tra lunghezze e superfici: con "la copertura porta pacchi" ci si sta riferendo alla misura dell'area della superficie?
- Soggettività e oggettività: mentre Lona-Lases si può individuare in modo univoco con Google Maps, "casa mia" cambia da persona a persona.

Ho osservato che le grandezze riportate nella tabella, anche solo con l'aggiunta di uno zero la loro grandezza aumenta notevolmente.
10 mm equivalgono a un diametro di un bottone, già 100 mm equivalgono all'altezza di un bicchiere.

Sarebbe più semplice trasformare le unità di misura. Per esempio:
invece che scrivere 10000000 mm, è più facile scrivere 10 km.

C'è chi si rende subito conto di che cosa significa differire di un ordine di grandezza.

QUANTO È GRANDE?

SUGGERIMENTI

A questo link, alcuni esempi:

Quanto è grande?

<https://fisicaperlaScuola.wordpress.com/2018/01/15/quanto-e-grande/>

È interessante notare come qualche studente abbia cercato di verificare l'attendibilità numeri relativi all'evento Live Aid, riportato come *incipit*:

Live Aid

Campo da calcio: $105 \times 68 \text{ m} = 7140 \text{ m}^2$
 Capienza stadio Wembley: 82000 persone

Supponiamo che ci siano 6 persone in $1,6 \text{ m}^2$
 Indice di affollamento:
 $\frac{6}{1,6} \approx 4 \text{ persone/m}^2$

In $7140 \text{ m}^2 \cdot \frac{6}{\text{m}^2} = 28.560 \text{ persone}$
 $28560 + 82000 = 110560 \text{ persone}$

↓
NO 200.000 spettatori → FALSO



Imparare a visualizzare i numeri permette anche di rendersi conto delle scarse probabilità di vincita nei giochi d'azzardo: immaginando di avere un millimetro "personalizzato" e di volerlo ritrovare casualmente tra tanti altri, la probabilità di fare 6 al Superenalotto sarebbe pari a quella di trovare il nostro millimetro tra tutti i millimetri che si trovano tra Bolzano e Roma.

In questo ragionamento, però, non sono stati considerati alcuni dati:

- l'evento si è svolto in due stadi, in contemporanea, quindi i calcoli devono essere fatti per entrambi: allo stadio di Wembley, che contava 82000 posti a sedere e un'area di 105 m x 70 m, circa 7000 metri quadri, e al John F. Kennedy Stadium, che disponeva di un'area totale di 13.5 ettari, pari a circa 130000 metri quadri.
- Durante il concerto, alle persone sedute, si devono sommare le persone che sono autorizzate ad assistere in piedi: per questa tipologia di eventi, le norme sulla sicurezza impongono un indice di affollamento di 1-2 persone per metro quadro.
- All'area disponibile deve essere comunque sottratta l'area della superficie occupata dal palco e dalle attrezzature di scena, supponiamo come minimo 100 m x 50 m, 5000 metri quadri.

Considerando tutti i dati, una stima per eccesso del numero di persone presenti nei due stadi è

$$82000 + (7000 + 130000 - 5000 - 5000) \text{ m}^2 \cdot 1.5 \frac{1}{\text{m}^2} = (82000 + 190500) \approx 270000$$

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Video *Powers of ten*, <https://www.youtube.com/watch?v=0fKBhvDjuy0&t=49s>

Sosio L., *Potenze di dieci. Le dimensioni delle cose nell'universo. Ovvero: che cosa succede aggiungendo un altro zero*, Zanichelli

Perini M., Vedere i numeri grandi, <https://fisicaperlaScuola.wordpress.com/2018/01/15/quanto-e-grande/>

Nota per l'insegnante: esercizi e problemi, quale scelta?

Alcuni esempi

- Individua alcuni post o video virali e verificane l'autenticità. Per esempio:



Figura 37 [16] Esempio di notizia non verificabile



Figura 38 [17] Infografica diffusa nel 2020: l'immagine è reale, ma si riferisce a un altro contesto e risale al 2017



Figura 39 Link al video, <https://twitter.com/i/status/1119315534963548160>, [18]

- Rispondi alle seguenti domande alla Fermi.

- Quante edicole/parrucchieri... ci sono in una città?
 - Quanti litri di latte consuma in un anno una famiglia?
 - Quanti capelli abbiamo in testa?
 - Quanti fotogrammi ci sono in un film?
 - Qual è il peso della spazzatura prodotta dalle famiglie ogni anno?
 - Quante molecole ci sono in una normale aula scolastica?
 - Abbiamo bisogno di un miliardo di tappi! Riesci a portarne cento al mese? [19]
 - Quante stelle ci sono nel cielo? [20]
- Porta esempi di lunghezze (o altra grandezza fisica) pari a 1 mm, 10 mm, 100 mm, 1000 mm e così via.
 - Metti alla prova l'oroscopo: utilizzando i dati raccolti dalla tua classe nel corso di alcune settimane, stabilisci, con metodo scientifico, che grado di affidabilità presenta l'oroscopo. A tal fine:
 - organizza i dati in opportune tabelle;
 - scegli un sistema per elaborarli e analizzarli;
 - scegli un criterio di giudizio;
 - esponi le tue conclusioni.

Riflessione individuale.

- La corrispondenza con la realtà dipende dal segno zodiacale considerato?
- La corrispondenza con la realtà dipende dalla scelta di un oroscopo piuttosto che di un altro?
- Come esporresti i risultati di questa ricerca a un pubblico?
- Quali altre indagini si potrebbero condurre per approfondire?
- Riesci (ricordando anche le lezioni di scienze) a motivare scientificamente i risultati ottenuti?

Un esempio di verifica

Si riportano gli esercizi delle verifiche che l'insegnante di fisica Alessandro Ferrarini ha preparato e somministrato alle sue classi.

Primo esercizio

Leggi attentamente l'articolo citato qui sotto.

Elementi	Articoli di giornale	Fake news
<i>Titolo</i>	Breve	Lungo
<i>Focus</i>	Argomento	Focus sul lettore
<i>Scopo</i>	Informare	Suscitare emozioni forti, allarmare
<i>Contenuto</i>	Preciso e puntuale	Povero di dettagli
<i>Testo</i>	Corretto (ortografia e punteggiatura)	Con errori ortografici o punteggiatura insolita
<i>Lessico</i>	Specifico / Formale	Colloquiale / Formale, ma desueto
<i>Atti linguistici</i>	–	Atti illocutori esercitivi (esca per click)
<i>Data e luogo</i>	Reali	Si riferiscono a eventi passati

Se pensi sia vero individua gli elementi (scelte linguistiche, dati, fonti,...) che lo rendono attendibile.

Se pensi invece che sia falso individua le eventuali scelte linguistiche tipiche delle fake news e verifica l'attendibilità delle fonti.

Puoi aiutarti con la tabella riportata qui a fianco.

In ciascuna classe è stato proposto un post diverso tra quelli riportati di seguito:

Mentre eravamo tutti distratti dalla tragedia del terremoto, proprio ieri il Senato ha approvato - con ben 303 voti a favore e solo 116 contrari - la modifica all'art. 126 ter del cod. della strada, che prevede l'ottenimento della patente GRATIS per TUTTI GLI IMMIGRATI che la richiedono, e con ben 30 punti iniziali anziché 20 come a NOI ITALIANI!



gennaio 2017, Facebook.

Si Introduce In Villa Di Noto Imprenditore E Prova A Rapire Il Figlio: SBRANATO Dai Suoi 2 Pitbull

È successo nella notte di ieri, e un tentativo di rapimento è finito in tragedia. Siamo a Monza, dove nella villa di un noto imprenditore del luogo, ma il tentativo di rapimento da parte di un ROM è stato fermato da due pitbull che l'imprenditore teneva in giardino. I due cani, sono riusciti appena in tempo a fermare l'uomo che già aveva afferrato il bambino, e con grande coraggio lo hanno strappato alle grinfie del malvivente.

Il tutto è accaduto intorno alle 1.54 di ieri notte. Andrei Ionescu, 38 anni, già noto alle autorità per diversi furti e risse, e appartenente alla comunità ROM che risiede nella periferia di Monza, si è introdotto nella villa di un noto imprenditore, che per ragioni di sicurezza aveva deciso di tenere i cani per tentare di rapire il figlio di appena 6 anni che dormiva beatamente nella sua stanza.

Nonostante i sistemi di sicurezza, Andrei Ionescu è riuscito comodamente ad introdursi, e ha poi forzato la finestra della stanza del bambino. Sicuramente il fine era quello di chiedere un cospicuo riscatto alla famiglia dell'imprenditore, ma per fortuna non è andata così. I due pitbull dell'uomo, infatti, si sono letteralmente scagliati sull'aggressore appena è saltato dalla finestra della stanza del bambino, con in braccio il bambino. In un solo momento lo hanno afferrato e letteralmente sbranato.

Grazie all'intervento dei due cani il bambino è salvo. Grazie invece le condizioni dell'uomo, dovute a una brutta emorragia per una ferita profonda sul collo, dovuta a un violento morso. I due cani adesso rischiano di essere abbattuti. SOSTENIAMOLI! FACCIAMOCI SENTIRE! ABBIAMO DIRITTO ALLA DIFESA! W I CANI!

11 agosto 2017, sito tutto24.com.

SENEGALESE TENTA RAPINA IN SUPERMERCATO, PESTA I CARABINIERI E POI SI METTE A LEGGERE IL CORANO

RIMINI – Un immigrato senegalese di 44 anni tenta di rapinare la cassa di un supermercato, aggredisce i carabinieri con calci e pugni, poi si mette a leggere il Corano.

Sceso dalla pattuglia, il 44enne si è improvvisamente trasformato in una vera e propria furia aggredendo i militari dell'Arma. Un sottufficiale è stato raggiunto da un violento pugno al volto mentre, un brigadiere, è stato colpito con un potente calcio allo sterno. Con estrema fatica, i carabinieri sono riusciti a spingere nuovamente nell'abitacolo lo straniero che, così come si era improvvisamente agitato, è tornato tranquillo iniziando a leggere il Corano. Con l'arrivo dei rinforzi, il senegalese è stato fatto nuovamente scendere e portato in cella dove è stato arrestato per rapina impropria e lesioni. I due carabinieri feriti, invece, hanno dovuto ricorrere alle cure dei sanitari del pronto soccorso.

13 marzo 2017, sito Gazzetta della Sera.

Secondo esercizio, scelto tra i seguenti:

2. Un tuo amico ti mostra di essere capace di far cadere un pennarello posizionato come in figura con la forza del pensiero (telecinesi).

Pensi sia veramente possibile?

Individua e descrivi una strategia (ragionamento e/o esperimento) che ti permetta di spiegare quello che hai visto.

Qual è il trucco?

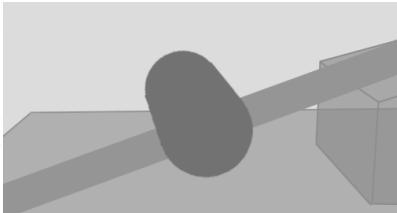


2. Un tuo amico ti mostra che un cilindro posto su un piano inclinato riesce a risalire il piano partendo circa dal punto che vedi in figura.

Pensi sia veramente possibile?

Individua e descrivi una strategia (ragionamento e/o esperimento) che ti permetta di spiegare quello che hai visto.

Qual è il trucco?



Terzo esercizio, scelto tra i seguenti:

3. Scrivi una breve relazione di laboratorio sull'esperienza “Video virali” svolta a lezione concentrando in particolare su *Obiettivo, Ipotesi e Conclusione*.
3. Scrivi una breve relazione di laboratorio sull'esperienza “Stime” svolta a lezione concentrando in particolare su *Obiettivo, Ipotesi e Conclusione*.

Quarto esercizio, scelto tra i seguenti:

4. * Quante palline da ping-pong ci stanno in quest'aula?
Fai una stima e scrivi il ragionamento che hai utilizzato per compierla.
4. * Quanti spaghetti ci sono in un pacchetto da 1 kg?
Fai una stima e scrivi il ragionamento che hai utilizzato per compierla.
4. * Quanti fotogrammi ci sono in un film?
Fai una stima e scrivi il ragionamento che hai utilizzato per compierla.

Bibliografia

- [1] Linee guida secondo ciclo di istruzione, Provincia autonoma di Trento
<https://www.vivoscuola.it/Schede-informative/Piani-di-studio-SECONDO-CICLO/Materiali-piani-di-studio-SECONDO-CICLO>
- [2] Decreto 7 ottobre 2010 n. 211, MIUR, “Schema di regolamento recante «Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali di cui all’articolo 10, comma 3, del decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 89, in relazione all’articolo 2, commi 1 e 3, del medesimo regolamento.”, *GU Serie Generale n.291 del 14-12-2010 - Suppl. Ordinario n. 275 (2010)* <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2010/12/14/291/so/275/sg/pdf>
- [3] Mermin N. D., “Could Feynman Have Said This?”, *Physics Today* **57**, 5, 10 (2004)
- [4] <https://www.paolotuttotropo.it/analfabetismo-funzionale-e-fake-news-spiegati-con-un-dialogo/>
- [5] Lupinacci G. M., *Euristiche e bias cognitivi: L'effetto priming nella comunicazione di Marketing*, tesi di laurea (LUISS), 2016-2017
- [6] Kruger J. & Dunning D., “Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments.”, *Journal of Personality and Social Psychology*, **77**(6), (1999), 1121–1134, <https://doi.org/10.1037/0022-3514.77.6.1121>
- [7] Maisto A., *Il fenomeno delle fake news e la loro diffusione durante la pandemia da SARS-CoV-2*, Tesi di laurea, (Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in ingegneria del cinema e dei mezzi di comunicazione), 2021
- [8] Lokar A. et al., “Credibile ma falso. Come riconoscere le fake news (quasi senza leggerle)”, *Collana Lingua Italiana e Società*, **2**, Università degli studi di Trieste, <https://www.openstarts.units.it/handle/10077/22442>
- [9] <http://www.attivissimo.net/>
- [10] <https://skepticalinquirer.org/archive/>
- [11] <https://www.cicap.org/n/index.php>
- [12] <https://www.who.int/en/>
- [13] <https://www.butac.it/the-black-list/>
- [14] <https://www.leggendemetropolitane.eu/post/la-leggenda-dei-positivi-al-supermercat>
- [15] https://milano.corriere.it/19_marzo_02/sfila-people-contro-razzismo-migliaia-slogan-palloncini-28bd9fa0-3ce9-11e9-a007-aa95ee5722e6.shtml
- [16] <https://www.ilpost.it/2018/06/12/verifiche-comunicati-stampa/>
- [17] <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/tutte-le-fake-news-sul-coronavirus-come-si-diffondono-e-si-combattono/>
- [18] <https://www.bufale.net/il-video-della-ruota-panoramica-danzante-di-coachella/>
- [19] <http://rudimatici-lescienze.blogautore.espresso.repubblica.it/2010/06/15/le-domande-di-fermi/>

- [20] Defrancesco S., “Contare le stelle”, *LFNS, XLVIII, supplemento, Q. N. 4* “I giocattoli e la scienza + la fisica in gioco”

La bibliografia relativa ai questionari e alle attività proposte, è riportata in calce alle stesse.

Approfondimenti

- [1] Ossicini S., *L'universo è fatto di storie non solo di atomi*, Neri Pozza Ed.
- [2] Fuso S., *Pinocchio e la scienza*, Dedalo Ed.
- [3] Israel G., *Chi sono i nemici della scienza*, Lindau Ed.
- [4] Oss S., *Cose da non credere*, Curcu & Genovese
- [5] Hack M., *L'inconsistenza scientifica dell'astrologia*, CICAP – il progetto ALFA
- [6] “Quanta scienza c’è nell’astrologia?”, *L’astronomia*, n. **36** settembre 1984
- [7] Hack M, “Lo facciamo l’oroscopo agli astrologi?”, *L’astronomia*, n. **9**

Sarà vero? – I risultati della sperimentazione

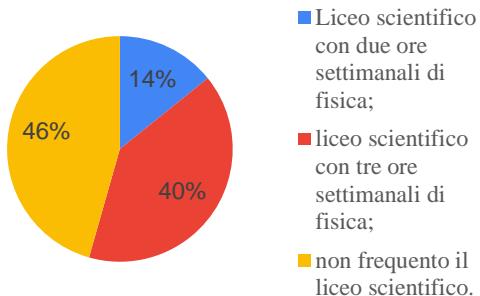
I 206 studenti delle classi coinvolte nella sperimentazione hanno compilato due questionari online proposti rispettivamente prima e dopo aver affrontato il percorso in classe. I dati sono stati raccolti e utilizzati a fini statistici nel rispetto dell'anonimato.

Analisi dei questionari

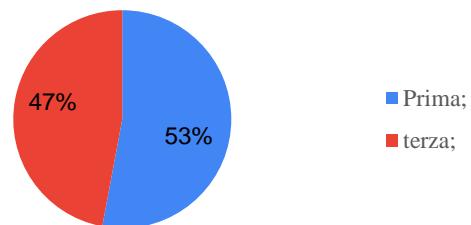
Si riportano alcuni risultati dei questionari proposti.

Informazioni preliminari

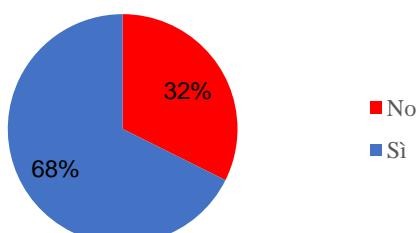
Quale scuola frequenti?



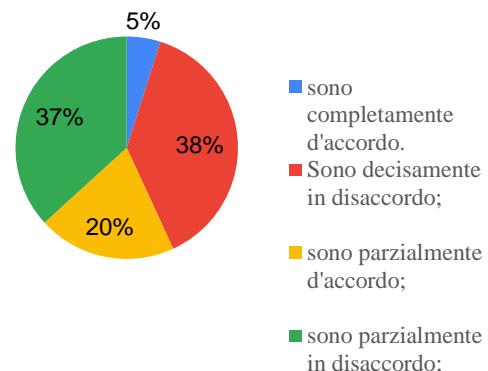
Quale classe stai frequentando?



Ti interessa la fisica?

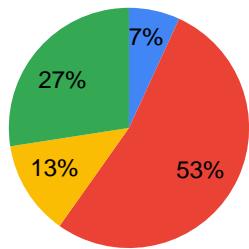


Lo studio della scienza è importante per un ingegnere, ma non per un politico.



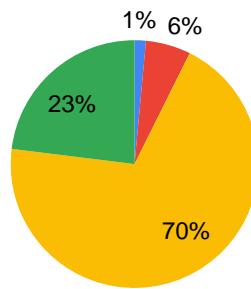
Sarà vero? – I risultati della sperimentazione

Credi sia possibile risolvere correttamente un problema di fisica, senza averne capito veramente il significato?



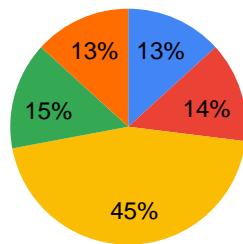
- sono completamente d'accordo.
- Sono decisamente in disaccordo;
- sono parzialmente d'accordo;
- sono parzialmente in disaccordo;

Le missioni lunari degli anni 60-70



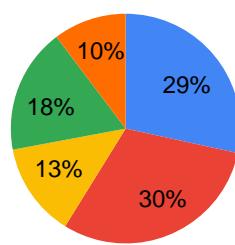
- solo la prima è vera, le altre non avevano senso e sono state inventate.
- Sono tutte finte e i filmati sono stati girati in uno studio cinematografico;
- sono vere e ci sono le prove dirette;
- sono vere, ma non ci sono prove dirette;

I telefoni cellulari emettono energia elettromagnetica



- non ionizzante;
- di tipo ionizzante e dunque innocua;
- di tipo ionizzante e dunque pericolosa;
- non è vero che emettono energia elettromagnetica ma solo onde acustiche;
- nessuna delle precedenti.

Il monossido di di-idrogeno



- è altamente tossico in piccole dosi;
- è causa di decine di migliaia di decessi ogni anno per asfissia;
- è totalmente innocuo;
- nessuna delle precedenti.
- non esiste;

in 3 rispondono “nessuna delle precedenti, perché il monossido di di-idrogeno è acqua”

In viaggio attraverso la fisica

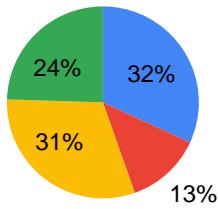
Questionari iniziale e finale: come sono cambiate le idee degli studenti.

Questionario iniziale

Questionario finale

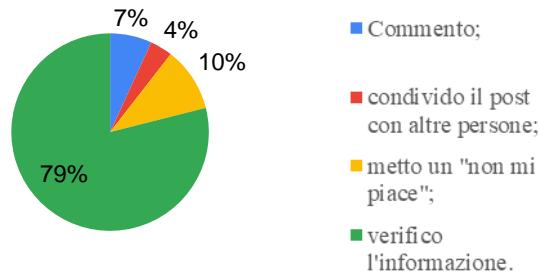
Come è cambiata la reazione degli studenti alla lettura di un post

Leggi questo post su un social: "Un noto esponente politico ha affermato: - La nostra gioventù ama il lusso, è maleducata, se ne infischia dell'autorità e non ha nessun rispetto per gli anziani.-" Come reagisci?



- Commento;
- condivido il post con altre persone;
- metto un "non mi piace";
- verifico l'informazione.

Leggi questo post pubblicato il 6 dicembre 2021 dall'On. Francesca Donato sul suo blog: "Nel 2020, anno di piena "pandemia", i dati ufficiali a livello europeo dicono che non è stato registrato nessun aumento della mortalità per la fascia d'età dai 15 ai 44 anni. Nel 2021, l'anno della campagna vaccinale, curiosamente si osserva un aumento senza precedenti della mortalità nella stessa fascia d'età." Che cosa fai?

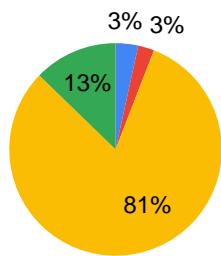


- Commento;
- condivido il post con altre persone;
- metto un "non mi piace";
- verifico l'informazione.

Come è cambiata la reazione degli studenti alla lettura di alcune dichiarazioni fatte da un premio Nobel

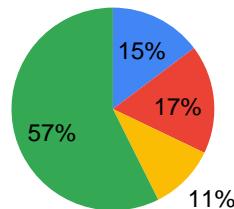
Luc Montagnier, Premio Nobel per la Medicina nel 2008, insieme a Françoise Barré-Sinoussi, per aver scoperto nel 1983 il virus dell'HIV, ha dichiarato che la diffusione del Coronavirus è stata un errore umano degli scienziati che stavano lavorando a un vaccino...

- Se lo dice un premio Nobel, deve essere così;
- chiedo ai miei amici;
- verifico se la diffusione del Coronavirus sia dovuta a un errore umano, affidandomi a fonti ufficiali;
- cerco informazioni su Luc Montagnier.



Luc Montagnier, Premio Nobel per la Medicina nel 2008, insieme a Françoise Barré-Sinoussi, per aver scoperto nel 1983 il virus dell'HIV, ha fatto alcune dichiarazioni sulla diffusione del Coronavirus. Con quale di questi ragazzi sei d'accordo?

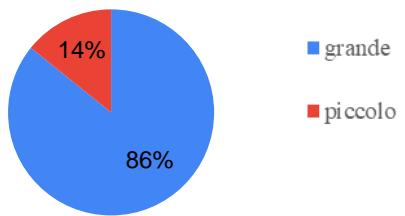
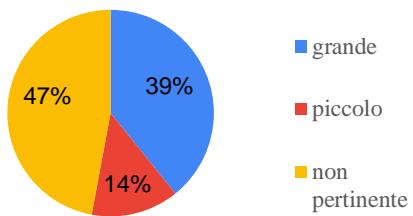
- Paolo: le dichiarazioni di un premio Nobel per la medicina sono sicuramente affidabili.
- Giulia: non mi fido molto, dopotutto si è occupato di HIV, non di Coronavirus.
- Luca: la penso come Giulia, inoltre Montagnier ha 90 anni, dubito lavori ancora nel campo della ricerca.
- Anna: condivido ciò che dice Luca, inoltre non basta che una persona, per quanto preparata, dica il suo parere. Deve essere portavoce di una comunità scientifica.



Come è maturata la consapevolezza degli studenti relativa alle differenze in ordine di grandezza

Luca e Giulia devono stimare il numero automobili per uso proprio, presenti in provincia di Trento. Secondo Giulia sono 3.6×10^5 , mentre per Luca sono 3.6×10^6 . L'insegnante concorda con Giulia, ma Luca ritiene di non aver fatto un grande errore. Penso che Luca abbia commesso un errore:

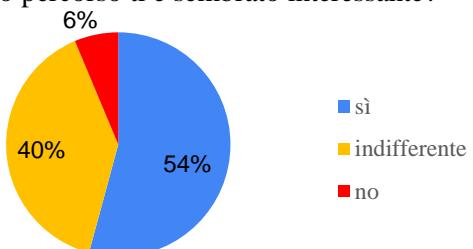
Sarà vero? – I risultati della sperimentazione



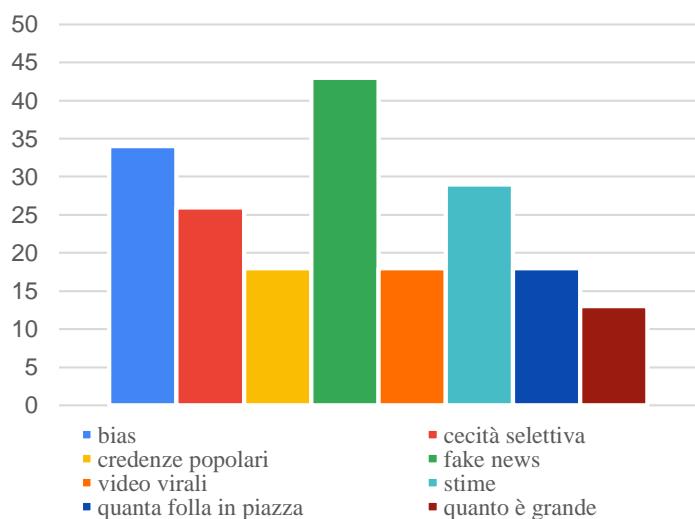
Molti studenti hanno dato risposte non pertinenti.

L'opinione degli studenti

Questo percorso ti è sembrato interessante?



Quali contenuti/attività ti sono piaciuti di più?



Considerando che il 46% degli intervistati frequenta licei non scientifici, il 32% ha dichiarato di non essere interessato alla fisica, e un certo numero di studenti ha manifestato perplessità relative alle scelte didattiche di qualche insegnante (troppo tempo dedicato al percorso e non evidenza del filo logico), il fatto che il 40% abbia ritenuto il percorso indifferente, è da ritenersi positivo.

Spazio per suggerimenti:

- Perché l'uomo scrive cose false?
- Più attività sui bias.
- Più esercizi e meno argomenti.
- Più esperimenti.
- Attività più coinvolgenti.
- Fake news legate alla fisica.
- Assegnare compiti a gruppi, come la verifica di una notizia.

In viaggio attraverso la fisica

Gli studenti hanno utilizzato questo spazio anche per manifestare il desiderio di lavorare a gruppi, in prima persona.

Se il percorso venisse ampliato, quali argomenti vorresti trattati?

- Fake news;
- account fake;
- fake news nel mondo finanziario;
- fake news legate al cambiamento climatico;
- dipendenza da fake news;
- le grandi bufale nel corso della storia;
- rischi;
- esplorazione di teorie complottiste.
- Alchimia.
- Internet;
- come utilizzare internet al meglio;
- i pericoli di internet;
- truffe online/telefoniche.
- Credenze popolari.
- Concetto di conoscenza: in base a che cosa possiamo dire di conoscere qualcosa?
- La fisica che vediamo ogni giorno.
- Stime.
- Lo spazio, la gravità, i pianeti.
- Scoperte recenti.
- Stima del tasso di analfabetismo sia in Italia sia nei paesi più poveri.
- Covid e virus.

Le considerazioni degli studenti

Nel sondaggio finale e in un incontro conclusivo, gli studenti hanno potuto esprimere le loro opinioni relative alle attività svolte. Si ritiene utile riportare una sintesi dei commenti:

- Per evitare di finire in un circolo di fake news dobbiamo affidarci esclusivamente a siti web autorevoli, e riflettere sui dati che leggiamo perché molti di questi sono così sbagliati da poter essere smascherati facilmente con dei semplici calcoli e esperimenti.
- Il metodo da scienziati può essere molto utile nella vita di tutti i giorni per essere al sicuro da fregature e errori eclatanti, ma può soprattutto aiutare a migliorare la nostra società, che influenzata molto dai social, sempre di più cade in truffe o inganni che potrebbero risultare banali se solo ci si riflettesse su qualche minuto in più.
- Si tratta di argomenti che potrebbero essere già stati trattati negli anni precedenti; quindi, si suggerisce agli insegnanti di chiedere agli studenti se, e che cosa, conoscano già. In caso affermativo si potrebbero prevedere sottopercorsi differenziati o il ricorso all'insegnamento tra pari.
- Le attività sono più interessanti e coinvolgenti se svolte in presenza e in piccoli gruppi.
- sarebbe bello fare più lavori in gruppo
- Così il programma secondo me è perfetto e mi piace
- Più tempo e attività sui bias cognitivi
- Sarebbe bello proporre più argomenti attuali, che coinvolgano di più i giovani.

Sarà vero? – I risultati della sperimentazione

- fare più esercizi di fisica e non più argomenti
- Aggiungerei un approfondimento ulteriore riguardo a cosa porti gli uomini a scrivere cose false, chi sono? Insomma, conoscerli meglio e analizzare il loro ruolo e mentalità.
- Il percorso merita di essere riproposto.

Le considerazioni degli insegnanti

- Il percorso è stato accolto bene, quasi con stupore, direi. All'inizio gli studenti mi dicevano «ma non dovremmo fare fisica, prof!». In realtà è stata l'occasione per far capire ai ragazzi come la fisica non sia estranea a tanti argomenti/questioni/aspetti che incontriamo a scuola (nelle altre discipline) o nella vita di tutti i giorni.
- Il percorso è stato inserito in un progetto di educazione alla cittadinanza. Gli studenti hanno manifestato interesse per l'argomento relativo ai bias cognitivi, che si suggerisce di ampliare con approfondimenti.
- Gli studenti hanno partecipato volentieri e si sono dimostrati più attivi del solito.
- Vorrei proporlo per le classi quinte, focalizzando l'attenzione sull'aspetto della comunicazione scientifica.
- Si presta come percorso interdisciplinare.
- La parte che riguarda le stime ha coinvolto molto la classe. Sarebbe interessante proporre delle gare di istituto sulle domande alla Fermi.
- Purtroppo, ho dosato male il tempo e non sono riuscita a proporre tutte le attività.
- L'esperienza è stata molto positiva e coinvolgente, soprattutto quando ho lasciato spazio agli studenti affinché potessero confrontarsi e argomentare eventuali scelte diverse.
- Ho notato che gli studenti hanno scarsa autonomia nell'utilizzo consapevole di Internet, perciò ho predisposto un file con l'indicazione di link a documenti utili.
- Abbiamo lavorato molto in classe, a piccoli gruppi: ne è emerso un bel confronto e gli studenti hanno partecipato attivamente.
- Sicuramente da riproporre.

Una riflessione

Questo percorso, inserito nella macro-area *Fisica per pensare*, è nato come percorso di avvicinamento alla fisica e nella maggior parte dei casi è stato proposto nell'ambito della disciplina *Educazione alla cittadinanza*.

Il confronto tra le risposte date ai questionari iniziali e finali evidenzia l'acquisizione di una maggiore consapevolezza da parte degli studenti; inoltre, una buona parte degli studenti e la totalità degli insegnanti hanno trovato il percorso molto interessante e vorrebbero fosse riproposto.

Gli aspetti critici rilevati riguardano il tempo eccessivo che qualche insegnante ha dedicato alle prime due sequenze, le modalità di insegnamento-apprendimento, e il fatto che non tutti gli insegnanti siano riusciti a evidenziare il nesso logico tra le varie attività.

Bibliografia

- [1] <https://www.paolotuttotropo.it/eccesso-di-mortalita-nel-2021-nei-giovani-factchecking/>
- [2] <https://www.osservatoriomalattierare.it/news/attualita/15986-coronavirus-non-possiamo-fidarci-neppure-di-un-premio-nobel>

Il telescopio



Costruire un telescopio per comprendere le leggi dell'ottica

Il telescopio

Storie di scienza

Utenza: IV-V elementare e I media

Uno sguardo al buio

È la sera di Santa Lucia.

Il parco è pieno di bambini come me, con una letterina in mano. Gli alpini ci stanno aiutando ad attaccarle ai palloncini, che tra un po' lanceremo in cielo.

I miei compagni hanno chiesto macchinine, camion, videogiochi.

Io voglio solo una cosa, che la mia amica Anna guarisca.

È gennaio e oggi compio dieci anni.

Il nonno mi ha regalato un piccolo telescopio e mi sto preparando alla più bella avventura della mia vita. Lo zaino è pronto: tre panini, non si sa mai, thermos, guanti, berretto, sacco a pelo... e, ovviamente, il telescopio. Frontalino acceso, seguo il nonno lungo il ripido sentiero.

Quando ero piccolo mi mostrava il sistema solare in cucina, con arance e limoni: ora sono grande e finalmente si esplora all'aperto.

Sarà la mia prima notte sotto le stelle.

Eccoci arrivati sulla cima, le luci della città non si vedono più. Montiamo il telescopio, stendiamo i sacchi a pelo e ci sdraiamo. Non vedo l'ora di osservare il cielo illuminato a giorno dalle stelle.

«Spegni il frontalino» - dice il nonno.

Un clic, e il mio entusiasmo svanisce

Nel buio ogni piccolo rumore si amplifica. Non sarà mica l'orso? Qui non si vede nulla.

Ma come? Con tutte le stelle che ci sono nel cielo...

Ho paura.

Il nonno però sembra tranquillo «Senti che pace» - dice - «Guarda in alto: vedi la luce delle stelle? Stai guardando il passato. Non credi sia fantastico?»

No! Che domande.

È buio, il buio mi fa paura, e non riesco a pensare ad altro che agli orsi.

«Sai» - dice il nonno - «nel cielo ci sono infinite stelle.»

«E allora perché è così buio?» chiedo, e lui

«A tre anni mi hai detto una cosa che mi ha fatto riflettere: il cuore è grande, ci stanno tanti amici. Ecco, immagina che l'universo sia come un cuore e che le stelle siano come gli amici.

Il mio cuore ha iniziato a battere alla fine della guerra, nel '45.

A quel tempo non ci si muoveva molto e i miei amici erano i miei vicini di casa.

Crescendo sono andato a studiare in città e ho stretto nuove amicizie, poi il lavoro mi ha portato ancora più lontano e ho trovato altri amici: il mio cuore si è allargato per fare spazio a tutti e ora ho amici vicini e lontani. Alcuni li vedo tutti i giorni, altri solo se li raggiungo in automobile o in treno, altri ancora grazie a internet, e poi ci sono gli amici che sono passati oltre, quelli con i quali è iniziata la mia vita e che purtroppo non posso più vedere con gli occhi, ma posso ricordare e vedere col cuore, tornando indietro nel tempo.

Ecco, è così anche per l'universo: non esiste da sempre, e i suoi amici sono le stelle.

Nel tempo si è allargato: ci sono stelle vicine e stelle lontane, stelle molto luminose e stelle meno luminose: riesci a capire?»

Cerco di immaginare un universo coi capelli bianchi e la barba: amiche stelle che vediamo con gli occhi e amiche stelle che vediamo solo con il telescopio.

Ma quali sono gli amici di nonno universo che non si vedono più con gli occhi?

Il telescopio

Non lo so, ma sono stanco e mi addormento.

Sogno bambini che giocano al parco. Si fa buio. Un lancio di palloncini attira la mia attenzione. Eccola, riconosco la mia letterina per santa Lucia. Il mio palloncino sale sempre più in alto, finché scompare nel buio e non lo vedo più. Mi sveglio di soprassalto: nonno, forse ho capito.

Come il nostro cuore ha uno spazio per gli amici che non ci sono più, così l'universo ha uno spazio per le stelle che non riusciamo a vedere: questo spazio è il buio. E se le stelle sono la luce del passato, il buio è la luce del passato più lontano.

Anna ci ha lasciati il giorno di santa Lucia, il mio desiderio non è stato esaudito, non posso più vederla né giocare con lei, ma nel mio cuore c'è e ci sarà sempre ancora posto per lei.

Mi perdo a guardare il cielo: nel buio rivedo il suo sorriso e finalmente non ho più paura.



Luna?

Settembre 2009 - primo giorno di scuola.

La maestra ci saluta, ci chiede come abbiamo passato le vacanze, e poi domanda: «sapete che cosa è successo cinquant'anni fa?»

I miei compagni, sempre spiritosi: «È nato mio padre», «Sei nata tu», «C'è stata la guerra» e così via. Lei ci mostra una foto e chiede: «Che cos'è?»

«Un disco grigio: è sicuramente un pianeta», esclama Giulia, che vuol sempre fare la prima della classe. Tutti sbuffano, perché parla sempre e solo lei, ma questa volta sbaglia. La maestra chiarisce:

«Non è un pianeta, Giulia, si tratta di un satellite, solo che qui appare di un colore diverso dal solito.

Si tratta della Luna e a luglio c'è stato il cinquantesimo anniversario del primo allunaggio.»

Ecco, fin qui tutto bene, poi... il delirio.

I compagni iniziano a raccontare le loro teorie e la maestra non è più in grado di rispondere a tono a tutti. Torno a casa con il mal di testa.

Ma perché nella mia classe c'è sempre questa confusione e non si riesce a discutere in maniera ordinata?

A cena non ho molta fame. Racconto ai miei genitori quello che è successo in classe. Non è cambiato niente dall'anno scorso: c'è sempre la *miss so tutto io*, che non lascia mai parlare nessuno, e i miei compagni sono dei casinisti. E poi la maestra si stupisce se nessuno fa interventi, come dice lei, "appropriati".

«Che cos'ha sollevato questo polverone?», mi chiede il papà.

«I miei compagni si sono incaponiti dicendo che quella non era la foto della Luna, perché la Luna è gialla e lì era grigia. E hanno detto che l'allunaggio è tutta una messa in scena: altrimenti, con i potenti telescopi della NASA, dovremmo poterne vedere le tracce».

Papà si alza, sparisce nel suo studio e torna con il portatile.

«Voglio mostrarti un collage di fotografie scattate alla Luna dall'astro-fotografa siciliana Marcella Giulia Pace nel corso di dieci anni. La foto che vi ha mostrato la maestra è una foto della Luna, vista dallo spazio, che riflette la luce del Sole e appare per lo più grigia. Quando invece guardiamo la Luna dalla Terra, la vediamo attraverso l'atmosfera terrestre, e per questo motivo può apparire di vari colori: rossa, gialla e persino blu. La Luna riflette la luce del Sole, che è costituita da "luce" di molti colori. L'atmosfera si comporta come un filtro: assorbe alcuni colori e ne lascia passare altri. Il colore della Luna, perciò, non dipende solo dalle rocce che la costituiscono e dal colore della luce solare, ma dipende anche dall'inclinazione dei raggi riflessi e dalla composizione dell'atmosfera.



Vieni Elisabetta, ti mostro quello che succede.

Per prima cosa creiamo la nostra atmosfera: riempiamo d'acqua un bicchiere trasparente e ci versiamo qualche goccia di latte. Ora simuliamo la luce riflessa dalla Luna: per comodità usiamo la torcia dello smartphone. Spegni la luce della cucina e vieni a guardare come appare la luce della torcia quando la guardi attraverso il liquido che c'è nel bicchiere. Vedi? La luce della torcia appare arancione, ma se guardi il tutto dall'alto, il liquido appare azzurro.»

Devo dire che questo esperimento mi piace molto. Se pensiamo che la torcia sia il Sole, si possono capire altre cose come, per esempio, perché il cielo appare azzurro di giorno e arancione al tramonto.

Il telescopio

Ma resta ancora una cosa da chiarire: perché i telescopi della NASA non riescono a farci vedere le tracce dell'allunaggio?

«Purtroppo - continua papà - non esiste un telescopio così potente. Però quest'anno ne è stato messo uno a bordo di una sonda spaziale, che permetterà di fotografare oggetti anche molto piccoli presenti sulla Luna: fino a 25 cm».

Ancora non capisco però perché non si possano vedere i dettagli osservando la Luna dalla Terra. «I telescopi riescono a vedere oggetti molto lontani, ma molto grandi. Non permettono di distinguere i dettagli. Un po' come i nostri occhi. Vieni guardiamo dalla finestra: che cosa vedi?»

Che domande! Vedo la strada, ma cosa c'entra?

«Ecco, ora fai attenzione: osserva quella luce laggiù. Secondo te si tratta di un'automobile o di una moto?»

Non è molto difficile rispondere: ha un faro solo, quindi è una moto.

«Bene, ora segui la luce del faro fino a quando sarà vicina a casa nostra. Ora dimmi: è una moto o un'automobile?»

A malincuore devo ammettere di aver sbagliato. Da lontano non riuscivo a distinguere i due fari e credevo ci fosse un unico faro.

Credo di aver capito. Ci vorrebbero telescopi giganteschi per poter vedere dalla Terra i dettagli dell'allunaggio.

Settembre 2009 - secondo giorno di scuola.

La maestra ci saluta, ci mostra la foto del giorno precedente, e chiede: «Perché qui la Luna è grigia, ma noi la vediamo bianca, gialla, a volte arancione?»

Mi guardo intorno: la mano di Giulia è abbassata. Vuoi vedere che questa volta non sa cosa dire? Alzo la mano, mi allungo così tanto che mi sembra di toccarlo, quel satellite. Dai, forza, dammi la parola, prima che la sapientona alzi la mano.

«Sentiamo cosa ne pensa Elisabetta.»

Evvai, mi ha dato la parola! Inizio a raccontare l'esperimento del bicchiere di latte e, inaspettatamente, tutti mi ascoltano con attenzione.

Che bella sensazione. Chissà, forse ho un futuro come maestra.

Prova tu

❖ Il colore dei corpi

- Oscura la stanza in cui ti trovi.
- Illumina alcune immagini colorate, utilizzando la luce di una torcia.
- Annota quello che osservi.
- Metti delle copertine da quaderno colorate, di plastica trasparente, davanti alla torcia e osserva di nuovo le immagini colorate.
- Annota quello che osservi.

❖ Il colore del cielo

- Versa qualche goccia di latte in un acquario pieno d'acqua.
- Illuminalo lateralmente con una torcia.
- Osserva il colore del liquido.
- Osserva il colore della torcia, attraverso il liquido.

❖ Che cosa vediamo?

- Osserva i fari accesi di un'automobile ferma a bordo strada. Ora, continuando a guardare i fari, allontanati sempre di più. Riesci ancora a distinguere i fari?
- Ritaglia due coriandoli di nastro adesivo colorato e fissali su una parete in modo tale che distino circa 1 mm tra loro. Continua a guardarli e retrocedi. A un certo punto non riuscirai più a distinguere uno dall'altro, fermati e misura la distanza tra la tua posizione e i dischi. Confrontala con i valori ottenuti dai tuoi compagni.

Il telescopio

Suggerimenti per l'insegnante

La risoluzione è la capacità degli strumenti ottici di farci vedere come distinte due sorgenti ed è influenzata dal fenomeno della diffrazione. L'occhio umano riesce a distinguere linee di spessore pari a circa 0.1 mm che si trovino a una distanza di 20-30 cm.

Che cosa vediamo? Le risposte alle domande:

- continuando a guardare i fari accesi dell'automobile ferma a bordo strada, mentre ci si allontana sempre di più, non si distingueranno più i due fari, e si vedrà un unico disco luminoso.
- A una distanza superiore a circa 10 m, i dischi di nastro adesivo non si distinguono più l'uno dall'altro.

Il percorso per le scuole secondarie di secondo grado

Area concettuale

Ottica. Luce, visione, colori [1]

Contenuti

Leggi ideali dell'ottica geometrica. Specchi, lenti, strumenti ottici.

Concetti chiave

Riflessione, rifrazione.

Riferimenti normativi per il liceo scientifico

Uno dei modi sensoriali più efficaci che l'essere umano ha sviluppato naturalmente per interagire con la fisicità del mondo di cui fa parte è la visione. Questo senso è descritto tramite modelli fisici facenti capo alle leggi, teorie, modelli dell'ottica che in questa fase dell'apprendimento viene esposta nelle sue caratteristiche più elementari. Lo studente sarà in grado di descrivere il comportamento di semplici strumenti ottici, incluso l'occhio umano.

Abilità	Conoscenze
<ul style="list-style-type: none">- Ricavare l'immagine di un oggetto applicando le regole dell'ottica geometrica e utilizzando appositi software (<i>ray tracer</i>) di semplice funzionamento.- Sapere descrivere la relazione fra colori percepiti e colori fisici (spettrali).- Sapere descrivere i più comuni difetti della vista.	<ul style="list-style-type: none">- Luce fisicamente intesa.- Leggi ideali dell'ottica geometrica.- Luci, penombre, ombre.- Camera oscura, occhio umano.- Strumenti ottici.

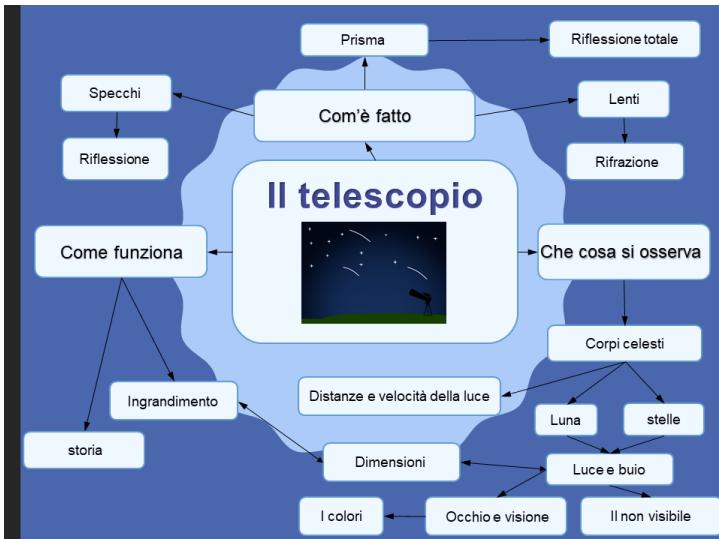
Figura 40 [1] Linee guida provinciali

Attraverso lo studio dell'ottica geometrica, lo studente sarà in grado di interpretare i fenomeni della riflessione e della rifrazione della luce e il funzionamento dei principali strumenti ottici.

Figura 41 [2] Indicazioni Nazionali

Il telescopio

Mappa



Innesco

L'insegnante propone una lettura o un video che possano stimolare l'interesse e la curiosità della classe, per esempio:

È possibile vedere il passato?

<https://www.youtube.com/watch?v=bQRjUbTrUe4>

«Una meraviglia dell'ingegneria. Una potente macchina per esplorare lo spazio, per guardare indietro nel tempo, fino alle prime galassie formate dopo il Big Bang; per scrutare le atmosfere di pianeti

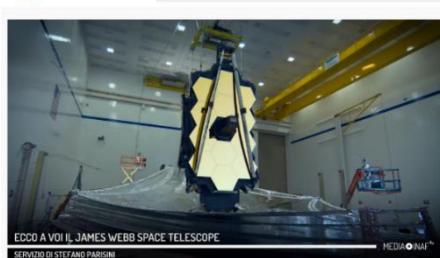


Figura 42 Screenshot del video di pianeti

attorno a stelle distanti. Un occhio che si poserà su cose sconosciute e forse anche inimmaginabili. È senza dubbio il più grande, complesso, e costoso, telescopio spaziale mai costruito, intitolato al direttore della Nasa ai tempi di John Kennedy: ecco a voi il James Webb Space Telescope [...]».

Il JWST, del quale si parla nel video introduttivo, è stato lanciato a dicembre 2021, nel corso della sperimentazione dei percorsi nelle classi, <https://www.jwst.nasa.gov/content/webbLaunch/news.html>.

Di seguito si propongono alcuni video più attuali:

- Concluso il dispiegamento del JWS Telescope,
<https://www.youtube.com/watch?v=RETt2HDYbDM>
- Tutto quello che devi sapere sul telescopio spaziale JW,
https://www.youtube.com/watch?v=NpZzu_y4oA4g
- Dall'ultravioletto all'infrarosso: confronto fra Hubble e Webb
<https://www.youtube.com/watch?v=sVH2Rc49GWA>
- JWST actually,
<https://www.youtube.com/watch?v=tLrAwmHb-zQ>

LA PAROLA AGLI STUDENTI: VEDERE IL PASSATO

L'insegnante ha posto questa domanda: «*Dopo aver visto il video sul telescopio spaziale James Webb, perché possiamo dire che osservando con un telescopio un corpo celeste lontano, possiamo vedere il passato?*»

- Poiché la luce viaggia a una velocità finita di circa 300.000.000 m/s e, dunque, impiega un determinato periodo di tempo per raggiungere un corpo più o meno distante. Ad esempio, la luce emessa dalla Luna impiega all'incirca un secondo per arrivare sulla Terra il che significa che osservando il nostro satellite, in realtà lo si vede come era un secondo prima. Questo esempio possiamo riportarlo su scala maggiore, osservando, ad esempio, la luce emessa dalla stella di un altro sistema solare distante anni luce dalla terra. Munendosi, dunque, di avanzati telescopi possiamo osservare distanti corpi celesti e vederli, magari, com'erano centinaia o addirittura migliaia di anni prima.
- Perché la luce che parte da un corpo viaggia alla velocità della luce che anche se velocissima impiega del tempo. Se per esempio la luce dalla luna per arrivare a noi impiega 1 secondo dal sole ci mette 8 minuti e osservando con degli appositi telescopi possiamo arrivare a vari anni luce e quindi ricevere immagini molto antiche anche di milioni di anni fa. Per esempio se osserviamo le prime galassie Dell'universo (300 mln di anni dopo il big bang) vedremo immagini risalenti a miliardi di anni fa cioè il tempo che la luce ha impiegato a venire a noi. Quindi è possibile vedere il passato osservando corpi lontani.
- Vedere il passato è un'affermazione quasi surreale, ma sappiamo, grazie al video guardato in classe, che ciò è vero e provato. Possiamo dire questo perché poco tempo fa è stato lanciato sulla luna il telescopio più grande e costoso mai costruito, il James Webb Space Telescope. Grazie infatti ai suoi immensi equipaggi riuscirà ad operare per rilevare luce proveniente dalle, addirittura, prime galassie formate nell'universo risalenti a più di 13 miliardi di anni fa, essendo parte della luce molto distante non ancora arrivata a noi.
- Possiamo dire che osservando con un telescopio un corpo celeste lontano lo vedremo nel passato perché la luce ci mette del tempo a viaggiare nello spazio, non è istantanea. Infatti la luce che parte dal sole ci mette 8 minuti a raggiungerci, se il sole smettesse di splendere ce ne accorgeremmo 8 min dopo. Sempre per questo motivo se osservassimo la terra da milioni di anni luce lontani da qui allora potremmo vedere i dinosauri.
- Possiamo affermare ciò perché la luce viaggia a una velocità finita uguale circa a 299000 m/s. Grazie a questa premessa, conosciamo che la luce impiega un determinato periodo di tempo per raggiungere un corpo celeste. Utilizzando quindi un telescopio possiamo osservare un determinato corpo celeste a una determinata distanza osservando le sue caratteristiche di com'era migliaia di anni prima.
- Perché la luce che ci giunge dal corpo celeste può impiegare centinaia o migliaia di anni per coprire lo spazio che ci separa da lui. Perciò quando osserviamo il corpo celeste vediamo in realtà un oggetto così come era tanti anni fa, cioè nel passato.
- Perché ingrandendo di molto l'immagine potremmo allontanarci molto di più dal corpo celeste e potremo vedere quello che succedeva milioni di anni fa dato che la luce viaggiando ad una velocità non arriva da tutte le parti contemporaneamente.
- dato che la luce ci mette del tempo per percorrere una distanza se essa parte da tanto lontano rispetto a noi ci metterà del tempo prima di arrivarci (es: la luce del sole che noi riceviamo è partita dalla nostra Stella circa 8 minuti fa).

Il telescopio

- Perché se, ad esempio, guardiamo un corpo celeste a una distanza di 3 milioni di anni luce, dal telescopio lo vedremo come era 3 milioni di anni, perché la luce partendo da quel corpo celeste ci metterà 3 anni ad arrivare fino alla Terra.
- Perché ci vuole del tempo affinché la luce possa percorrere la distanza che ci separa il corpo celeste e quindi vedremo sempre le cose come erano quando la luce ha iniziato a percorrere il tragitto, come erano le cose in passato.
- Perché la luce non viaggia a velocità infinita e quindi, usando un telescopio, riusciremo a catturare la luce "vecchia", ovvero una luce di molti anni prima (dipende dalla distanza del corpo celeste).
- Possiamo dire che possiamo vediamo il passato perché non c'è ancora arrivata la luce da quei corpi, poiché si trovano ad anni luce di distanza e allora noi vediamo il corpo come era nel passato.
- Perché la luce nonostante viaggi a una velocità di 300 000 km/s se si trova molto distante impiega molto più tempo ad arrivare quindi le cose che vediamo corrispondono a cose già accadute.
- perché la luce ci impiega del tempo per arrivare a noi e quindi se siamo tanto lontani da un oggetto nello spazio la luce che emette ci metterà tanto tempo per arrivare a noi.
- Perché quando ad esempio guardiamo le stelle o le galassie nel cielo aperto, le vediamo ad anni luce da noi, quindi le vediamo com'erano milioni o miliardi di anni fa.
- Perché la luce non arriva istantaneamente da un punto a un altro e quindi la luce delle stelle, del sole o di qualsiasi altro corpo celeste è successo in passato.
- perché questo corpo celeste può essere lontano migliaia di anni luce quindi la luce che noi vediamo è la luce di migliaia di anni fa.
- Perché guardando un corpo celeste lontano osserviamo la luce emessa da quel corpo milioni di anni prima
- perché la luce ha una velocità finita.

Tutte le risposte partono dal presupposto che la luce viaggia a velocità finita.

Sequenze

1. Com'è fatto un telescopio.
2. Come funziona il telescopio?
3. Che cosa si osserva?

Sequenza: *Com'è fatto un telescopio?*

Situazione stimolo

Per introdurre la sequenza, l'insegnante può portare in classe un telescopio oppure può proporre un'uscita notturna sul territorio per l'osservazione del cielo. A tal fine si riportano alcuni riferimenti:

- Terrazza delle Stelle, Viole Monte Bondone
+39 0461 270311, astronomia@mtsn.tn.it
- Osservatorio astronomico Monte Zugna, Fondazione Museo Civico Rovereto
+39 0464 452800, museo@fondazionemcr.it
- Osservatorio Astronomico del Celado, Unione Astrofili del Tesino, Castello Tesino
+39 0461 727730, www.osservatoriodelcelado.net
- Osservatorio astronomico di Asiago
+39 049 827 8237 (lasciare un messaggio per essere richiamati), visite.oapd@inaf.it,
<https://www.oapd.inaf.it/asiago/infogenerali>

Domanda guida

Da quali elementi è composto un telescopio?

Attività o esperimenti proposti

- La camera oscura.
- Riflessione e rifrazione nel tè.
- Specchi piani.
- Specchi curvi.
- La rifrazione.
- Le lenti.

Le schede con le descrizioni dettagliate sono riportate di seguito.

Il telescopio

Nota per l'insegnante: misconcezioni

Misconcezioni comuni [3]

- Se la luce non si vede, significa che non c'è.
- Si vede attraverso raggi visuali che si propagano in linea retta (La vista a raggi di Superman, segue il modello di Euclide).
- Le immagini si trovano sulla superficie dello specchio.
- Riflessione e rifrazione si escludono a vicenda.

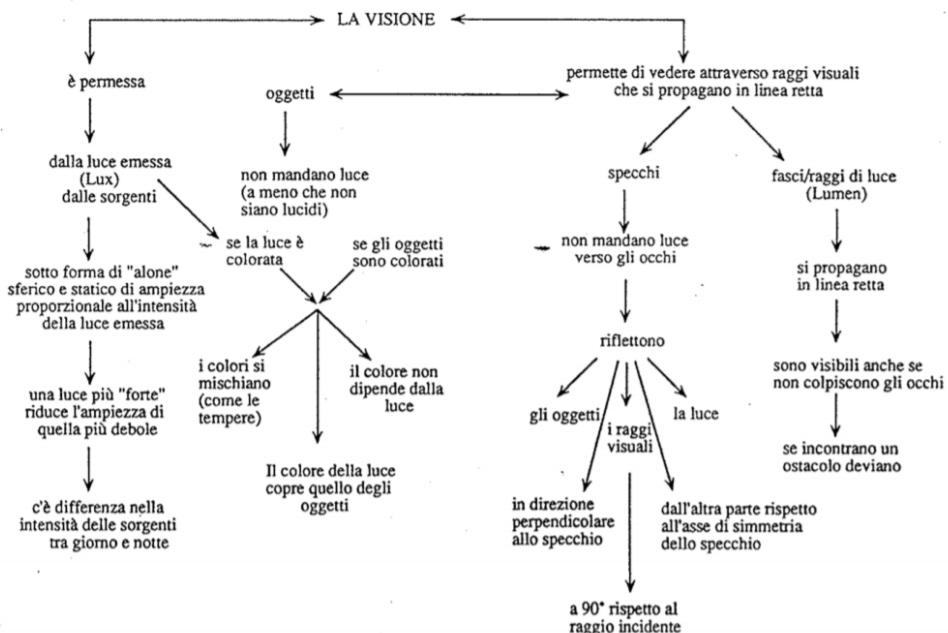


Figura 43 Fonte: Mayer, M. (1987), "Conoscenza scientifica e conoscenza di senso comune", Tesi di dottorato, CEDE, Roma

Come affrontare le misconcezioni

- Osservare contemporaneamente i fenomeni della riflessione e della rifrazione.
- Curvare la luce grazie alla rifrazione e alla riflessione totale[4]
- Variare la lunghezza d'onda della luce incidente per notare che la rifrazione dipende anche da questa grandezza.
- Trattare l'occhio come uno strumento ottico, [5]
- Ribadire spesso che i diagrammi a raggi sono strumenti geometrici, cioè modelli, ma non entità fisiche.
- Mostrare che il modello a raggi non descrive tutti i fenomeni ottici.

Che cosa deve essere chiaro [6]

- Un oggetto è un insieme di punti oggetto e un'immagine è un insieme di punti immagine.
- Il raggio di luce è uno strumento rappresentativo per mostrare la direzione della propagazione della luce.

- Se i raggi luminosi convergono in un punto dell'immagine si parla di immagine reale. Se non convergono in un punto immagine, ma le estensioni dei raggi riflessi o rifratti convergono in un punto immagine, si parla di immagine virtuale.
- Ogni punto di un'immagine reale emette (o riflette) un numero infinito di raggi in tutte le direzioni. Ogni punto di un'immagine virtuale sembra emettere (o riflettere) un numero infinito di raggi in tutte le direzioni.
- La luce che diverge da un punto dell'immagine reale deve entrare nell'occhio dell'osservatore affinché l'immagine possa essere osservata.
- La luce che diverge da un punto dell'immagine virtuale deve entrare nell'occhio dell'osservatore affinché l'immagine virtuale possa essere simultaneamente formata e osservata.
- La posizione di un'immagine dipende solo dalla posizione dell'oggetto rispetto allo specchio ed è indipendente dalla posizione dell'osservatore.
- Qualsiasi combinazione di due raggi è sufficiente per individuare la posizione di un'immagine.

Quesiti per rilevare le misconcezioni

- Perché vediamo le cose?
- Che cosa sono i colori?
- Stai guardando un quadro in una stanza illuminata: il quadro ti sta mandando luce?
- Da che cosa dipendono i colori degli oggetti?
- Due specchi sono disposti ad angolo retto e tu ti trovi tra di loro. Quante immagini vedi riflesse?
- Quando sono visibili i raggi luminosi?
- Nella Figura 44 Quale osservatore vede il raggio riflesso? [7]

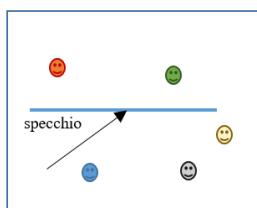


Figura 44 Quale osservatore vede il raggio riflesso?

- In Figura 45 vengono rappresentate tre traiettorie per uno dei raggi che forma l'immagine riflessa da uno specchio piano. Quale/i sono corrette? Correggi eventuali errori. [7]

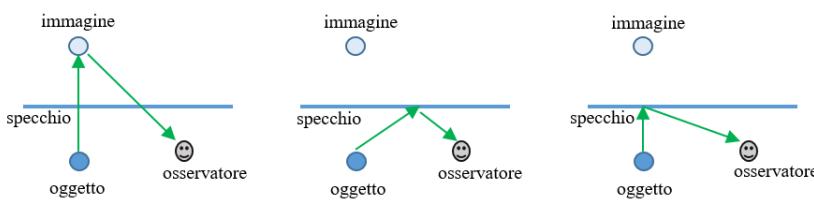


Figura 45 Qual è la traiettoria corretta?

- L'occhio di Paolo si trova nel punto mostrato in Figura 46e osserva una lampada al neon, davanti alla quale è posto un cartoncino. Che cosa vede Paolo? [7]

Il telescopio

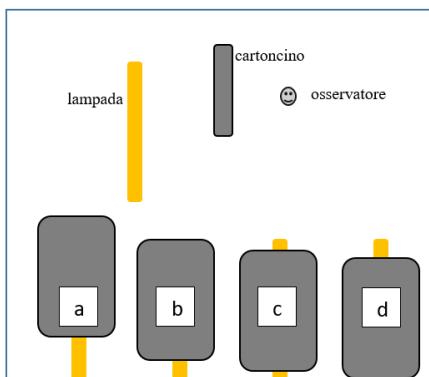


Figura 46 Che cosa vede Paolo?

- Appoggiati sul tavolo di una stanza bene illuminata vedi un gatto, un quaderno aperto, un giocattolo e una coppetta d'argento. Quali riflettono la luce?
- L'osservatore di Figura 47 si trova in una stanza buia, con pareti nere, senza pulviscolo e fumo. Nella posizione individuata dall'occhio, è possibile vedere lo specchio perfettamente pulito, posto di fronte? E il sottile raggio di luce che, attraverso un foro, entra nella direzione indicata? [8]

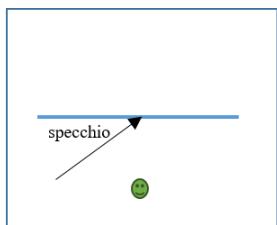


Figura 47 Che cosa si vede in una stanza buia senza pulviscolo?

LA CAMERA OSCURA

Nel 1700 nasce il vedutismo, una corrente artistica che anticipa la fotografia e rappresenta paesaggi. Per rappresentare vedute realistiche, i grandi artisti come Canaletto utilizzano la camera oscura, perchè permette di mantenere proporzioni, distanze e prospettive perfette.:

RIFLETTI

Come funziona una camera oscura?

Su quali principi si basa?

CHE COSA TI SERVE

- Una scatola di cartone.
- Una forbice.
- Un foglio di carta traslucida.
- Un porta lampada.
- Una lampadina.
- Una lente.

CHE COSA DEVI FARE

- Ritaglia un rettangolo su una superficie laterale della scatola e copri l'apertura con carta traslucida.



- Pratica un foro ben definito sulla superficie opposta. A tale scopo ritaglia un piccolo rettangolo e coprilo con carta d'alluminio forata.



Fotografie di Elena Pizzinini

- Posiziona una lampada davanti al foro.
- Osserva il foglio di carta traslucida.
- Metti una lente tra la lampada e il foro.

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Si è creata un'immagine di un oggetto posto tra una sorgente di luce e il foro della camera oscura. Si è osservato che l'immagine dell'oggetto viene riprodotta capovolta e rimpicciolita. Si è anche poi provato a focalizzare la luce della sorgente per la creazione dell'immagine con un cono di carta, ma con scarsi risultati.

Gli studenti hanno eseguito le esperienze, si sono posti delle domande e hanno cercato di ricavare sperimentalmente le risposte.

Si ricorda che l'intervento esplicativo dell'insegnante è stato successivo, quindi le schede "osservazioni e domande" possono contenere errori di fisica o di terminologia.



Foto scattate dagli studenti durante la sperimentazione

Cambiando la fonte luminosa, cambia pure l'immagine?

Si è provato a usare più fonti di luce, meno e più potenti, e si è osservato che se la sorgente è potente, come la torcia del telefono, l'immagine si vedrà bene, se invece la sorgente è debole, come per esempio un fiammifero, si vedrà l'immagine fioca e poco intensa.

Cambiando le caratteristiche dei fori, l'immagine cambia?

Se invece di un solo buco fossero presenti due buchi si è osservato che si ottengono due figure capovolte e rimpicciolite.

Infine, si è provato con un unico foro più grande e si è osservata un'unica immagine sfocata.

Per vedere l'immagine riprodotta com'è originariamente, bisognerebbe avere un unico grande foro, oppure la luce dovrebbe propagarsi in modo curvilineo.

Osservando attraverso la carta traslucida all'inizio non notavamo nulla poi abbiamo ingrandito leggermente il foro sull'alluminio (forse prima era troppo piccolo per far filtrare la luce della candela) e così abbiamo notato che la luce della candela si proiettava sulla carta traslucida. Questo probabilmente accade perché la luce avendo infinite "direzioni" entra attraverso il foro dell'alluminio e si proietta sulla carta traslucida.

Poi davanti al foro dell'alluminio abbiamo posto una lente e abbiamo notato che la luce della candela si rimpiccioliva, ma diventava più nitida e visibile. Se allontanavamo la lente, la luce diventava meno nitida. Perché con l'allontanarsi della lente, la luce diventa meno nitida?

La mia ipotesi è la seguente: avendo la lente una curvatura, se questa viene posta vicino alla scatola, la proiezione filtrerà soltanto nel centro della lente e direttamente nella scatola buia e così il punto della luce risulterà più nitido. Se invece la lente viene allontanata verso la candela, la luce filtrerà nel centro della lente, ma essendoci spazio tra la lente e la scatola, la luce che attraversa la lente avrà una proiezione più grande.

È interessante il fatto che si parli di "infinte direzioni" della luce, contrariamente a quello che spesso ed erroneamente accade, ossia limitarsi a immaginare e rappresentare la luce come un unico raggio.

LA CAMERA OSCURA

[...] Quando il foro è più grande, anche il raggio lo è, tuttavia i bordi risultano poco nitidi. Quando invece esso è più piccolo, e perciò anche il raggio lo è, i suoi contorni risultano più delineati. Utilizzando delle lenti di dimensione differente, si nota che la nitidezza dei bordi varia a seconda della lente impiegata. Con una più grande il raggio appare più definito, mentre con una più piccola accade il contrario. Puntando casualmente la scatola verso una finestra, abbiamo scoperto che l'immagine riprodotta sulla carta risultava capovolta. Per verificare questo fenomeno, abbiamo posto tra la scatola e una fonte di luce un foglio raffigurante una freccia e si è osservato che essa appare capovolta. Questo accade perché i raggi luminosi entrando attraverso il foro si incrociano riproducendo l'immagine al contrario. Questo è lo stesso meccanismo che avviene nell'occhio umano.

1. Perché utilizzando una lente, l'immagine risulta più chiara?
2. Perché il raggio che viene proiettato sulla carta sembra più luminoso se il foro è più piccolo, rispetto a quando il foro è di dimensioni maggiori?
3. Qual è il procedimento che permette, nelle macchine fotografiche, di rovesciare l'immagine scattata?

Sarei curioso di riprovare questo esperimento con una carta da lucido più trasparente e una luce più potente in un ambiente completamente buio. [...] si potrebbe anche provare a posizionare un oggetto in modo che venga riflessa la sua ombra nella carta da lucido.

Non ho ancora capito molto bene come i pittori la potessero usare dal momento che sebbene il foro fornisca un'immagine più o meno nitida è molto difficile da distinguere particolarmente quindi suppongo che non fosse molto preciso come metodo. Avrei voluto osservare come la camera fosse riuscita a riflettere la luce di altri oggetti e soprattutto se ponendo un oggetto frontalmente rispetto al fascio di luce questo fosse stato in grado di riflettere il suo contorno sulla carta da lucido.

L'esperienza sembra aver suscitato interesse e curiosità

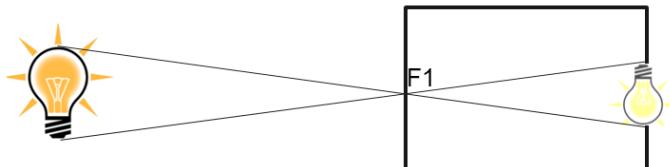
[...] mi domando se con una lente più piccola, il puntino si sarebbe fatto ancora più piccolo e luminoso. Avendo osservato in classe la proiezione di un raggio luminoso e non quella di un'immagine più grande, non ho capito perché ciò che si trova all'esterno è ribaltato all'interno della camera oscura.

[...] la camera [...] aveva qualche altro utilizzo?

SUGGERIMENTI

La camera oscura è alla base del funzionamento della macchina fotografica e si basa sulla propagazione rettilinea della luce. Come per il fenomeno delle ombre, si tratta di un'applicazione del modello “a raggi”.

Se c’è un unico piccolo foro, l’immagine appare poco luminosa

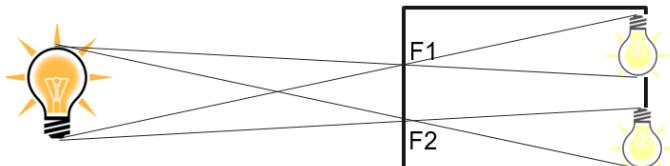


In questo video, un furgone è stato trasformato in una gigantesca camera oscura:

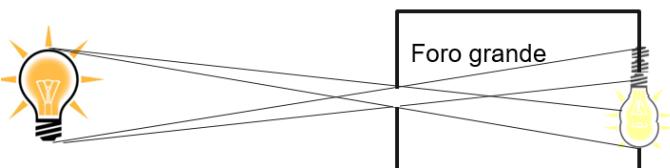
We turned this truck into a GIANT CAMERA! - Physics Girl

<https://www.youtube.com/watch?v=qIp9kItDUh8>

Praticando due piccoli fori, la luminosità aumenta, ma le immagini sono due



Con un solo foro, più grande, l’immagine perde in nitidezza:



Il compromesso tra luminosità e nitidezza si ottiene mettendo una lente tra la lampada e il foro:



Si può approfittare per mostrare ai ragazzi che esistono fenomeni, come la diffrazione, che non si possono spiegare con il modello “a raggi”.

Se si sposta la lampadina, è necessario spostare anche la lente per mantenere la nitidezza dell’immagine.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Corso di aggiornamento *Come funzionano le cose*, 2019 – LCSF, Dipartimento di Fisica di Trento.

RIFLESSIONE E RIFRAZIONE NEL TÈ

I telescopi più antichi (o cannocchiali) erano strumenti ottici a rifrazione. Sono tutt'ora impiegati per osservazioni terrestri, ma il loro uso in campo astronomico è cessato con l'arrivo dei telescopi a riflessione.

RIFLETTI

per casa

In che cosa consistono i fenomeni della riflessione e della rifrazione?

In quali situazioni si verificano?

CHE COSA TI SERVE

- Una scatolina trasparente alta almeno 5 cm (come quelle dei cioccolatini).
- Un foglio bianco.
- Un puntatore laser (ATTENZIONE A NON PUNTARLO VERSO GLI OCCHI).
- Una caraffa di tè o infuso.
- Olio.

CHE COSA DEVI FARE

Esperienza 1

- Versa il tè nella scatolina, fino a un'altezza di 3 cm circa.
- Disponi il foglio di carta dietro alla scatola in modo tale che sia perpendicolare alla superficie del tè.
- Punta il laser tangenzialmente al foglio in modo tale che il fascio entri nel liquido, ossia dall'alto verso il basso, con un angolo a piacere.

Esperienza 2

- Punta il laser tangenzialmente al foglio in modo tale che il fascio esca dal liquido, ossia dal basso verso l'alto, con un angolo a piacere.
- Osserva che cosa succede.
- Varia l'angolo di incidenza.

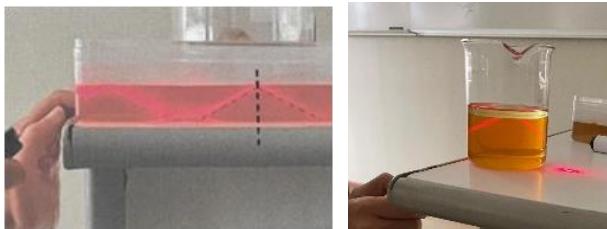
Esperienza 3

- Versa dell'olio nella vaschetta, sopra il tè.
- Ripeti le due esperienze precedenti.

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Si osserva che la luce del laser, entrando dall'aria nel tè, cambia la sua direzione di propagazione.

Si osserva che la luce del laser “resta intrappolata” e che una minima parte si disperde in aria. Si nota inoltre che tutti i triangoli che si vengono a formare sono isosceli e uguali tra loro.



La terminologia non appropriata è dovuta al fatto che l'intervento esplicativo dell'insegnante è stato successivo alla stesura delle schede “Osservazioni e domande”.

Foto scattate dagli studenti durante la sperimentazione

Si osserva che la luce del laser cambia la sua direzione due volte, sia quando entra nell'olio sia quando entra nel tè.

La luce si propaga in linea retta.

in base alla densità del mezzo cambia la direzione della luce

Le osservazioni degli studenti offrono lo spunto per introdurre le leggi della riflessione e della rifrazione.

Anche i due raggi nel tè formano gli stessi angoli.

A volte si vedono più di due raggi.

- Se il foglio fosse più scuro?
- Se al posto del foglio ci fosse uno specchio (dietro)?
- E se al posto del foglio ci fosse una finestra?
- E se ci fosse un prisma?
- Se non utilizzassimo un laser, ma una torcia?
- Perché con il tè e non con l'acqua?
- E se cambiassimo il colore della luce?
- Se la stanza fosse completamente buia?
- Se fosse illuminato da sopra?
- Se mando il raggio laser da sopra (dall'olio al tè)

Spesso gli studenti dei licei non scientifici, sono quelli che si pongono più domande.

Questo esperimento per me è stato leggermente complesso, principalmente per la precisione e l'accuratezza che sono necessarie per riuscire a vedere i raggi riflessi e rifratti. [...] Il nostro laser era molto debole e difficilmente erano visibili bene i raggi riflessi o rifratti ma è stato comunque fattibile. [...] Abbiamo infatti constatato che se il raggio non è a contatto con la superficie della sostanza, ma oltrepassa l'interno, viene completamente rifratta. Quando invece il raggio tocca la superficie, se il laser è posto al di sopra della superficie si può osservare interamente il fenomeno di riflessione, mentre se questo è inferiore, si nota il fenomeno di rifrazione. [...] l'esperimento è stato molto utile, almeno per me, per capire la differenza tra i due fenomeni, approfonditi meglio mediante il laboratorio virtuale.

RIFLESSIONE E RIFRAZIONE NEL TÈ

Proiettando i raggi dall'alto al basso i raggi si propagavano sia in avanti che in indietro creando più “puntini” distinti sul foglio di carta, un effetto simile lo ottenevamo puntando dal basso verso l'alto. Puntando perpendicolarmente dall'alto verso il basso si creava un puntino distinto sul foglio di carta e quindi il raggio attraversava il fluido. Puntandolo invece dall'alto verso l'alto il puntino sul soffitto era molto poco distinto rispetto a quelli degli altri gruppi e a quello sul foglio di carta in basso Le possibili spiegazioni sono che il nostro quantitativo di tè fosse maggiore rispetto agli altri, per quanto riguarda invece la differenza col puntino sul foglio dipende dalla distanza del raggio dall'oggetto da colpire L'indice di riferimento dell'aria è 1 mentre quello dell'acqua (o del the) è 1.33 rallentando così la propagazione del raggio nell'ambiente e avendo così un puntino meno nitido che puntando direttamente.

Durante l'esperimento sono riuscito a osservare il fenomeno di rifrazione e riflessione, puntando un raggio laser a una determinata inclinazione in una sostanza liquida, nel nostro caso il tè. Inizialmente, abbiamo avuto, il mio compagno ed io, qualche difficoltà nell'uso del raggio laser e nel trovare la giusta angolatura successivamente, però, siamo riusciti ad osservare il fenomeno della rifrazione, osservando che gran parte del raggio veniva “assorbito” dal tè e, dunque, oltrepassava la sostanza. Allo stesso tempo, abbiamo osservato il fenomeno della riflessione, osservando che parte del raggio veniva “respinto” dalla sostanza, in poche parole riflesso. Concluso l'esperimento, non abbiamo, sin da subito, saputo dare una spiegazione al perché parte del raggio venisse riflessa, mentre il restante venisse rifratto.

In entrambi gli esperimenti il raggio più visibile era quello riflesso mentre il raggio rifratto siamo riusciti a vederlo solo nel secondo ma a malapena [...]

Ho visto lievemente il raggio di riflessione e ho visto chiaramente quello di rifrazione. Ho notato che il raggio che viene rifratto è spostato rispetto a quello originale e il raggio riflesso ha la stessa pendenza del raggio originale considerando la normale.

[...] Mi chiedo come cambia il raggio di rifrazione quando cambia la superficie che si colpisce.

[...] Un dubbio che mi è sorto durante l'esperimento è se il raggio venisse riflesso più volte visto che si trovava all'interno di un becher.

Sinceramente un dubbio ce l'ho: perché, quando puntiamo il laser dal basso verso l'alto in direzione del tè, la luce dello strumento rimbalza sulla superficie dell'acqua (tè)?

Come auspicato, chiedere agli studenti di compilare la scheda “Osservazioni e domande”, li ha costretti a riflettere e a formulare domande, dubbi e richieste interessanti.

RIFLESSIONE E RIFRAZIONE NEL TÈ

SUGGERIMENTI



si faccia attenzione alla scelta dei laser. In Internet se ne trovano di estremamente pericolosi. Affidarsi solo a rivenditori autorizzati.

Queste prime esperienze qualitative servono per mostrare agli studenti che cosa si intende per riflessione, rifrazione e riflessione totale.

Un fascio di luce che attraversa mezzi con indice di rifrazione diversi, viene in parte riflesso e in parte rifratto. In particolare, il fascio rifratto si allontana dalla normale al piano di separazione dei due mezzi quando passa da un mezzo che ha indice di rifrazione maggiore a un mezzo che ha indice di rifrazione minore.

Aumentando l'angolo d'incidenza il raggio rifratto si avvicina sempre di più alla superficie, fino a quando diventa parallelo alla sua direzione: oltre questo "angolo limite", si parla di riflessione totale.

Poiché l'indice di rifrazione dell'olio è maggiore di quello del tè, che sta sotto, e di quello dell'aria, che sta sopra, la riflessione totale avviene su entrambe le superfici e il fascio viene intrappolato.



Alcuni libri di testo parlano di mezzi a diversa densità o a diversa densità ottica: si faccia attenzione affinché gli studenti non confondano questo termine con la densità intesa come rapporto tra la massa e il volume. Meglio parlare di indice di rifrazione.



L'indice di rifrazione del tè è uguale all'indice di rifrazione dell'acqua (1,33). Quello dell'aria ha un indice di rifrazione prossimo a quello del vuoto (1).

Link al video esperimento *Riflessione Totale della Luce*:

<https://www.youtube.com/watch?v=TlYNq7xJbLA&list=PLpkXLf6Zhdx3SQWVlk3uGk3HN1gbrqUhY&index=9>

La parola ai nostri insegnanti:

«Mi è sembrato utile (e gli studenti me lo hanno confermato) usare durante la discussione e poi far esplorare a casa l'app Deviazione della luce, disponibile sul sito <https://phet.colorado.edu/>.»

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Scheda a cura di Gabriele Calzà:

<https://fisicaperlascuola.wordpress.com/2016/10/05/riflessione-e-rifrazione-nel-te/>

Bocci F. et al., *Fisica – i colori dell'universo*, Petrini

SPECCHI PIANI

Il Laser Ranging Retroreflector è l'unico esperimento Apollo che sta ancora restituendo dati dalla Luna. Consiste in una serie di riflettori particolari per i quali il fascio incidente e il fascio riflesso sono paralleli, come il catadriotto che si trova sulla bicicletta.

RIFLETTI

Fai una ricerca sul Laser Ranging Retroreflector.

Se ti osservi allo specchio, com'è la tua immagine?

Come puoi disporre due specchi affinché il raggio incidente e il raggio riflesso siano paralleli?

Immagini

CHE COSA TI SERVE

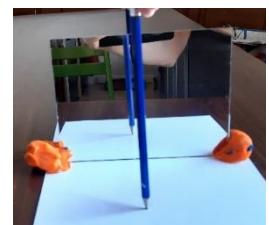
per casa

- Due specchi o due specchi semitransparenti.
- Due matite.
- Alcuni oggetti (pupazzi, astucci, ...)
- Fogli bianchi.
- Squadre a 45°,30°,60°.

CHE COSA DEVI FARE

Esperienza 1

- Metti un foglio sul tavolo e appoggia uno specchio perpendicolaramente al foglio.
- Traccia una linea lungo la base dello specchio.
- Disponi una matita davanti allo specchio, con la punta verso il basso, così da disegnare sul foglio la sua posizione.
- Metti l'altra matita dietro lo specchio, in una posizione tale che si sovrapponga all'immagine. Disegna anche questa posizione.
- Togli lo specchio e cerca di capire quali regole stanno alla base della formazione dell'immagine.



Esperienza 2

- Ripeti il tutto utilizzando due specchi disposti a libro e variandone l'angolo.

Esperienza 3

- Disponi i due specchi a 90° e osserva l'immagine di alcuni oggetti.

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Perché l'immagine si completa solo se le distanze sono uguali o estremamente simili?

LE DUE MANI PER ESSERE ALLINEATE DEVONO AVER LA STESSA DISTANZA DALLO SPECCHIO

INCLINANDO LO SPECCHIO IL RISULTATO CAMBIA?

Cambiando il punto di osservazione il risultato cambia?

L'IMMAGINE RIFLESSA SI TROVA DIETRO LO SPECCHIO, NON SULLA SUA SUPERFICIE

PER VEDERE IL RIFLESSO CI DÀ DOVE METTERE IN UN PUNTO PRECISO

Sono scaturite domande interessanti che l'insegnante dovrebbe "rilanciare" chiedendo agli studenti di progettare esperimenti adatti a trovare le risposte.

① Abbiamo notato che la luce fa una deviazione quando incontra il contenitore, quindi, da ciò deduciamo che la luce si propagata in linea retta.

- Perché sostenendosi l'oggetto, in questo caso a volte lo spillo, si vede, altre si vede parzialmente e altre ancora non si vede proprio?

riflexione. C'è stata una deviazione della luce che si propaga in linea retta.

Perché l'immagine si forma dietro?

La misconcezione secondo la quale l'immagine si forma sulla superficie dello specchio è molto radicata (il 31% degli intervistati lo pensa): anche dopo l'esperimento c'è qualcuno che non comprende il motivo per il quale l'immagine si forma dietro lo specchio.

Per questo esperimento abbiamo utilizzato un specchio semiriflettente, vale a dire che riflette l'immagine di un oggetto, ma allo stesso tempo risulta essere trasparente e permette di vedere la parte opposta rispetto a quella in cui specchiamo un determinato oggetto. [...] Tali specchi sono spesso utilizzati per realizzare le vetrine dei negozi oppure per la realizzazione dei finestrini delle auto. [...] ci siamo accorti che, sovrapponendo l'immagine riflessa su una parte dello specchio con il riflesso dello stesso oggetto dall'altra parte dello specchio, i due oggetti risultavano essere alla stessa distanza dallo specchio, formando così un'unica immagine.

[...] siamo riusciti ad osservare e confermare che l'immagine si forma sulle due parti dello specchio alla stessa distanza da esso.

L'immagine è diritta, cioè orientata come l'oggetto e si trova nella posizione simmetrica a quella dell'oggetto rispetto allo specchio.

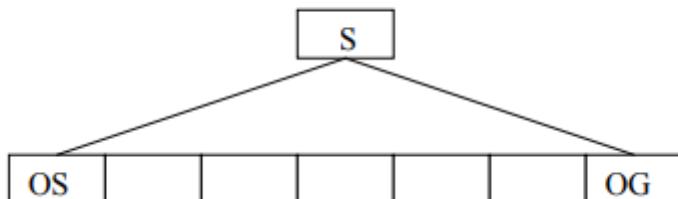
[L'immagine si forma] Circa simmetricamente dall'altra parte dello specchio rispetto all'oggetto. Dietro lo specchio.

SUGGERIMENTI

Esperimenti preliminari

Si possono proporre alcuni esperimenti semplici e veloci da realizzare, per far riflettere gli studenti.

1. Mettere uno specchio (S) sulla cattedra, posta al centro dell'aula e di fronte alla cattedra disporre alcuni banchi in fila. Posizionare un oggetto (OG) sul banco all'estrema destra: trovare il banco alla sinistra della cattedra dal quale è possibile vedere l'oggetto riflesso (OS) nello specchio.



Schematizzare la situazione e tracciare il percorso dei raggi luminosi.

SE METTO UN OGGETTO NELL'ESTREMO DI UNA SEDIA
E UNO SPECCHIO IN MEZZO, POSSO VEDERE L'IMMAGINE
RIFLESSA DALLA PARTE OPPOSTA ALL'OGGETTO.
L'OGGETTO CHE VEDO NELLO SPECCHIO HA LA STESSA MIGRAZIA
DELL'OGGETTO ORIGINALE?
L'ANNOGLIO CHE SI FORMA TRA L'IMMAGINE RIFLESSA, IL PUNTO DELL'OGGETTO
E IL PUNTO DELL'OGGETTO VEDUTO IO È CHIALE.
PERCHÉ L'ANNOGLIO È CHIALE?
COSA DENEDE UN OGGETTO PIRETETE?

SE SPOSTO LO SPECCHIO CHE SUCCIDE ALL'OGGETTO

DIPENSIAMO CHE L'IMMAGINE PROIETTALE, CON L'OGGETTO POSIZIONATO
IN UN CERTO LUOGO, VIENE VISTA DALL'ALTRA PARTE (DALL'AULA,
NELL'ALTRA CASA), CIÒ È COME SE L'IMMAGINE FOSSE
TRASPORTATA DALLA ZIMINELLA "UICE" E CHE RIMBALZASSE,
COME AVVENIVA NEL TE', E QUESTA "DELVIAZIONE" ARRIVA AGLI
OCCHI DELLA PERSONA CHE SI TROVA OPPOSTA AL POSIZIONAMENTO
DELL'OGGETTO. SPOSTANDO POI LO SPECCHIO, L'OGGETTO CAMBIA
POSIZIONE;

Il telescopio

SPECCHI PIANI - IMMAGINI

1) CONFIGURAZIONE:

OSSERO CHE I RAGGI SI MUOVONO IN LINEA RETTA E LO SPECCHIO LI RIDIREZIONA DALLA PARTE OPPOSTA.

CAMBIANDO IL PUNTO D' OSSERVAZIONE VEDO L' OGGETTO IN UN' ALTRA POSIZIONE.

abbiamo messo uno specchio nel centro della stanza e guardando da una certa angolazione abbiano visto che si vedeva

perche' solo da un certo punto si vede?

COSA INFUISCE NELLA RIUSCITA DELL'ESPERIMENTO? (LUCE?
OGGETTO?)

CHE MOVIMENTI COMPIE LA LUCE PER RIUSCIRE A FARCI VEDERE L'OGGETTO?

2. Disegnare delle frecce su un foglio, appoggiarvi verticalmente lo specchio e spostarlo avanti e indietro (volendo, si può usare una scacchiera).

Osservazioni: la mia immagine è capovolta a causa della superficie dello specchio. Perché questo accade? Ho notato anche che questa cosa avviene solo abbiano a vederci allo specchio o nell' foto non ci da fastidio e mi chiedevo se una persona che non ha mai visto nessuno di questi oggetti, non si alteri alla prospettiva vista capovolta.

② SPOSTANDO LO SPECCHIO L'IMMAGINE SI SPosta,
ALLONTANANDOSI DALLA SUPERFICIE DELLO SPECCHIO.
- PERCHE' L'IMMAGINE SI SPosta?

Utilizzando le frecce gli studenti si accorgono che lo specchio inverte la destra e la sinistra e quando ci si specchia, non ci si vede ci vedono gli altri.

Video e animazioni interessanti

- Video: Emanuele, illusionista terapeutico, <https://www.youtube.com/watch?v=fQbTsH-zASg>
- Un'animazione sugli specchi a libro, https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_zrcadla&l=it

Esperienze 1 e 2

I primi esperimenti permettono di verificare le leggi della riflessione e di capire come viene costruita l'immagine.

Esperienza 3

Quando ci si guarda allo specchio, l'immagine inverte la destra con la sinistra e il nostro viso appare rovesciato.

SPECCHI PIANI - IMMAGINI

Disponendo due specchi a libro con un angolo di 90° , la luce incidente, prima di arrivare al nostro occhio, subisce una doppia riflessione: il fascio riflesso risulta parallelo al fascio incidente.

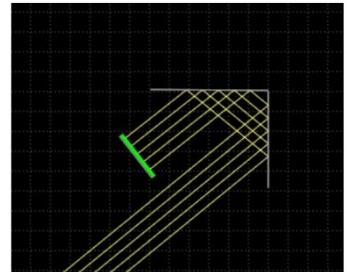
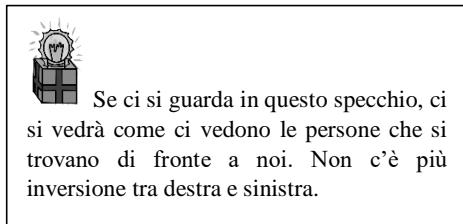


Immagine realizzata con Ray Optics Simulation
<https://phydemo.app/ray-optics/simulator/>

Foto di Stefano Oss: lo specchio invertito fa parte della mostra “I giocattoli e la scienza 25 anni dopo” - 2017 – LCSF e Level Up

Il Laser Ranging Retroreflector (LRR)

Nel 1969, l'equipaggio di Apollo 11 installò sulla Luna un primo specchio catarifrangente. Le missioni successive implementarono il sistema, aggiungendo altri specchi riflettori posti a cubo d'angolo, che consentono a un raggio laser di essere riflesso parallelamente al raggio incidente.

Il sistema riflettore che si trova sulla Luna permette così di misurare la distanza Terra – Luna, tramite la misura della distanza percorsa in andata e in ritorno da una serie di raggi laser, che vengono inviati e osservati nel loro percorso grazie a sofisticati sensori posti sulla Terra.

Nonostante i raggi laser abbiano il vantaggio di rimanere focalizzati per grandi distanze, c'è una dispersione del raggio di circa 7 chilometri di diametro quando esso raggiunge la Luna e di 20 chilometri di diametro, quando torna sulla Terra. Per questo motivo le osservazioni vengono effettuate per diverse ore. Mediando sul segnale, la distanza dalla Luna può essere misurata con una precisione di circa 3 centimetri.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Apollo 14 mission - Lunar and Planetary Institute, USRA,

https://www.lpi.usra.edu/lunar/missions/apollo/apollo_14/experiments/lrr/index.shtml

SPECCHI PIANI – LE LEGGI DELLA RIFLESSIONE

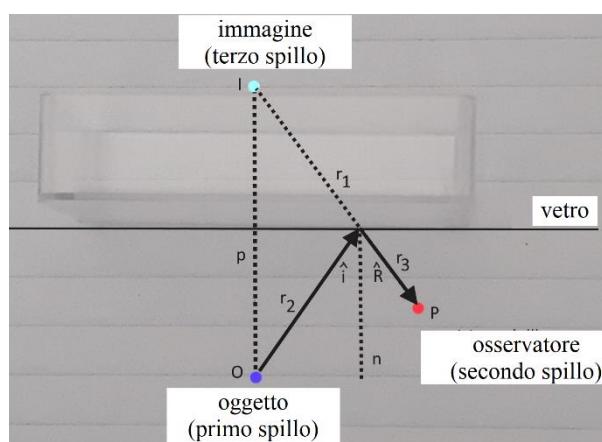
Le leggi della riflessione

CHE COSA TI SERVE

- Il vetro di un portafoto o il coperchio trasparente di una scatola di cioccolatini.
- Alcuni spilli.
- La torcia dello smartphone.

CHE COSA DEVI FARE

- Posiziona il vetro verticalmente su un quaderno e traccia la linea lungo la sua base;
- fissa uno spillo in una posizione a piacere e indica questo punto con la lettera O;
- illumina il vetro con lo smartphone in modo tale da vedere lo spillo riflesso;
- fissa un secondo spillo davanti al vetro, in una posizione a piacere, individuata dal punto P, corrispondente alla posizione dell'osservatore;
- fissa un terzo spillo, dietro al coperchio, in corrispondenza dello spillo riflesso (indicare questo punto con la lettera I);
- sposta il vetro, traccia le linee p, r₁, r₂, r₃, n indicate in figura, misura le distanze di O e I dallo specchio e gli angoli \hat{i} e \hat{R} :



- ripeti il tutto variando il punto P di osservazione.

SPECCHI PIANI – LE LEGGI DELLA RIFLESSIONE

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

la luce cambia la sua direzione quando passa da un mezzo trasparente ad un'altro, e l'angolazione di questo è influenzata da angolo di incidenza e dall'indice di riflessione (per esempio anche cambiando ogni mezzo trasparente),

la velocità della luce varia nel passaggio di diversi mezzi, cambia la direzione e l'angolo rifratto
Sappiamo quindi che più la luce è lenta più diminuirà l'angolo rifratto viceversa se è più veloce l'angolo aumenterà.

Da alcuni commenti risulta chiaro che qualche insegnante ha proposto l'esperimento dopo aver spiegato l'argomento dal punto di vista teorico.

- L'angolo di riflessione è sempre minore di quello d'incidenza?
(avvenire liquido-raggio incidenza aria)
Con un'altra configurazione, ovvero con l'angolo di 0° gradi rispetto alla normale, il raggio riflettito di riflessione coincide con quello d'incidenza e quello di rifrazione corrisponde alla normale.
- Cosa succede se laser non percorre il foglio?

- perché il laser cambia direzione?
- dipende dal tipo di mezzo?

Durante questo esperimento abbiamo studiato la variazione dell'angolo di riflessione al variare dell'angolo di incidenza. Ho potuto osservare, utilizzando un goniometro e posizionando su quest'ultimo lo specchio piano perpendicolarmente al raggio di luce ottenuto da una sorgente luminosa, considerato come una normale, che variando l'angolo di incidenza variava in maniera totalmente analoga anche l'angolo di riflessione. Utilizzando, poi, il laboratorio virtuale, ho osservato in maniera ancora più precisa questo fenomeno, misurando precisamente l'ampiezza degli angoli.

Nell'esperimento con lo specchio piano e la sorgente luminosa ho osservato che il raggio riflesso si forma alla stessa distanza dalla normale del raggio incidente, mentre il raggio rifratto si forma alla metà della distanza del raggio incidente.

Ho notato che gli angoli di riflessione e di incidenza sono sempre uguali.

Ho osservato che la luce viene riflessa con la stessa intensità e non può superare un angolo di 180 gradi.

Ho osservato che l'angolo del raggio riflesso e di quello rifratto rispetto alla normale sono diversi.

SUGGERIMENTI

Ripetendo l'esperimento, variando la posizione del punto P di osservazione, si noterà che la posizione dell'immagine non cambia.

L'esperimento permette di dedurre le leggi della riflessione, perché si osserva facilmente che, per ogni punto P:

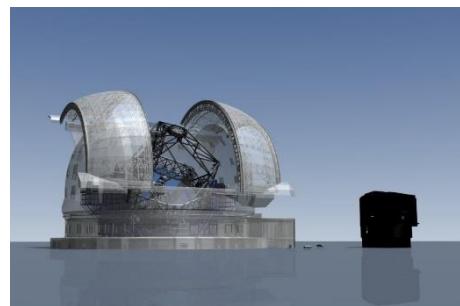
- i punti O e I sono simmetrici rispetto alla linea che individua lo specchio;
- gli angoli di incidenza e riflessione sono uguali $i = \hat{R}$;
- il raggio incidente, il raggio riflesso e la normale allo specchio, giacciono nello stesso piano.



al posto degli spilli, si possono usare delle viti uguali tra loro, appoggiate con la testa sul piano d'appoggio

SPECCHI CURVI

L'ELT (Extremely Large Telescope) dell'ESO, che entrerà in funzione nel 2024, avrà un sistema ottico costituito da almeno cinque specchi. Lo specchio principale, di forma concava, ha un diametro di 39 m ed è costituito da quasi 800 segmenti esagonali.



Fotografia prodotta dall'European Southern Observatory (<https://www.eso.org/public/>).

RIFLETTI

Perché nei telescopi si utilizzano specchi curvi?
Conosci degli specchi che, per la loro funzione, sono curvi?

Specchi d'uso comune

per casa

CHE COSA DEVI FARE

- Procurati un cucchiaio e guarda la tua immagine riflessa: avvicinalo e allontanalo, quindi giralo.
- Osserva lo specchietto retrovisore dell'automobile e l'immagine che vi si forma.
- Leggi il brano *Specchio delle mie brame*².
- Guarda il video *Specchi ustori* su YouTube, https://www.youtube.com/watch?v=hHUY_yiMAVQ



² Defrancesco S. e Oss S., *Scoprire la fisica quotidiana. Itinerari per imparare divertendosi*, Erickson 2006

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Utilizzando uno specchio concavo più grande e mettendosi alla stessa distanza che c'era tra me e il cucchiaio. Cambia il tipo di immagine? Perché l'immagine risulta sempre capovolta?

Invece, durante la seconda parte dell'esperimento, mentre tenevo il cucchiaio come se fosse stato uno specchio convesso, ho notato che la mia immagine risultava rimpicciolita e diritta. Perché non risulta rovesciata sotto sopra anche quest'immagine?

↳ gli specchi convessi ampliano il campo visivo
Il modo in cui l'immagine appare dipende dal tipo di specchio e dalla posizione dell'oggetto rispetto ad esso.

DOMANDE:

Perché nella parte concava l'immagine è capovolta?

Osservando la mia immagine riflessa nel cucchiaio, noto che quest'ultima risulta essere capovolta nella parte concava del cucchiaio. Inoltre, essa si rimpicciolisce e non risulta essere ben definita. Avvicinando o allontanando il cucchiaio la mia immagine rispettivamente si ingrandisce e si rimpicciolisce. La mia immagine riflessa nella parte convessa del cucchiaio risulta, invece, essere diritta. Quando allontano o avvicino il cucchiaio l'immagine si rimpicciolisce o ingrandisce.

[...] Probabilmente ciò è dovuto alla superficie concava e convessa del cucchiaio stesso, che riflette i raggi, e quindi l'immagine, in maniera diversa.

L'immagine riflessa dal cucchiaio nella parte concava ci appare deformata, ingrandita al centro e rimpicciolita ai bordi e capovolta sia in orizzontale sia in verticale. Nella parte convessa invece l'immagine viene sempre deformata ma resta diritta.

Nella parte esterna: avvicinandolo l'immagine di me stesso si ingrandisce ed è diritta nella parte interna: avvicinandolo l'immagine di me stesso si ingrandisce, però la figura si rovescia.

La parte esterna del cucchiaio, quella convessa, l'immagine è diritta ma deformata, è più grande. La parte interna, quella concava, l'immagine è capovolta orizzontalmente e verticalmente.

SPECCHI CURVI

Il video

[...] Ne avevo già sentito parlare in quanto l'agenzia spaziale europea ha un sistema di 55 specchi ustori che utilizza per creare altissime temperature creando una specie di raggio della morte, questo viene utilizzato per testare materiali in grado di sopravvivere a viaggi spaziali trovando sempre quelli più resistenti. Il fuoco indica il punto in cui i singoli raggi formanti un fascio di radiazioni elettromagnetiche distinte si incontrano in un solo punto.

[...] Mai avevo sentito parlare di specchi ustori e mai ne ho visti nella mia vita. Tuttavia, grazie alla spiegazione del video che risulta essere precisa e lineare, ho capito cosa siano e come funzionano. In particolare, il “fuoco” di uno specchio curvo è il punto in cui i raggi di luce vengo convogliati dallo specchio parabolico.

[...] Il fuoco è il punto in cui dei raggi paralleli, dopo essere stati riflessi, tendono a “riunirsi”.

[...] ho capito la spiegazione di che cos’è il fuoco.

[...] La spiegazione è abbastanza chiara e da questo ho capito che il fuoco è il punto in cui vengono convogliati i raggi inizialmente incisi sul primo specchio e successivamente riflessi sul secondo.

[...] Non ho capito bene cos’è il fuoco di uno specchio curvo.

[...] Il fuoco di uno specchio curvo è dove si incontrano i raggi e si trova davanti allo specchio.

CHE COSA TI SERVE

- GeoGebra;
- due fogli di cartoncino;
- forbice;
- colla;
- piccoli specchi piani (a L o con supporto);
- torcia.

CHE COSA DEVI FARE

- Apri GeoGebra.
- Disegna una semicirconferenza di raggio R.
- Disegna una parabola avente distanza focale $f = \frac{R}{2}$.
- Stampa le due figure e incollale su cartoncino.
- Ritaglia le due figure così da realizzate un profilo circolare e un profilo parabolico.
- Appoggia ciascun profilo su un supporto alto quanto i supporti degli specchietti.
- Disponi gli specchi prima lungo un profilo.
- Oscura l'ambiente.
- Illumina gli specchi con la torcia.
- Osserva come vengono riflessi i fasci di luce.
- Ripeti il tutto utilizzando l'altro profilo.

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Osservando l'esperimento si nota che allineando gli specchi lungo la parabola, i fasci di luce riflessi da questi convergeranno verso il fuoco della parabola; Se invece si prova ad allinearli lungo il semicerchio, i fasci di luce convergeranno sul centro di esso. Inoltre saranno più propensi a convergere sui due punti con l'allontanarsi del raggio di luce proveniente dalla torcia e saranno meno propensi con l'avvicinarsi di essa.

non mi è ben chiaro secondo quale principio i raggi riflessi sembrano andare verso F o C quando la luce viene allontanata.

Ho inoltre potuto notare che allontanando la torcia, i fasci si vedevano meglio, ho poi provato a ridurre il raggio della torcia, chiudendola con due dita, e ho potuto vedere che i raggi divenivano più nitidi. Inoltre ho constatato che, a seconda di dove la torcia viene puntata, alcuni raggi riflessi passano per C, altri no. Perché disponendo alcuni specchietti sulla semicirconferenza solo i raggi riflessi di quelli centrali arrivano in C?

Perché i fasci di luce degli specchi vanno verso F anche se gli specchi si trovano sulla circonferenza?

I fasci di luce si riflettono in direzione di F solo se la torcia si allontana, oppure la direzione è la stessa anche con la torcia più vicina ma noi non lo abbiamo notato perché si sovrapponevano troppo? Più semplicemente cambiano direzione se la luce si allontana o si avvicina?

Perché si riflettono verso C solo se la luce viene posta da una o dall'altra parte? Gli altri no?

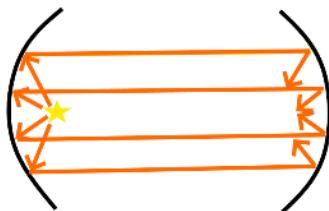
SUGGERIMENTI

Ci sono specchi curvi che rimpiccioliscono l'immagine e specchi curvi che la ingrandiscono. Lo specchio da barba, il cucchiaio, gli specchi dei telescopi riflettori astronomici sono concavi, mentre gli specchietti retrovisori e gli specchi posti agli incroci sono esempi di specchi convessi.

Uno specchio interessante è quello a sezione parabolica, migliore di quello a sezione sferica, perché non dà aberrazione: i raggi di luce paralleli all'asse ottico si riflettono e convergono tutti in un punto, detto fuoco e, viceversa, i raggi di luce emessi da un oggetto disposto nel fuoco, dopo la riflessione, vengono proiettati all'infinito parallelamente all'asse.



Le leggi della riflessione su uno specchio piano valgono anche per specchi a superficie curva: la riflessione in questo caso avviene punto per punto e la forma dello specchio diventa determinante per la formazione dell'immagine.



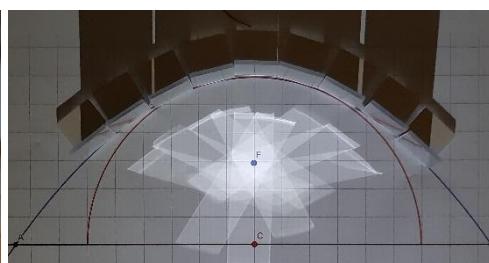
La leggenda narra che Archimede avesse usato enormi specchi ustori per difendere la città di Siracusa, colonia greca, dagli attacchi via mare dei Romani durante la seconda guerra punica (218-210 a.C.). Di certo studiò le proprietà focali della parabola e questi studi vennero successivamente sfruttati da Leonardo da Vinci per progettare un grande specchio parabolico in grado di sfruttare l'energia solare per far bollire l'acqua.

Ai giorni nostri gli specchi parabolici hanno vari impieghi: realizzazione di antenne, impiego in astronomia per la costruzione di telescopi, utilizzo nelle centrali solari termiche e altro ancora.

Per realizzare a mano le varie costruzioni, è sufficiente disegnare due raggi opportuni:

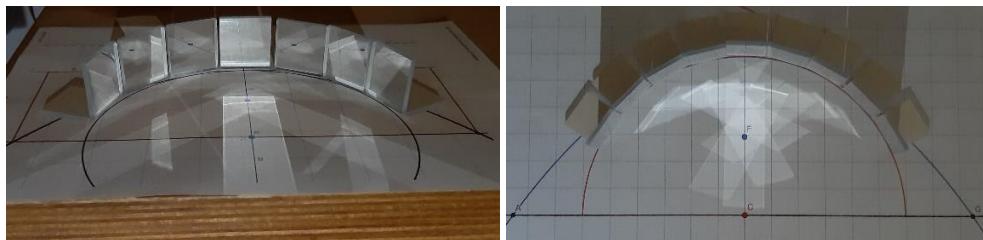
	Specchio parabolico concavo	Specchio parabolico convesso
Il raggio incidente parallelo all'asse	viene riflesso nel fuoco	viene riflesso cosicché il suo prolungamento passi per il fuoco
Il raggio incidente passante per il centro	viene riflesso e si sovrappone a quello incidente	viene riflesso e si sovrappone al prolungamento di quello incidente

L'esperimento con gli specchietti permette di verificare che, se il profilo è parabolico, tutti i raggi si riflettono nel fuoco della parabola.



SPECCHI CURVI

Se invece il profilo circolare, vengono riflessi nel fuoco solo i fasci incidenti sugli specchi che si trovano molto vicini all'asse di simmetria.

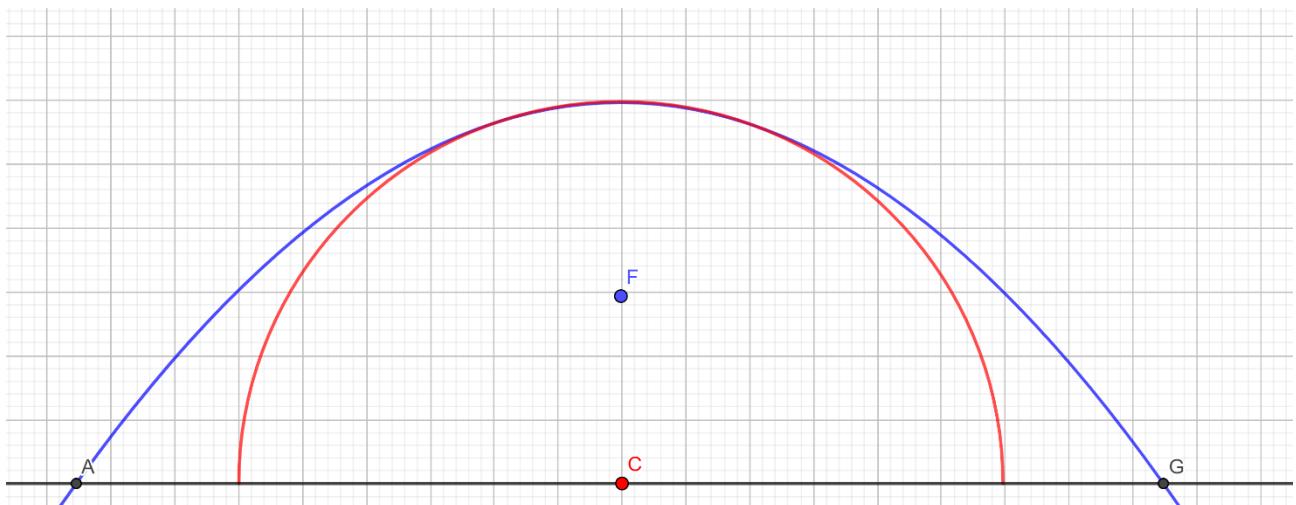


Profilo circolare e parabolico realizzati con GeoGebra



Per migliorare l'effetto, si consiglia di utilizzare un numero maggiore di specchi, di larghezza minore.

Volendo, si possono provare altre configurazioni, per esempio con un profilo iperbolico.



si consiglia di stampare l'immagine su un foglio A3 e di utilizzare molti specchietti.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

<https://fisicaperlaScuola.wordpress.com/2018/05/18/specchi-ustori/>

Bocci et. al., *Fisica – i colori dell'universo*, Petrini

Il telescopio

LA RIFRAZIONE

Lenti gravitazionali nell'ammasso di galassie Abell³ 1689; gli effetti della lente sono dei sottili archi luminosi, visibili quando si ingrandisce l'immagine.



NASA, <https://hubblesite.org>

RIFLETTI

Le lenti gravitazionali sono distribuzioni di materia in grado di curvare la traiettoria della luce. Gli effetti sono deformazioni apparenti dell'immagine dei corpi celesti. Un po' come accade per i miraggi.

Nel caso dei miraggi e delle Fate Morgane, che cosa fa deviare la luce?

<https://www.youtube.com/watch?v=BCoQR5NB7U0&list=PLpkXLf6Zhdx3SQWVlk3uGk3HN1gbrqUhY&index=5>

CHE COSA TI SERVE

- Uno smartphone.
- Una scatolina a forma di parallelepipedo trasparente (come quelle che contengono i tappi auricolari o i cioccolatini).
- Acqua.
- Goniometro.
- Nastro adesivo.
- Forbice.
- Cartoncino.
- Ambiente oscurabile.
- Foglio bianco.
- Matita e righello.

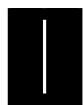
CHE COSA DEVI FARE

- Misura il lato lungo della scatolina e individuane la metà.
- Disponila sul foglio di carta e traccia i contorni della scatolina.

³ La foto d'apertura è di pubblico dominio, della NASA, <https://hubblesite.org/>, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=112200>

LA RIFRAZIONE

- Ritaglia due piccoli rettangoli di cartoncino e fissali alla torcia del tuo smartphone in modo tale da realizzare una fenditura.



- Ritaglia un rettangolo di dimensioni paragonabili a quelle dello smartphone e pratica una fenditura verticale; quindi, piega leggermente a libro la base del cartoncino, cosicché possa rimanere in posizione verticale, a 5-6 cm di distanza dalla scatolina.

- Versa dell'acqua nella scatolina.

- Oscura la stanza.

- Accendi la torcia dello smartphone e punta il fascio verso la fenditura presente nel cartoncino, in modo tale che la lama di luce punti verso il punto medio della base della scatola.

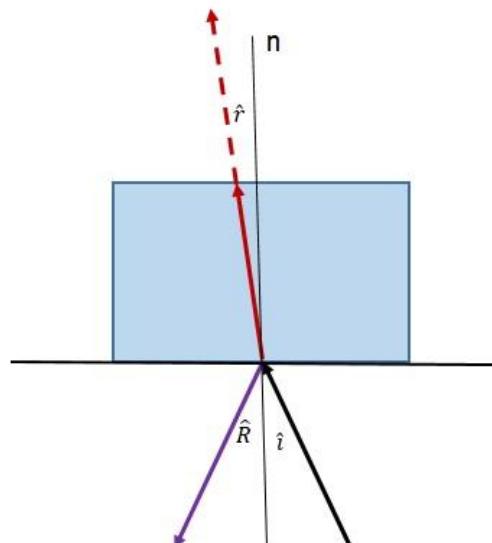
- Vedrai alcuni raggi: un raggio incidente, un raggio riflesso e un raggio interno alla scatolina.

- Segna con la matita due punti per ciascun raggio, seguendo le indicazioni dell'insegnante, così da poterne poi ricostruire il disegno.

- Accendi la luce e togli la scatolina dal foglio.

- Utilizza il righello per tracciare i raggi incidente, riflesso e rifratto.

- Misura gli angoli indicati.
- Ripeti l'esperienza variando l'angolo di incidenza.



LA RIFRAZIONE

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Si sono notati il raggio incidente e quello riflesso e come si applica la legge della riflessione. Successivamente abbiamo scattato e stampato delle foto. Sulle stampe delle foto abbiamo tracciato una retta perpendicolare passante per l'angolo incidente e quello rifratto. In seguito abbiamo misurato l'ampiezza degli angoli alfa e beta con un goniometro.

In tutti i casi osservati alfa è sempre stato maggiore di beta. Con questi dati siamo riusciti a calcolare il rapporto tra il seno di alfa e il seno di beta, che in media risulta 1,25.

Domande: non ho capito perché abbiamo calcolato questo rapporto. C'è un numero fisso fra questi due?

Dopo aver potuto misurare gli angoli con il goniometro sul foglio di carta, ho notato come al variare dell'angolo di incidenza varia anche quello di rifrazione, quindi è come se ci fosse una proporzionalità diretta e quindi un rapporto costante. Nel momento in cui infatti con la torcia del telefono spostavo l'angolo di incidenza sullo specchio, l'angolo di rifrazione era maggiore.

a	β
28°51'	21°48'
34°21'	28°31'
43°21'	26°36'
35°11'	29°

Per questa esperienza ci siamo serviti di una scatola riempita d'acqua e un puntatore laser. Puntando il laser sulla vaschetta era possibile vedere il raggio riflesso e quello rifratto passante attraverso la vaschetta. Quindi, abbiamo calcolato gli angoli α e β tracciando una retta perpendicolare al lato lungo della vaschetta.
 α corrisponde all'angolo tra la perpendicolare e il raggio incidente
 β corrisponde all'angolo tra la perpendicolare e il raggio rifratto

Qualcuno non capisce il motivo per il quale l'insegnante ha chiesto di calcolare il rapporto tra il seno dei due angoli misurati. L'insegnante ne conosce il significato fisico, ma forse qualche studente si è perso qualche passaggio: al variare dell'angolo di incidenza, varia l'angolo di rifrazione: come sono legati i due angoli? Possiamo misurare delle grandezze legate a questi angoli? Se gli studenti non conoscono le funzioni trigonometriche, si può lavorare con i triangoli.

LA RIFRAZIONE

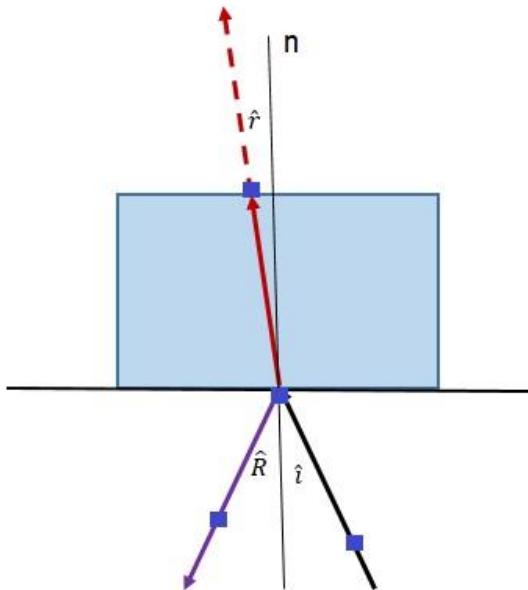
SUGGERIMENTI

Un'animazione sulla rifrazione:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_lom_vlneni&l=it

L'esperimento

I punti da individuare, per tracciare i raggi, sono quelli indicati con il quadratino blu:



Se si preferisce evitare l'uso della funzione seno, è possibile disegnare una circonferenza centrata nel punto di incidenza e verificare che il rapporto tra i cateti minori dei triangoli rettangoli individuati è costante.

Misurando più angoli di incidenza e rifrazione è possibile verificare che il rapporto tra i rispettivi seni è costante e, entro le incertezze sperimentali, fornisce il valore dell'indice di rifrazione dell'acqua.

Naturalmente, si può eseguire l'esperimento utilizzando la classica mezzaluna cava, se disponibile.

Il telescopio

LE LENTI SOTTILI

Nei primi anni del Seicento, i cannocchiali erano costituiti da un tubo di ottone e due lenti, una convergente e una divergente, alle estremità.

Permettevano 2 o 3 ingrandimenti.

Nel 1609 Galileo realizzò un cannocchiale che consentiva 30 ingrandimenti utili combinando più lenti, ma c'era un problema: più la lente divergente (oculare) era potente, più si stringeva il campo visivo.

Nel 1611 Keplero sostituì la lente oculare divergente del cannocchiale di Galileo con una convergente così da avere un campo visivo più ampio e un numero di ingrandimenti maggiore. In questo modo però l'immagine appariva ribaltata.

RIFLETTI

Che differenza c'è tra una lente convergente e una lente divergente?

CHE COSA TI SERVE

- Lenti convergenti e divergenti con supporti, oppure occhiali per presbiopia.
- Uno schermo bianco (si può usare un libro o un dizionario).
- Smartphone.
- Riga da disegno.
- Tavolo o scatola rigida abbastanza grande.
- Oggetto di vetro che permetta il passaggio della luce, nel quale siano facilmente individuabili la parte alta e la parte bassa (per esempio una boccetta per profumo).



CHE COSA DEVI FARE

Ricorda lente, oggetto e torcia dovranno essere sempre posizionati sul tavolo, lungo una linea retta.

- Per prima cosa determina la posizione del fuoco della lente. Esponi la lente alla luce del Sole, in modo tale che la sua superficie sia perpendicolare alla direzione dei raggi di Sole e, aiutandoti con un cartoncino, cerca la posizione nella quale la luce viene concentrata, ossia del punto che viene chiamato fuoco. Misura quindi la distanza di questo punto dalla lente.
- Posiziona la lente sul tavolo e riporta la distanza lente-fuoco sia alla sua destra che alla sua sinistra, in modo da individuare i due fuochi.
- Disponi l'oggetto tra il fuoco e la torcia e segna la posizione sul tavolo, con una matita.

In viaggio attraverso la fisica

LE LENTI SOTTILI

- Utilizza il libro per raccogliere l'immagine e fermati nella posizione in cui essa appare nitida. Usa la matita per individuare anche questa posizione.
- Misura le distanze oggetto-lente e lente-immagine.



- Varia la posizione dell'oggetto e completa la tabella.

Distanza oggetto – lente	Distanza lente – immagine

LE LENTI SOTTILI

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Abbiamo poi utilizzato il bicchiere ed un foglio di carta bianco: abbiamo posizionato il foglio di carta davanti alla lente, verso il muro, e il bicchiere tra il secondo fuoco e la torcia. Muovendo la torcia abbiamo trovato il punto in cui si poteva osservare l'immagine del bicchiere: questa risultava capovolta.

Nella seguente tabella inserisco i dati trovati con 2 misurazioni differenti:

F (fuoco)	p (distanza lente-oggetto)	q (distanza lente-immagine)
73	76	67
73	90	55

Le mie perplessità:

- Perché il fuoco rimane sempre nello stesso punto, nonostante le distanze aumentino e le misure ed i punti cambino?

Quest'immagine sarà più nitida o meno con l'allontanarsi dell'oggetto dalla lente e con l'avvicinarsi dello schermo ad essa.

Cosa accade se il mezzo che viene attraverso è olio o acqua?

Se l'oggetto è molto vicino alla lente cambia qualcosa?

Cosa accade se viene usata una lente divergente?

Ho visto che si può ricavare una formula con i dati di f, p e q, ma non ho capito come.

LE LENTI SOTTILI

SUGGERIMENTI

Si considerano lenti sottili, per le quali:

- le calotte che costituiscono le lenti sono piccole rispetto al raggio della sfera di appartenenza;
- gli angoli di incidenza e rifrazione sono piccoli ($\tan\theta \approx \sin\theta \approx \theta$).



Una lente è un sistema ottico costituito da tre mezzi: aria-vetro-aria.

Per le lenti sottili vale la legge dei punti coniugati:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

È possibile ricavare il valore di f in modi diversi, così da poterne confrontare i valori ottenuti con il valore ottenuto sperimentalmente all'inizio dell'esperimento:

1. utilizzare l'equazione dei punti coniugati, calcolare i valori $\frac{1}{f}$ al variare delle distanze dell'oggetto dalla lente, e calcolare il valor medio;
2. ricavare $\frac{1}{f}$, e quindi f , per via grafica, ponendo $x = \frac{1}{p}$ e $y = \frac{1}{q}$. Riportando le coppie (x, y) nel piano cartesiano, infatti, si ottiene una retta la cui intercetta con l'asse delle ordinate rappresenta proprio il reciproco della focale: $y = -x + \frac{1}{f}$

Meglio utilizzare lenti con focale lunga, tipo quelle degli occhiali da presbite.



Per individuare la focale utilizzando come sorgente il Sole, è necessario osservare le opportune misure di sicurezza.

Un'animazione: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_ohnisko&l=it

Il telescopio

Sequenza: Come funziona un telescopio?

Domanda stimolo

Per introdurre la sequenza, l'insegnante può porre domande come questa: quali fattori considerare per l'acquisto di un telescopio?

Domande guida

- Da che cosa dipende l'ingrandimento?
- Un buon telescopio deve avere un fattore di ingrandimento alto?
- Che cosa si può fare per aumentare la luminosità?

Attività o esperimenti proposti

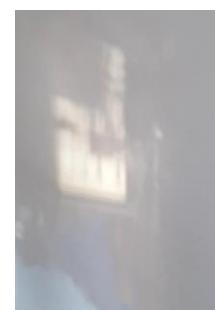
- La formazione dell'immagine.
- Costruzione di un telescopio.

Le schede con le descrizioni dettagliate sono riportate di seguito.

LA FORMAZIONE DELL'IMMAGINE⁴

Utilizzando un telescopio, si formano immagini reali e virtuali.

Le immagini reali possono essere “raccolte” su uno schermo.



RIFLETTI

È così anche per le immagini virtuali?

Che differenze ci sono tra immagini virtuali e immagini reali?

Dove si forma l'immagine reale quando osservi qualcosa attraverso il telescopio?

CHE COSA TI SERVE

Simulazioni interattive realizzate da Paolo Caresia:

- Specchi concavi e convessi ideali: <https://www.geogebra.org/m/sft2yhf>
- Specchi reali e specchio parabolico: <https://www.geogebra.org/m/h6k9kmzr>
- Formazione dell'immagine per lenti sottili: <https://www.geogebra.org/m/qckmnwfb>

CHE COSA DEVI FARE

Consigli per l'uso

- La freccia rossa indica la posizione e le dimensioni dell'oggetto.
- La linea azzurra spessa indica la posizione dello specchio o della lente. Il vertice o il centro coincide con l'origine degli assi.
- L'asse delle ascisse rappresenta l'asse ottico.
- La lettera “C” indica il centro per gli specchi sferici.
- “F” indica il punto focale, il fuoco (per le lenti sono 2).

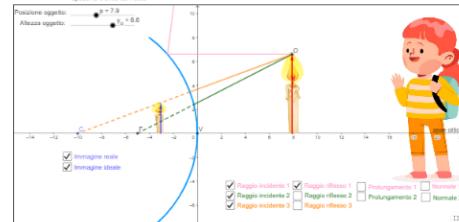
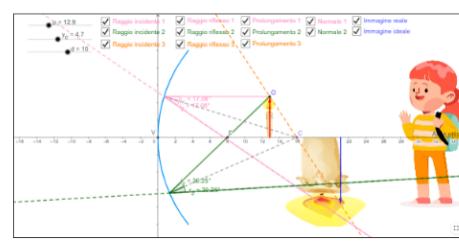


Immagine di Paolo Caresia

⁴ Si ringrazia Paolo Caresia per aver condiviso animazioni e schede.

LA FORMAZIONE DELL'IMMAGINE

Completa la tabella.

Simbolo	Significato	Valore positivo indica...	Valore negativo indica...
r	Raggio (per specchi sferici)		
f	Distanza focale		
p	Distanza dell'oggetto dallo specchio o dalla lente		
y_o	Altezza dell'oggetto		
q	Distanza dell'immagine dallo specchio o dalla lente		
y'	Altezza dell'immagine		
m	Ingrandimento		

Se il valore assoluto dell'ingrandimento è maggiore di 1, l'immagine è ingrandita; se il valore assoluto dell'ingrandimento è minore di 1, l'immagine è rimpicciolita.

Che cosa si può fare

- Utilizzando gli slider in alto, modifica la posizione e la dimensione dell'oggetto (clicca sul punto e muovilo lungo il segmento).
- Mettendo o togliendo la spunta sulle caselle puoi disegnare o cancellare i raggi incidenti, quelli riflessi o rifratti e l'immagine.
- Le caselle di testo indicano il valore degli altri parametri, calcolati utilizzando delle opportune equazioni.

Che cosa osservare e come usare l'animazione

Parti senza nessun raggio disegnato, quindi scegli la dimensione e la posizione dell'oggetto.

- Disegna due dei tre raggi a scelta.
- Disegna l'immagine per vedere quali sono le sue caratteristiche (diritta o capovolta, ingrandita o rimpicciolita, reale o virtuale). Se necessario, si possono disegnare i prolungamenti dei raggi per individuare un'immagine virtuale.
- Verifica se i valori teorici mostrati nelle caselle di testo coincidono con quelli deducibili dal disegno.
- Nel caso degli specchi sferici, che cosa puoi notare?
- Usa i file sugli specchi sferici ideali: c'è corrispondenza tra i valori teorici riportati nelle caselle di testo e quelli visibili nel disegno?

Ripeti il procedimento mettendo l'oggetto in un'altra posizione. Puoi anche spostare l'oggetto senza cancellare i raggi, per vedere come cambia l'immagine.

LA FORMAZIONE DELL'IMMAGINE

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Osservazioni:

- in uno specchio sferico concavo, non si tratta di immagine reale bensì di immagine ideale perché, come abbiamo osservato, i tre raggi riflessi non si incontrano nello stesso punto, due raggi in un punto, altri due in un altro, quindi l'immagine reale si forma nella prossimità degli incontri e risulta nitida.
- In uno specchio sferico convesso l'immagine risulta rimpiccioluta e deformata (quindi nella realtà non è nitida) per il fatto che anche in questo caso i tre raggi non convergono nello stesso punto, di conseguenza il programma stabilisce un'immagine ideale. Tuttavia, non mi è chiaro se l'immagine sia virtuale o reale, visibilmente è dietro lo specchio, ma nel programma c'è scritto 'immagine reale'. Dunque, la mia domanda è: l'immagine non è reale - quindi è virtuale - per il fatto che essa non è posizionata sul punto d'incontro dei raggi riflessi?
- In uno specchio sottile convergente l'immagine sembra virtuale perché, rispetto alla provenienza dei raggi, è dietro alla lente; ma questa è una lente simmetrica, dunque non esiste un "dietro". L'immagine è sempre reale.
- Con specchi convessi non si possono formare immagini reali. Perché?

LA FORMAZIONE DELL'IMMAGINE

SUGGERIMENTI

La scheda originale di questa esperienza e le relative animazioni GeoGebra sono state realizzate e gentilmente messe a disposizione da Paolo Caresia.

Indicazioni generali

Queste animazioni permettono di costruire i raggi fondamentali che individuano l'immagine di un oggetto, formata attraverso specchi sferici o lenti (fare riferimento al nome del file per capire di quale strumento ottico si tratta). È possibile spostare l'oggetto e cambiare le sue dimensioni per verificare come cambia l'immagine.

Simbolo	Significato	Valore positivo indica...	Valore negativo indica...
r	Raggio (per specchi sferici)	Sempre positivo	//
f	Distanza focale	Specchio concavo oppure lente convergente	Specchio convesso oppure lente divergente
p	Distanza dell'oggetto dallo specchio o dalla lente	Sempre positivo	//
y_o	Altezza dell'oggetto  Di solito l'oggetto viene disegnato come una freccia con la punta rivolta verso l'alto.	Oggetto rivolto verso l'alto	Oggetto rivolto verso il basso (di solito non si disegna così)
q	Distanza dell'immagine dallo specchio o dalla lente	Immagine reale	Immagine virtuale
y'	Altezza dell'immagine  Fare riferimento a un oggetto rivolto verso l'alto, altrimenti i segni si invertono. In generale l'immagine è diritta se ha lo stesso segno dell'oggetto, altrimenti è capovolta.	Immagine diritta	Immagine capovolta
m	Ingrandimento  Se il valore assoluto dell'ingrandimento è maggiore di 1, l'immagine è ingrandita; se il valore assoluto dell'ingrandimento è minore di 1, l'immagine è rimpiccioluta.	Immagine diritta	Immagine capovolta

LA FORMAZIONE DELL'IMMAGINE

Nel caso degli specchi sferici, si nota che i tre raggi non passano esattamente per un unico punto (lo fanno con ottima approssimazione in certi casi, soprattutto se l'oggetto non è troppo alto). Si ricordi che le costruzioni fatte sono valide nell'ipotesi che lo specchio sferico sia “abbastanza piatto”. Si possono quindi usare i file sugli specchi sferici ideali, in cui essi sono talmente piatti che sono rappresentati da un segmento, invece che da un arco di circonferenza. Verificare che in questo caso c'è corrispondenza tra i valori teorici riportati nelle caselle di testo e quelli visibili nel disegno.

La parola ai nostri insegnanti:

«ho fatto inventare esercizi per la costruzione dell'immagine, la posizione e l'ingrandimento con autocorrezione usando l'app»



Per la costruzione dell'immagine, si può utilizzare l'animazione per controllare se la rappresentazione fatta a mano è corretta.

Viceversa, si può scegliere dal libro di testo qualche esercizio e, prima di farlo risolvere analiticamente, proporre alla classe di risolverlo utilizzando le animazioni.

COSTRUZIONE DI UN TELESCOPIO GALILEIANO

«E prima di tutto mi procurai un tubo di piombo, alle cui estremità applicai due lenti, entrambe piane da una parte, dall'altra invece una convessa e una concava; accostando poi l'occhio alla concava, scorsi gli oggetti abbastanza grandi e vicini, poiché apparivano tre volte più vicini e nove volte più grandi di quanto si guardavano con la sola vista naturale. Dopo me ne preparai un altro più esatto, che rappresentava gli oggetti più di sessanta volte maggiori. Finalmente, non risparmiando fatica né spesa alcuna, sono giunto a tal punto da costruirmi uno strumento così eccellente, che le cose vedute per mezzo di esso appariscono quasi mille volte più grandi e più di trenta volte più vicine che se si guardino con la sola facoltà naturale»

Dal *Sidereus Nuncius* di G. Galilei

RIFLETTI

Si può costruire un telescopio con una sola lente?

I telescopi forniscono un'immagine ingrandita?

Quali sono i vantaggi nell'uso di un telescopio?

CHE COSA TI SERVE

- Una lente con focale da -30 mm
- Una lente con focale da +150 mm
- Tubi di cartone di dimensioni opportune.
- Un cartoncino.

CHE COSA DEVI FARE

- Metti la lente di lunghezza focale da -30 mm vicino al tuo occhio e utilizza l'altra lente per mettere a fuoco un oggetto lontano.
- Come appare l'immagine?
- Misura la distanza tra le due lenti.
- Utilizza i tubi di cartone, il cartoncino (con il quale realizzerai un diaframma) e le lenti per costruire il tuo telescopio.

COSTRUZIONE DI UN TELESCOPIO GALILEIANO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

In quest'esperienza abbiamo provato a costruire il telescopio galileiano. Ci siamo serviti di un cartoncino, una lente con focale da -30mm e una da +150mm. Prima di tutto abbiamo trovato la giusta distanza focale, posizionando le lenti distanti tra loro, tali che le immagini apparissero nitide. La nostra era di 20 cm. Con questa misura abbiamo tagliato un cartoncino che abbiamo arrotolato a forma di cono in modo tale da poter posizionarci le lenti. Abbiamo notato che l'immagine risultava diritta, nitida e più grande.

Tuttavia ho una perplessità, a tratti l'immagine sembrava ingrandita, mentre ad altri no, questo è dovuto alla variazione della distanza tra le due lenti?

Eseguendo lo stesso esperimento ma ponendo un diaframma ho notato che l'immagine è meno luminosa, più nitida rispetto a prima, ma meno dettagliata.

COSTRUZIONE DI UN TELESCOPIO KEPLERIANO

Galileo, scritto il *Sidereus Nuncius*, cerca l'appoggio di Keplero che pur facendosi "suo scudiero" con la *Dissertatio cum Nuncio Sidereo*, gli invia una lettera privata chiedendo elementi a sostegno delle scoperte e un esemplare del cannocchiale. La risposta di Galileo si fa attendere mesi, per arrivare infine priva di testimonianze. Keplero riesce a procurarsi un telescopio, si convince della bontà delle osservazioni di Galileo e, nel 1611, pubblica le *Dioptricae*, il primo trattato scientifico sulle lenti.

RIFLETTI

Si può costruire un telescopio con una sola lente?

I telescopi forniscono un'immagine ingrandita?

Quali sono i vantaggi nell'uso di un telescopio?

CHE COSA TI SERVE

- Una lente con focale da +30 mm
- Una lente con focale da +150 mm
- Tubi di cartone di dimensioni opportune.
- Un cartoncino.

CHE COSA DEVI FARE

- Metti la lente di lunghezza focale da +30 mm vicino al tuo occhio e utilizza l'altra lente per mettere a fuoco un oggetto lontano.
- Come appare l'immagine?
- Misura la distanza tra le due lenti.
- Utilizza i tubi di cartone, il cartoncino (con il quale realizzerai un diaframma) e le lenti per costruire il tuo telescopio.

COSTRUZIONE DI UN TELESCOPIO KEPLERIANO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Costruendo il telescopio utilizzando una lente da +150mm ed una da +30mm ponendole ad una distanza di 30 cm circa che corrisponde al fuoco della lente più grande, l'immagine risulta capovolta rispetto a quella ottenuta con un telescopio galileiano, ma sempre reale, l'immagine inoltre è più difficile da mettere a fuoco

Dopo aver posizionato le due lenti, una da +30mm vicino all'occhio e l'altra da +150mm in modo tale da avere un'immagine nitida, ho notato che questa risulta capovolta, ingrandita e nitida. La distanza tra le lenti risulta di 11,7 cm circa. Abbiamo proceduto poi a creare il nostro telescopio con un pezzo di cartoncino e abbiamo osservato il paesaggio fuori dalla finestra ed alcuni oggetti nella classe. Ho potuto notare come, a differenza del telescopio galileiano, il telescopio kepleriano oltre a fornire un'immagine capovolta, allarga il campo visivo e l'illuminazione sembra essere più uniforme. Tuttavia il fatto che l'immagine è capovolta può essere risolto in qualche modo?

Il fatto che l'immagine nel telescopio kepleriano risulti capovolta, è dovuto al fatto che la prima lente utilizzata abbia la lunghezza focale positiva?

L'immagine prodotta dal telescopio di Galileo è più immediata da comprendere, perché è diritta. Perché Keplero la capovolge? Era un metodo più efficace per le sue osservazioni?

Innanzitutto abbiamo individuato il punto focale delle lenti, tuttavia, a differenza del telescopio galileiano, Keplero, avendo utilizzato due lenti concave, otteneva un'immagine capovolta e meno nitida. Inoltre rispetto al telescopio di Galileo risultava molto più difficile inquadrare un determinato oggetto, dal momento che l'immagine essendo capovolta risultava anche invertita. Ho notato lo stesso problema del telescopio galileiano, ovvero che non essendo mobile non era possibile modificare il fuoco delle lenti e quindi avevo la possibilità di osservare un oggetto nitido solo ad una determinata distanza.

COSTRUZIONE DI UN TELESCOPIO

SUGGERIMENTI

Ingrandimento e potere risolutivo

L'ingrandimento utile di un telescopio esprime di quanto viene aumentato il potere risolutivo dell'occhio grazie all'uso dello strumento. Il potere risolutivo dell'occhio "medio" dipende dal diametro della pupilla, così come quello del telescopio dipende dal diametro dell'obiettivo, che può essere costituito da una lente o da uno specchio. Supponendo che la lente obiettivo usata da Galileo abbia un diametro di 60 mm e che il diametro della pupilla sia di 2 mm, otteniamo un ingrandimento utile pari a 30.



Con ingrandimento di un telescopio intenderemo ingrandimento angolare.

Un telescopio, infatti, non deve ingrandire il corpo celeste che si osserva, ma deve consentirne la visione sotto un angolo maggiore, così da poterne osservare i particolari: l'immagine sarà quindi necessariamente più piccola dell'oggetto reale, ma più vicina all'osservatore.

Il potere risolutivo di uno strumento ottico è la distanza minima alla quale si devono trovare due oggetti per essere visti distintamente attraverso lo strumento stesso.

Mediamente l'occhio umano distingue due punti posti a 0.1 mm di distanza tra loro e a 250 mm dall'occhio stesso.

Si veda anche *Potere risolutivo dell'occhio*: https://stokes.byu.edu/teaching_resources/resolve.html

L'esperienza

Conviene dividere la classe in due gruppi. A un gruppo assegnare la costruzione del telescopio galileiano e all'altro gruppo la costruzione del telescopio kepleriano.

Nel telescopio galileiano, come oculare, si usa una lente divergente (spessa sui bordi), mentre nel telescopio kepleriano si utilizza una lente convergente (riconoscibile perché spessa nel centro). Il telescopio funziona meglio con oggetti lontani, per esempio un poster che si trovi su una parete in fondo a un lungo corridoio. È importante che il poster contenga parole o lettere che possano indicare facilmente l'orientamento verticale.



L'invenzione di questo telescopio è dovuta a occhialai olandesi. Nel 1609 G. Galilei scrive al cognato di averne appreso la scoperta e di averla voluta riprodurre, perfezionandola.

Chiedere agli studenti di scambiarsi i telescopi: che cosa si vede? In che cosa si differenziano? Entrambi i telescopi ingrandiscono l'oggetto secondo un fattore di ingrandimento dato dall'opposto del rapporto tra la lunghezza focale della lente da +150 mm e quella dell'oculare (lente con focale negativa nel primo caso e positiva nel secondo caso).

Telescopio	Focale lente oculare	Lente	Campo visivo	Immagine	Ingrandimento	Distanza di messa a fuoco (somma algebrica delle distanze focali)
Galileiano	Negativa	Positiva	più piccolo	Diritta	Positivo	120 mm
Kepleriano	Positiva	Negativa	più ampio	Invertita	Negativo	180 mm

COSTRUZIONE DI UN TELESCOPIO

Costruzione di un telescopio

Per l'assemblaggio dei telescopi si consiglia di utilizzare un tubo più lungo, alla cui estremità fissare la lente che funge da obiettivo e un tubo più corto, ove fissare l'oculare. È bene che i diametri differiscano di 1 mm, cosicché i tubi possano essere inseriti a scorrimento l'uno nell'altro. La lunghezza dei tubi deve essere tale che, allungando il telescopio, si possa ottenere la distanza di messa a fuoco.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Photonics Explorer Kit: <https://esfo.fbk.eu/photonic-explorer-kit>

Come funzionano i telescopi – Museo astronomico di Brera,
<http://www.brera.mi.astro.it/~mario.carpino/approfondimenti/telescopi.pdf>

G. Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi*, a cura di Libero Sosio, Einaudi, Torino 1970

G. Galilei, *Sidereus Nuncius*, a cura di Andrea Battistini, traduzione di Maria Timpanaro Cardini, Marsilio Editori, Venezia 1993

Animazioni di Paolo Caresia: <https://www.geogebra.org/m/dyxwh9pm>

Sito *Bits of UNIVERSE*: <https://www.bitsofuniverse.com/telescopi-1/>

Sito Reinventore: <https://www.reinventore.it/approfondimenti/lenti-cannocchiali-e-telescopi>

Sequenza: Che cosa si osserva?

Domanda stimolo

Per introdurre la sequenza, l'insegnante può proporre la lettura di Galileo Galilei dal *Dialogo sopra i due massimi sistemi*

«Il cielo è inalterabile, perché così persuade il discorso ad Aristotele». Aggiugnete che noi possiamo molto meglio di Aristotele discorrere delle cose del cielo, perché, confessando egli total cognizione esser a lui difficile per la lontananza da i sensi, viene a concedere che quello a chi i sensi meglio lo potessero rappresentare, con sicurezza maggiore potrebbe intorno ad esso filosofare: ora noi, mercé del telescopio, ce lo siam fatto vicino trenta e quaranta volte più che vicino non era ad Aristotele, si che possiamo scorgere in esso cento cose che egli non potette vedere, e tra le altre queste macchie nel Sole, che assolutamente ad esso furono invisibili: adunque del cielo e del Sole più sicuramente possiamo noi trattare che Aristotele.

Domande guida

- Che ruolo hanno avuto le osservazioni di Galileo nelle dispute filosofiche e teologiche del tempo?
- Quale teoria confermavano?
- Che cosa si vede con il telescopio?

Attività o esperimenti proposti

- Il colore dei corpi illuminati.
- Come vediamo – animazioni.
- Che cosa vediamo.
- Che cosa non vediamo.

Le schede con le descrizioni dettagliate, sono riportate di seguito.

IL COLORE DEI CORPI ILLUMINATI

Di che colore è la Luna? Gialla, rossa o grigia?



Una foto della Luna, scattata da Paolo Ochner, con un telescopio Schmidt, OAPD-INAF.

RIFLETTI

Perché un oggetto appare di un determinato colore?

Come possiamo sapere se persone diverse, guardando uno stesso oggetto, vedono lo stesso colore?

CHE COSA TI SERVE

- Torce a luce bianca, blu, verde, rossa.
- Immagini colorate.
- Copertine da quaderno colorate.

CHE COSA DEVI FARE

- Oscura la stanza in cui ti trovi.
- Illumina le immagini con luce bianca, quindi con luce blu, verde e rossa e annota quello che osservi.
- Osserva le immagini attraverso le copertine colorate e annota quello che osservi.

IL COLORE DEI CORPI ILLUMINATI

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

In questa esperienza abbiamo utilizzato una torcia di luce bianca, a cui poi sovrapporre dei vetrini colorati di vari colori (giallo, blu, verde, rosso, azzurro) e degli oggetti/immagini di diverso colore. Dovevamo notare che cosa accadeva al variare dei colori. Inizialmente abbiamo utilizzato della plastilina arancione, verde e viola e degli altri oggetti di questi colori e in aggiunta il blu e il giallo. Abbiamo notato che con la luce si rifletteva in base al colore. Inoltre i colori risultavano più evidenti in base a quale vetrino usassimo [...] Abbiamo poi disegnato con i colori su un foglio di carta bianco e abbiamo notato che erano più visibili i colori complementari. Le mie perplessità:

1. Perché con il vetrino verde l'oggetto verde risalta, mentre l'immagine verde quasi scompare?
2. Perché con la copertina non vi è alcuna variazione? Perché la superficie è ruvida?

Dal risultato dell'esperimento, si vede come illuminando i colori, con torce di altri colori, essi risulteranno spesso nel colore nero poiché essi si "annullano" a vicenda ed il nero è appunto l'assenza di colore, mentre in altri casi i due colori si fondono assieme creando sfumature più chiare o scure o addirittura nuovi colori, esempio rosso e blu creano il viola;

Oltre ad usare la plastilina, abbiamo provato ad illuminare con la luce colorata un foglio sul quale abbiamo tracciato delle linee con diversi evidenziatori. Abbiamo constatato di nuovo che con la luce gialla e verde non si noti alcun cambiamento del colore. Con la luce rossa si mette in evidenza il colore verde e con quella blu l'arancione (questo avviene perché verde e arancione sono i colori complementari di rosso e blu). DUBBI: abbiamo provato ad usare la copertina colorata da quaderno, ma non c'è stato alcun cambiamento. Non capisco cosa dovesse succedere con l'utilizzo della copertina.

Evidentemente, uno stesso colore ma di toni diversi e su materiali differenti (plastica e plastilina) illuminato reagisce diversamente. [...] abbiamo osservato che gli oggetti cambiavano maggiormente colore utilizzando la luce blu e rossa, mentre con il giallo rimaneva pressoché invariato.

IL COLORE DEI CORPI ILLUMINATI

SUGGERIMENTI

Il colore di un corpo illuminato da luce bianca è dovuto alla sintesi sottrattiva: il corpo, diffonde alcune lunghezze d'onda (alcuni "colori" e assorbe le altre).

La Luna, che ci appare bianca e luminosa nel nero del cielo, è in realtà molto scura rispetto alla Terra.

Per saperne di più, è possibile scaricare gratuitamente il libro di Paolo Attivissimo *Luna? Sì, ci siamo andati*, a questo link: <https://lunasicisiamoandati.blogspot.com/2017/12/indice.html>

Il colore apparente del cielo e dei corpi celesti varia a causa del fenomeno della diffusione e dal fatto che la radiazione di lunghezze d'onda minore subisce una diffusione maggiore quando incontra particelle più piccole della lunghezza d'onda della luce (come avviene in atmosfera).



Le lunghezze d'onda del blu vengono diffuse circa dieci volte più di quelle del rosso.

Esperimento sulla diffusione

Versare qualche goccia di latte in un acquario pieno d'acqua e illuminarlo lateralmente con una torcia. Il liquido assumerà una colorazione che tende all'azzurro ma, osservando la torcia attraverso il liquido, questa apparirà di un colore che tende al rosso.

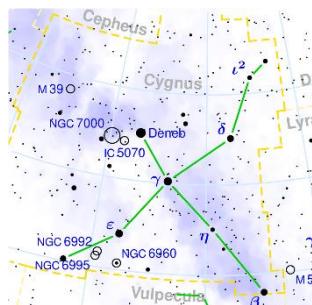
Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Frova A., *Luce colore visione – Perché si vede ciò che si vede*

COME VEDIAMO

Una delle stelle più luminose tra quelle visibili distintamente a occhio nudo è Deneb, nella costellazione del Cigno: dista circa 1600 anni luce.

Un anno luce è la distanza che la luce percorre in un anno: 9460 miliardi di km. Perciò 1600 anni luce sono circa 15 milioni di miliardi di chilometri.



Cygnus constellation map, Tornster Bronger, Wikimedia

CHE COSA DEVI FARE

Guarda il video e prova le animazioni: ti permetteranno di capire come funziona il tuo occhio.

per casa

Come funziona l'occhio: <https://www.youtube.com/watch?v=oDbhO1QwgC0>

Accomodazione: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_akomodace&l=it

Difetti visivi: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_vady&l=it

(per passare dall'uno all'altro, cliccare su "prossimo" o "precedente").

COME VEDIAMO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Qual è la differenza tra diottrie e decimi?

Ecco ciò che abbiamo notato:

ACCOMODAZIONE	L'oggetto, nel nostro caso una farfalla, risultava capovolta nella retina dell'occhio. Se questa si allontanava da noi risultava anche più piccola; se invece si avvicinava risultava più grande. Inoltre abbiamo notato che il fuoco, F, nell'occhio si muoveva in base al movimento dell'oggetto.
IPERMETROPIA	L'immagine nell'occhio risultava capovolta e quasi oltre l'occhio, per questo l'immagine risultava sfocata. Quando la lente veniva posta nella posizione ottimale, l'immagine risultava nitida e sulla retina dell'occhio.
MOIOPIA	Qui l'immagine risultava capovolta e centrale nell'occhio. Con la lente Divergente posta nella posizione giusta e con il giusto spessore, l'immagine appariva sulla retina e nitida
ASTIGMATISMO	Per quanto riguarda ciò, l'immagine appariva doppia: vi erano due immagini distinte. Questo perché la cornea è ellissoidale e ciò porta ad avere due assi privilegiati: per questo vi sono due immagini. Con la lente (che inoltre risultava più spessa) posta nella precisa posizione le due immagini risultano nitide, coincidono e sono sulla retina.

CHE COSA VEDIAMO

«neppure il più potente telescopio terrestre oggi disponibile è in grado di mostrare dettagli di oggetti così piccoli alla distanza della Luna. I telescopi sono fatti per vedere oggetti lontanissimi ma enormi: stelle o galassie, non moduli lunari larghi qualche metro. [...] per farlo ci vorrebbe un telescopio con uno specchio di almeno 45 metri di diametro, e oggi non ce ne sono».

Paolo Attivissimo, *Luna? Sì, ci siamo andati*

per casa

RIFLETTI

Ti è mai capitato di vedere in lontananza una luce e di non riuscire a capire se si trattava dei fari di un'automobile o del faro di una moto?

Quali corpi celesti si possono distinguere a occhio nudo?

CHE COSA TI SERVE

- Nastro adesivo colorato
- Metro a nastro
- Forbice

CHE COSA DEVI FARE

- Guarda questo video: *Pixel Art Scuola - Un esperimento!*
<https://www.youtube.com/watch?v=-Dig4ee112s>
- Osserva i fari accesi di un'automobile ferma a bordo strada. Ora, continuando a guardare i fari, allontanati sempre di più. Riesci ancora a distinguere i fari?
- Ritaglia due coriandoli di nastro adesivo colorato e fissali su una parete in modo tale che distino circa 1 mm tra loro. Continua a guardarli e retrocedi. A un certo punto non riuscirai più a distinguere uno dall'altro, fermati e misura la distanza tra la tua posizione e i dischi. Confrontala con i valori ottenuti dai tuoi compagni.



CHE COSA VEDIAMO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Questa esperienza mi ricorda la corrente pittorica del Puntinismo, nata in un periodo storico in cui si studiavano questi fenomeni di ottica. I pittori utilizzavano piccole quantità di colore abbinandole in modo tale da creare a distanza la mescolanza voluta. Inoltre, questo faceva sì che i colori risultassero più vivaci e brillanti.

Permettendo agli studenti di esprimere le proprie idee, i propri dubbi, le proprie riflessioni, li si induce anche a pensare in modo interdisciplinare.

Ho notato che, mentre da vicino vedeo entrambe le luci dei fari nitide e separate, più mi allontanavo si trasformavano in un'unica grande luce non nitida e accecante.

In seguito ho ritagliato due pezzi di scotch colorato e li ho attaccati alla parete ad 1mm di stanza l'uno dall'altro. Allontanandomi da questi, diventavano un'unica cosa alla distanza di 5,40 m.

Le mie perplessità:

- Perché con le luci dei fari accade così?
- Perché la luce è intensa, ed essendo uguali non si distinguono e non si mettevano bene a fuoco?

Anche nel nostro occhio avviene lo stesso processo, poiché i raggi luminosi che provengono da due oggetti, che nel nostro caso sono due coriandoli verdi applicati su una superficie (vedi foto sopra), passando attraverso la pupilla (che è una fenditura) si proiettano sulla retina dell'occhio. La diffrazione interferisce in questa fase, poiché forma degli aloni di luce intorno ai coriandoli stessi che, quando si trovano a distanza ravvicinata, si confondono con gli oggetti stessi facendoci credere di star osservando un'unica figura. La distanza maggiore a cui sono riuscita a formi vedendoli distanziati è di 5 metri circa.

La distanza tra lo scotch e la persona che osserva quando i due pezzi non sono più distinguibili cambia a seconda del colore dello scotch o qualsiasi sia l'oggetto?

CHE COSA VEDIAMO

SUGGERIMENTI

La risoluzione è la capacità degli strumenti ottici di permetterci di distinguere due sorgenti ed è influenzata dal fenomeno della diffrazione.

Se le sorgenti sono a una distanza angolare ϑ inferiore a un determinato valore, non sono più distinguibili, perché le figure di diffrazione si sovrappongono.

L'angolo ϑ è detto risoluzione angolare nel limite di diffrazione e dipende principalmente, ma non solo, dall'apertura del sistema ottico utilizzato per l'osservazione.

La risoluzione dell'occhio umano

- La risoluzione dell'occhio umano è dell'ordine di 10^{-4} radianti; ciò significa che l'uomo riesce a vedere come distinti due oggetti distanti d , se si trova almeno entro una distanza $D = \frac{d}{10^{-4}}$ e può vedere (risolto) un oggetto se le sue dimensioni angolari, $\vartheta_{oggetto} = \frac{d}{D}$, sono maggiori di 10^{-4} .

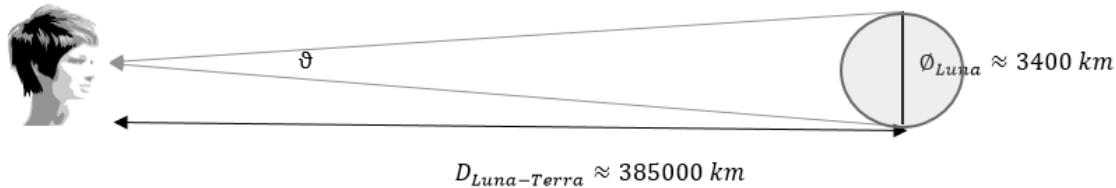


- L'occhio riesce a distinguere linee di spessore 0.1 mm che si trovino a una distanza D di 20-30 cm.
- Continuando a guardare i fari accesi dell'automobile ferma a bordo strada, mentre ci si allontana sempre di più, non si distingueranno più i due fari e si vedrà un unico disco luminoso. L'angolo faro-occhio-faro rappresenta la risoluzione dell'occhio.
- A una distanza superiore ai 10 m, i dischi di nastro adesivo non si distinguono più l'uno dall'altro.

$$D = \frac{d}{10^{-4}} = 1 \frac{\text{mm}}{10^{-4}} = 10000 \text{ mm} = 10 \text{ m}$$

- La risoluzione e gli schermi della TV o del PC.
 - Quanto è grande un pixel? Lo si può stimare mediante questo rapporto:
 - $300 \text{ mm}/3000 \text{ px} = 0.1 \frac{\text{mm}}{\text{px}}$
 - In ogni pixel però ci sono tre elementi colorati, le cui dimensioni sono perciò di 0.03 mm ognuno: per questo l'occhio non li distingue. Al variare dell'intensità di questi puntini, al nostro occhio appare il colore dato dalla sintesi additiva.
- Quali corpi celesti si possono distinguere a occhio nudo? Si riporta l'esempio della Luna:

CHE COSA VEDIAMO



Le dimensioni angolari della Luna sono

$$\frac{\phi_{Luna}}{D_{Luna-Terra}} = \frac{3400 \text{ km}}{385.000 \text{ km}} \sim 10^{-2}$$

quindi maggiori della risoluzione dell'occhio umano, perciò si può distinguere a occhio nudo la Luna.

Si possono proporre problemi del tipo:

- quali sono le dimensioni minime che devono avere gli oggetti sulla Luna per essere osservati a occhio nudo?
- Prova a stimare quale dovrebbe essere il diametro di un telescopio per poter distinguere due punti posti a un metro di distanza sulla superficie della Luna.

Telescopi, Luna, complotti

Il telescopio Hubble può riprendere le tracce dell'allunaggio?

Come riportato sul sito della NASA, <https://apod.nasa.gov/apod/ap020628.html>, l'oggetto più piccolo che il telescopio Hubble può risolvere, pur con uno specchio di 2,4 m di diametro, è di circa 80 metri di diametro. Risulta pertanto impossibile osservare le tracce lasciate dai moduli lunari nelle zone di atterraggio, perché troppo piccole.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Paolo Attivissimo, *Luna? Sì, ci siamo andati*,

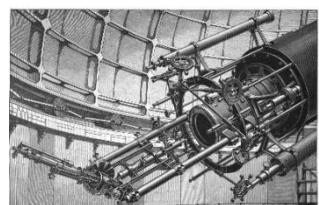
<https://lunasicisiamoandati.blogspot.com/2017/12/76-nessuno-punta-un-telescopio-sui.html>

Corso di aggiornamento *Come funzionano le cose*, 2019 – LCSF, Dipartimento di Fisica di Trento.

CHE COSA NON VEDIAMO

L'immagine mostra una rappresentazione dello spettroscopio stellare dell'Osservatorio Lick.

La spettroscopia astronomica permette di ricavare molte informazioni sulle stelle, quali composizione chimica, temperatura, densità, distanza.



Julius Scheiner, 1898, pubblico dominio, attraverso Wikimedia

RIFLETTI

Vediamo proprio tutto?

Prima del rosso e dopo il violetto che cosa c'è?

CHE COSA TI SERVE

- Cartoncino.
- Nastro adesivo nero.
- Un tubo di cartone.
- Un reticolo di diffrazione.
- Un taglierino.
- Lampade di diverso tipo.

CHE COSA DEVI FARE

Costruisci uno spettroscopio.

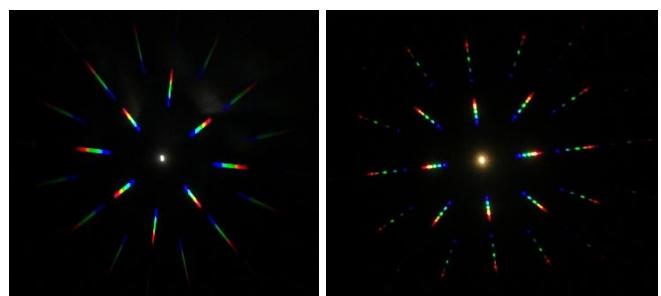
- Ritaglia un disco di cartoncino dello stesso diametro della sezione del tubo.
- Pratica nel disco un piccolo taglio centrale, che non superi 1 mm di larghezza (una fenditura).
- Fissa il disco a un estremo del tubo, utilizzando il nastro adesivo nero.
- Fissa il reticolo di diffrazione all'altro estremo del tubo, in modo tale che reticolo e fenditura siano orientati parallelamente.

Osserva la luce emessa da lampade diverse.

- Punta l'estremo con la fenditura verso la lampada.
- Guarda attraverso lo spettroscopio.



NON PUNTARE MAI LO SPETTROSCOPIO VERSO IL SOLE!



CHE COSA NON VEDIAMO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

abbiamo puntato l'oggetto verso il “neon” della luce, con la fenditura perpendicolare allo stesso e abbiamo notato che a destra e a sinistra del cartoncino si formava un “arcobaleno” di colori riflessi e molto nitidi, viola, blu, verde, giallo, e rosso. Poi abbiamo notato che vi era una seconda serie di colori, meno visibili. In particolare i colori visibili erano soltanto verde e viola e in mezzo a questi vi era uno spazio nero. Questo perché il verde e il viola hanno la lunghezza d'onda più lunga degli altri colori. Osservando invece il cielo nuvoloso, abbiamo notato che nella seconda serie si vedevano il viola il verde il rosso.

LUCE	COLORI RIFLESSI
Blu	Il viola e il verde
Verde	Non si vede il blu
Giallo e azzurrino	Non si vede il blu
Rosso	Solo il rosso
Fucsia	Verde, blu e rosso
Viola	Viola, verde e rosso

Da questo riquadro possiamo capire che i colori riflessi sono i colori che compongono il colore, usato come luce.

Infatti il bianco del neon era composto di tutti i colori.

Osservando una luce blu, il reticolo permette di identificare i colori che formano quel tipo di blu, quindi il verde, il viola e un azzurro chiaro

SUGGERIMENTI

Trattandosi di un'analisi di tipo qualitativo, se non si dispone di reticolini di diffrazione è possibile utilizzare le lenti degli occhiali a diffrazione in vendita alla Città del Sole, nei bookshop dei musei o in Internet.

Si può osservare come gli spettri delle sostanze incandescenti (lampada a filamento) siano continui, mentre quelli dei gas (lampada FCL) ad alta temperatura siano righe.

I colori spettrali sono quelli ai quali corrisponde una ben definita lunghezza d'onda: tutti gli altri colori che vediamo abitualmente sono il risultato di una sintesi di colori spettrali.

Vedere l'infrarosso e l'ultravioletto

Utilizzando come sorgente un proiettore per diapositive, un prisma e una celletta solare, si può misurare un po' di corrente anche nelle zone dell'ultravioletto e dell'infrarosso.

I sensori di luce di alcuni smartphone permettono di vedere oltre il visibile. Per vedere l'infrarosso si può scattare una foto al sensore infrarosso del telecomando:



Foto di Luigi M. Gratton

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

<https://fisicaperlascuola.wordpress.com/2016/10/05/spettroscopio-a-cannocchiale/>

Bocci F. et al., *Pensa con la fisica – volume per il 5° anno*, Petrini

Tommaso Rosi, *Insegnamento integrato di fisica e chimica*:

<https://integrazionefisicachimica.files.wordpress.com/2018/02/fisica-chimica-1-v1-0.pdf>

Tommaso Rosi, *Luce, colori, atomi e molecole*:

https://integrazionefisicachimica.wordpress.com/corso_febbraio_2018/

Nota per l'insegnante: problemi ed esercizi: quale scelta?

Alcuni esempi

- Riporta alcuni esempi di oggetti che si comportano come lenti.
- Perché il vetro della finestra non fa da lente?
- Il Sole è visibile a occhio nudo solo fino a una distanza di 50 anni luce. È vero? [7]
- Si dice che gli astronomi abbiano telescopi così potenti da poter vedere qualcuno accendere un fiammifero sulla Luna. Può essere vero? [7]
- È possibile vedere le stelle dal fondo di un pozzo, anche di giorno? [7]
- Le ombre possono aiutarci a misurare l'altezza di oggetti molto alti la cui estremità superiore è inaccessibile. L'Empire State Building di New York è alto 443 m. A una particolare ora del giorno un bastone alto 85,0 cm proietta un'ombra di 1,20 m. Se il terreno attorno fosse pianeggiante, quanto sarebbe lunga l'ombra del grattacielo? [7]
- L'obelisco di piazza del Popolo a Roma è alto 36,50 m. Qual è l'elevazione solare quando proietta un'ombra di 28,12 m? Ricorda che l'elevazione solare, o altezza del Sole, è l'angolo formato dalla direzione dei raggi solari con la superficie orizzontale del terreno. [7]
- Chi ha ragione?

Maria: «La Luna ha una superficie lucida come uno specchio perché riflette la luce del Sole che la illumina.»

Giulio: «La Luna ha una superficie irregolare che diffonde la luce del Sole e la rende visibile da diverse posizioni. [7]
- Determina la posizione dell'immagine della stella. Gli osservatori A, B, C, riescono a vedere l'immagine riflessa nello specchio? Motiva la risposta.



Figura 48

- Quando una persona è in piedi in una piscina sembra che abbia le gambe più corte. Completa il diagramma dei raggi e individua il punto in cui sembra trovarsi il piede del nuotatore. La profondità apparente del piede è maggiore, uguale o minore della profondità reale? [7]



Figura 49 Per gentile concessione di DeaScuola

Il telescopio

- Taglia un disco sottile da un tappo di sughero, infila un chiodo e immergilo in un contenitore di vetro pieno d'acqua. Osserva il chiodo dall'alto e da una posizione leggermente poco sotto il pelo dell'acqua: che cosa osservi? Perché? [7]
- Il Telescopio Nazionale Galileo, è più importante telescopio ottico italiano, è situato nell'isola di La Palma, nelle Canarie, e gestito dall'Istituto Nazionale di Astrofisica. Lo specchio principale del telescopio ha un diametro di 3,58 m. Perché in un telescopio si cerca di utilizzare specchi molto grandi? Giovanni: «Per poter vedere una porzione più grande di cielo.» Claudia: «Per poter raccogliere più luce e riuscire quindi a vedere stelle molto deboli.» Chi ha ragione? Motiva la risposta. [7]
- Un gatto si trova davanti a uno specchio concavo, con la coda diritta. È possibile che l'immagine del suo muso sia diritta e quella della sua coda capovolta? Quali condizioni devono essere soddisfatte perché succeda questo? [7]
- Proponi una situazione in cui uno specchio forma un'immagine virtuale a 5,0 cm dallo specchio e rappresentala graficamente in scala. [7]
- Per osservare un'eclissi di Sole si proietta su uno schermo l'immagine del Sole formata da uno specchio sferico. Lo specchio usato deve essere concavo o convesso? Dove bisogna collocare lo schermo per vedere un'immagine nitida del Sole? Il Sole ha un diametro di 1,4 Gm e la sua distanza dalla Terra è 150 Gm. Se lo specchio ha un raggio di curvatura di 80 cm, quanto è grande l'immagine del Sole che si forma sullo schermo? Per avere un'immagine dal Sole più grande, bisogna usare uno specchio più o meno curvo di questo? Con una lente da 2,0 diottrie si ottiene un'immagine del Sole più grande o più piccola? Che posizione deve avere lo schermo rispetto alla lente? [7]
- I materiali con densità maggiore hanno indice di rifrazione maggiore: è vero? Cerca i valori relativi ad alcuni materiali e rispondi alla domanda?
- Riporta alcuni esempi di uso di specchi concavi.
- Utilizza un diagramma a raggi per individuare la posizione dello specchio in Figura 50

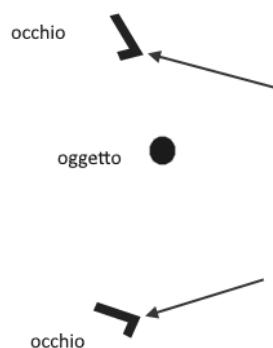


Figura 50 [9]

- Se si aumenta del 20% il raggio di curvatura di uno specchio sferico, la sua distanza focale aumenta di 4,0 cm. Calcola la distanza focale dello specchio. [10]
- Un telescopio sta osservando un pianeta con un diametro angolare di 0,02 radianti. È costituito da una lente obiettivo di distanza focale 15 cm e da un oculare di distanza focale 8,0 mm. Calcola l'ingrandimento angolare del telescopio e determina la dimensione angolare dell'immagine formata dal telescopio. [10]

- Un'astronoma osserva una stella al telescopio. L'immagine ha una dimensione angolare di $19'$. Il telescopio è costituito da una lente obiettivo di distanza focale 14 cm e da un oculare di distanza focale 5,0 mm. Calcola l'ingrandimento angolare del telescopio. Determina la dimensione angolare dell'immagine formata dal telescopio. [10]
- Vuoi formare un arcobaleno spruzzando dell'acqua con un innaffiatoio da giardino. In quale direzione devi spruzzare l'acqua rispetto al Sole? [10]
- Alessia è alta 1,65 m e vuole specchiarsi in uno specchio rettangolare, appeso alla parete a 1,0 m di distanza e a 1,05 m di altezza. Quanto deve valere la minima altezza dello specchio perché Alessia riesca a specchiarsi per intero? Come varia la sua immagine se Alessia si allontana dallo specchio? [11]
- Per realizzare la scenografia di uno spettacolo teatrale un tecnico posiziona dietro al palcoscenico un enorme specchio sferico con una distanza focale di 2,2 m. In un punto nascosto del palco, davanti allo specchio, viene posizionato un modellino di un cavallo alato alto 60 cm. Si vuole fare in modo che il pubblico veda un cavallo alto 3 m che vola in lontananza sopra il palcoscenico. Che tipo di specchio ha scelto il tecnico? A quale distanza dallo specchio si deve posizionare il modellino del cavallo? Il modellino va posizionato capovolto? A quale distanza rispetto al centro dello specchio si vedrà l'immagine del cavallo se tutto funziona? [11]
- Un telescopio utilizza uno specchio sferico concavo di raggio di curvatura 10 m per osservare la Luna. Il diametro della Luna è circa 3500 km e la sua distanza dalla Terra è di circa 380×10^6 m. Di quanto viene ingrandita la Luna? L'immagine è diritta o capovolta? Quanto vale il diametro dell'immagine? [11]
- Una persona miope deve mettere gli occhiali per osservare un oggetto attraverso un cannocchiale? Se non ha con sé gli occhiali, come si deve comportare? [11]

Un esempio di verifica

Di seguito gli esercizi proposti nelle verifiche da un insegnante di liceo scientifico, che ha preso spunto da alcuni testi scolastici.

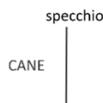
1. Spiega brevemente come si costruiscono le zone d'ombra e di penombra nei seguenti casi:

- a. sorgente puntiforme
- b. sorgente estesa

Aiutati con degli esempi grafici che li esemplifichino.

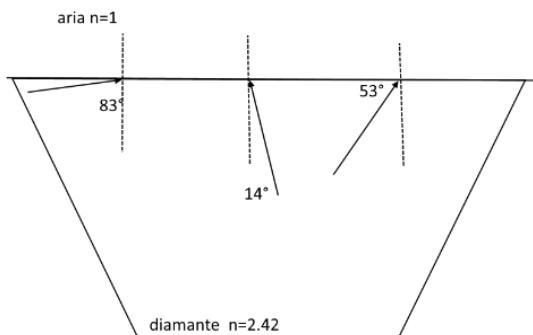
2. Relativamente alla figura seguente. Disegna:

- a. l'immagine della lettera E utilizzando la tecnica del tracciamento dei raggi; per farlo, scegli solo due punti rappresentativi da cui far partire i raggi luminosi;
- b. l'immagine della scritta, senza usare il tracciamento dei raggi, spiegando sinteticamente che caratteristiche possiede l'immagine.



3. Due specchi piani formano un angolo di 105° . Un raggio incide su uno specchio con un angolo di 50° . Calcola l'angolo di riflessione del raggio quando esce dall'altro specchio.

4. Che tipo di specchio sferico devi usare, e dove ti devi mettere, per vedere la tua immagine capovolta e ingrandita? Se lo specchio ha raggio di curvatura 50 cm, calcola la sua distanza focale.
5. Uno spillo si trova a 40 cm da una lente sottile. Se l'ingrandimento è pari a +1,5:
 - a. la lente è convergente o divergente?
 - b. determina l'immagine dell'oggetto con il metodo del diagramma dei raggi per lenti sferiche sottili (non serve che la figura sia in scala);
 - c. calcola la sua distanza focale.
6. Un raggio di luce passa dal diamante (che ha indice di rifrazione pari a 2,42) all'aria con un angolo di incidenza di 28° . Rispondi ai seguenti quesiti (tracciando una figura per ciascuno e che sia coerente con i risultati che ottieni):
 - a. si verifica il fenomeno della riflessione totale?
 - b. si osserva riflessione totale nel caso in cui il suddetto diamante sia immerso in acqua anziché in acqua? Se non è così, calcola l'angolo di rifrazione.
7. Un oggetto da collezione è alto 13,0 cm ed è posto a una distanza di 155,0 cm da una lente convergente. La lente ha una distanza focale pari a 8,800 dm. Rispondi ai quesiti seguenti, commentando brevemente i risultati intermedi e finali:
 - a. costruisci l'immagine dell'oggetto con il metodo del diagramma dei raggi per lenti sferiche sottili;
 - b. calcola analiticamente l'ingrandimento, la distanza e l'altezza dell'immagine;
 - c. quale dispositivo impiega la disposizione della lente-oggetto descritta nel testo del problema?
8. Rispondi alle seguenti richieste riferendoti alla figura:
 - a. estrapola i dati del problema dalla figura e riscrivili sul foglio protocollo;
 - b. ridisegna la figura sul foglio protocollo indicando i valori numerici con i simboli opportuni;
 - c. determina se i raggi vengono riflessi o rifratti. Calcola il valore numerico degli angoli di riflessione e/o rifrazione;
 - d. completa la figura che hai tracciato al punto (b) con i risultati che ottieni al punto (c), disegnando i raggi riflessi e gli eventuali raggi rifratti.



Bibliografia

- [1] Linee guida secondo ciclo di istruzione – Provincia autonoma di Trento
<https://www.vivoscuola.it/Schede-informative/Piani-di-studio-SECONDO-CICLO/Materiali-piani-di-studio-SECONDO-CICLO>
- [2] Decreto 7 ottobre 2010 n. 211, MIUR, “Schema di regolamento recante «Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali di cui all’articolo 10, comma 3, del decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 89, in relazione all’articolo 2, commi 1 e 3, del medesimo regolamento.”, *GU Serie Generale* n.291 del 14-12-2010 - Suppl. Ordinario n. 275 (2010) <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2010/12/14/291/so/275/sg/pdf>
- [3] Mayer M., *Conoscenza scientifica e conoscenza di senso comune*, Tesi di dottorato in Pedagogia Sperimentale (CEDE, Roma), 1987
- [4] <https://www.motionmountain.net/>
- [5] Ronen M. e Eylon B. S., “To see or not to see: the eye in geometrical optics - when and how?”, *Physics Education*, **28**, (1), 199
- [6] Kaltakci-Gurel D. et al., “Identifying pre-service physics teachers' misconceptions and conceptual difficulties about geometrical optics”, *Eur. J. Phys.* **37** (2016) 045705
- [7] Bocci, Malegori, Poli, *Fisica, i colori dell'universo*, Petrini
- [8] Grimellini Tomasini N. e Segrè G., *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*, La Nuova Italia
- [9] Ceuppens S. et al, “Tackling misconceptions in geometrical optics”, *Phys. Educ.* **53** 045020, 2018
- [10] Cutnell, Johnson, Young e Stadler, *La fisica di Cutnell e Johnson*, Zanichelli
- [11] Amaldi, *L'Amaldi per i licei scientifici blu – Le misure, L'equilibrio, Il moto, Il calore, La luce*, Zanichelli

La bibliografia relativa ai questionari e alle attività proposte, è riportata in calce alle stesse.

Il telescopio – i risultati della sperimentazione

Tutte i 68 studenti coinvolti nella sperimentazione hanno partecipato ad almeno due questionari online, proposti rispettivamente prima, e dopo aver affrontato il percorso in classe. I dati sono stati raccolti e utilizzati a fini statistici nel rispetto dell'anonimato.

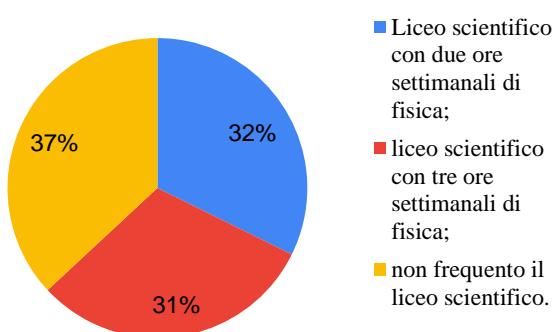
Un'insegnante ha partecipato con due classi in parallelo, proponendo il percorso tradizionale in una delle due (classe di controllo) e il percorso sperimentale nell'altra (classe sperimentazione). A queste classi è stato somministrato un terzo sondaggio, a distanza di circa sei mesi dalla conclusione del percorso.

Analisi dei questionari

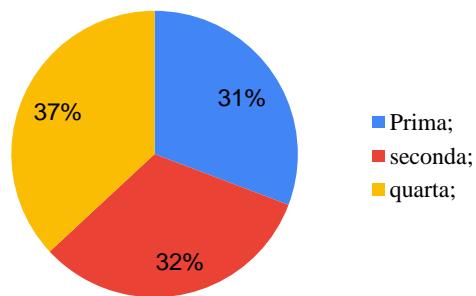
Si riportano alcuni risultati dei questionari proposti.

Informazioni preliminari

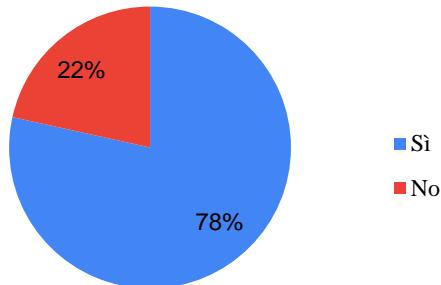
Quale scuola frequenti?



Quale classe stai frequentando?



Ti interessa la fisica?



Il telescopio – i risultati della sperimentazione

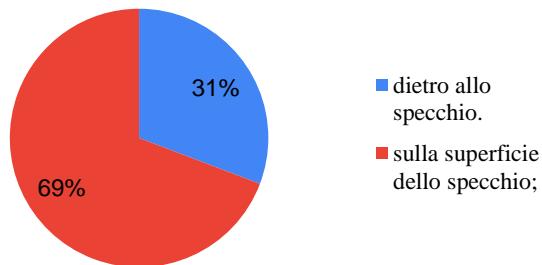
Questionari iniziale e finale: come sono cambiate le idee degli studenti.

Questionario iniziale

Questionario finale

Come è cambiata l'idea degli studenti relativamente alla posizione dell'immagine in uno specchio

Ti guardi allo specchio.
La tua immagine si trova



La posizione dell'immagine di un oggetto,
rispetto allo specchio

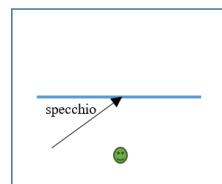


- dipende solo dalla posizione dell'oggetto;
- dipende solo dalla posizione dell'osservatore;
- dipende dalla posizione dell'osservatore e dalla posizione dell'oggetto.

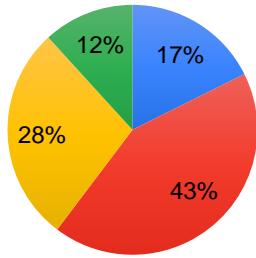
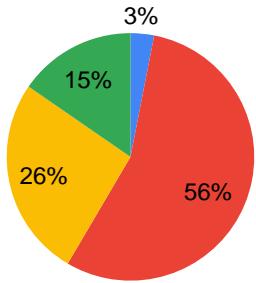
Come è variata l'idea degli studenti relativa al processo di visione

Ti trovi in una stanza buia, con pareti nere, senza pulviscolo e fumo. Nella posizione individuata dall'occhio, è possibile vedere:

- solo lo specchio posto di fronte;
- solo il sottile raggio di luce che, attraverso un foro, entra nella direzione indicata;
- entrambi;
- nessuno dei due.



In viaggio attraverso la fisica



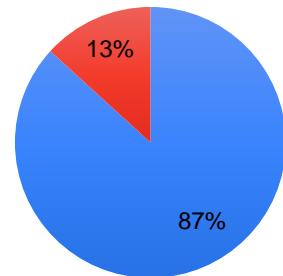
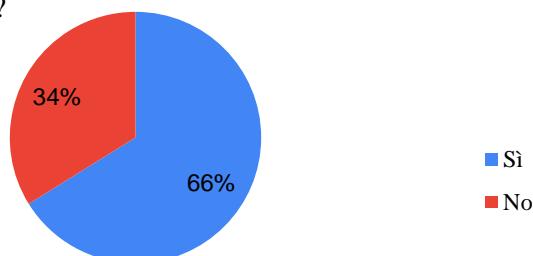
■ nessuno dei due.

■ entrambi;

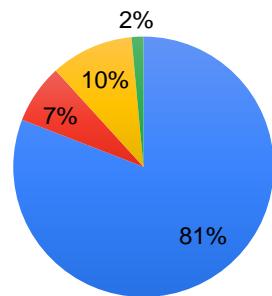
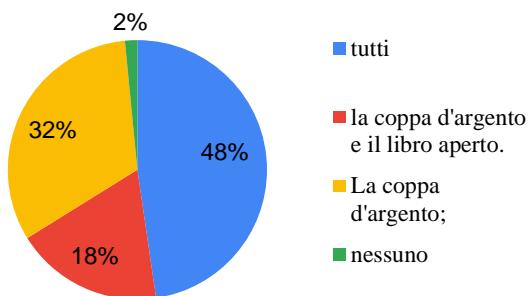
■ solo il sottile raggio di luce che, attraverso un foro, entra nella direzione indicata;

■ solo lo specchio posto di fronte;

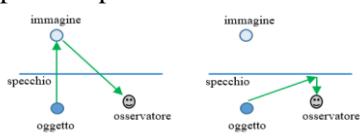
Stai guardando un quadro in una stanza illuminata: il quadro ti sta mandando luce?



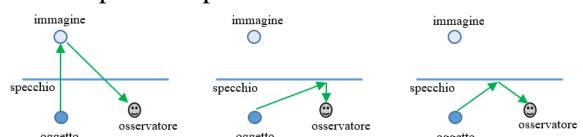
Sul tavolo di una stanza bene illuminata si vedono un gatto, un libro aperto, un pallone ed una coppa d'argento. Di questi oggetti, quali riflettono la luce?



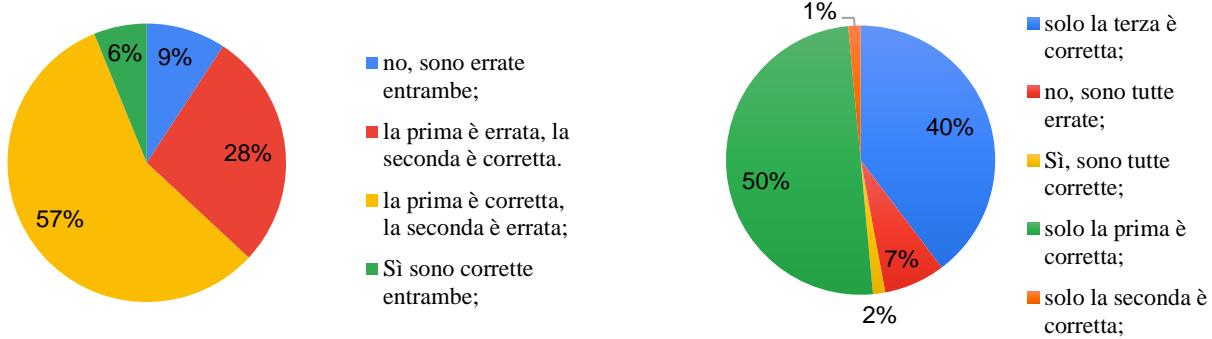
Le due figure dovrebbero descrivere la traiettoria di uno dei raggi che forma l'immagine riflessa da uno specchio piano. Sono corrette?



Le tre figure dovrebbero descrivere la traiettoria di uno dei raggi che forma l'immagine riflessa da uno specchio piano. Sono corrette?



Il telescopio – i risultati della sperimentazione



Come è cambiata l'idea degli studenti relativa alla propagazione della luce

Stai usando una vecchia stufa elettrica ed è giorno. La stufa emette luce?



■ sì, e la luce si propaga finché non incontra un ostacolo.

■ sì, e la luce arriva a metà strada tra te e la stufa;

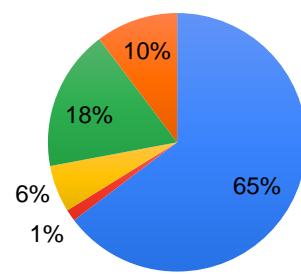
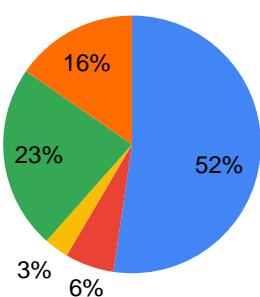
■ sì, e la luce arriva fino a te ma non va oltre;

■ sì, e la luce rimane intorno alla stufa;

■ No;

In viaggio attraverso la fisica

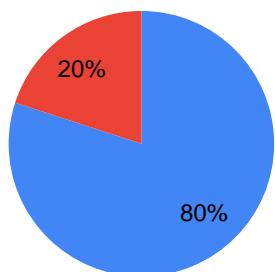
Stai usando una vecchia stufa elettrica ed è notte. La stufa emette luce?



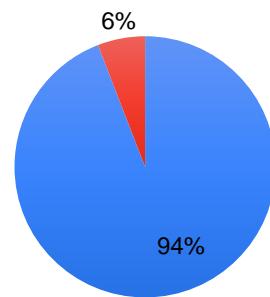
- sì, e la luce si propaga finché non incontra un ostacolo
- sì, e la luce arriva a metà strada tra te e la stufa;
- sì, e la luce arriva fino a te ma non va oltre;
- sì, e la luce rimane intorno alla stufa;
- No;

Come è maturata l'idea della funzione passiva dell'occhio

L'occhio è uno strumento ottico

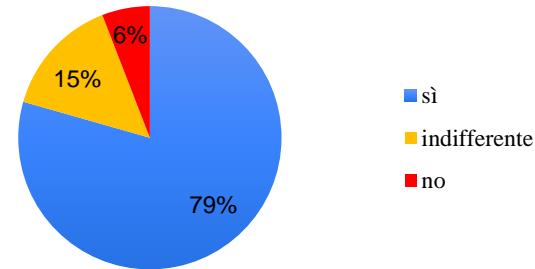


- Sì
- No



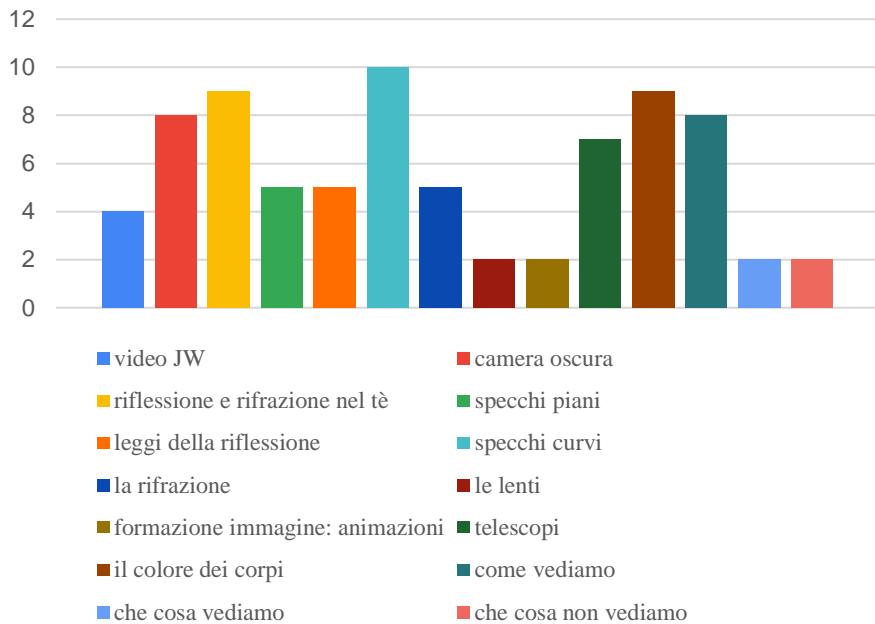
L'opinione degli studenti

Questo percorso ti è sembrato interessante?



Quali contenuti/attività ti sono piaciuti di più?

Il telescopio – i risultati della sperimentazione



Spazio per suggerimenti:

- Abbiamo dovuto affrontare tutto velocemente perché abbiamo poche ore a settimana. Questo progetto che avrebbe bisogno di più tempo e spesso è difficile farlo rientrare nel programma.
- Fare più esperimenti.
- le attività con le lenti, cercherei di renderle più interessanti
- Sarebbe stato bello aver avuto più tempo per lo svolgimento degli esperimenti
- Io spero che questo progetto vada avanti anche con altre classi perché mi è piaciuto molto, come, suggerimenti mettereai solo di impiegare più tempo negli esperimenti.
- Farlo anche con altri argomenti
- Avrei preferito alternare gli esperimenti con lezioni teoriche, non farli ogni lezione
- fare ottica all'inizio dell'anno perché è interessante
- approfondire di più il funzionamento dei telescopi

Se il percorso o il progetto venisse ampliato, quali argomenti vorresti fossero trattati?

- Studi dell'ottica applicati ad altre discipline oltre che alla fisica.
- La cataratta e i problemi legati all'ottica più approfonditi
- Lo spazio e l'universo
- L'occhio, le varie illusioni ottiche e un approfondimento su come funzionano le lenti degli occhiali
- La luce e i colori
- Telescopi con più lenti
- Fisica moderna, astronomia
- Spettro della luce

In viaggio attraverso la fisica

- La termodinamica e anche altri argomenti, perché credo che questo percorso favorisca gli studenti nel collegare quello che studiano, alla realtà, facendo capire che la fisica non sono le regole.

Le considerazioni degli studenti relative al sondaggio iniziale

Credo che il questionario iniziale sia stato un ottimo modo per affacciarsi a quello che sarebbe il nuovo argomento da affrontare. Già sentito nominare, non è sembrato sin da subito un argomento "semplice"; infatti, ad alcune domande ho avuto difficoltà a rispondere. Ragionando sono arrivata a concludere delle risposte, grazie anche all'aiuto di domande molto chiare e immagini che illustrassero la situazione, nonostante queste per la mia preparazione sull'argomento fino ad allora fosse molto bassa o nulla.

Il questionario, seppur contenente domande chiare e ben illustrate, mi è apparso complicato poiché trattava un argomento del tutto nuovo, di cui non avevo mai sentito parlare e non mi ero mai interessato. Ammetto che a non tutte le domande ho saputo dare una risposta motivandola correttamente.

Inizialmente non ero in grado di rispondere a tutte le domande o perlomeno non in modo accurato e solo secondo ipotesi osservazioni e deduzioni, le domande erano abbastanza chiare anche se ho avuto più difficoltà nel comprendere i disegni

Io ho trovato il questionario iniziale abbastanza difficile, perché alcune cose potevano essere intuitive ma però altre avevano bisogno di conoscenze che io non avevo ancora. Le domande secondo me erano molto chiare.

Secondo me il questionario iniziale era semplice e sapevo rispondere nella maggior parte dei casi, ma non avendo fatto l'argomento in classe non posso sapere se ho dato le risposte corrette; le domande erano chiare.

Le domande del questionario erano sia facili che difficili, ad alcune ho saputo rispondere con certezza ad altre no ma comunque le domande erano chiare.

Le domande per me erano abbastanza complicate (sia da capire, che da rispondere) perché questo tipo di argomento non lo avevo mai sentito.

In molte domande del questionario non sapevo rispondere però in alcune ho cercato di arrivarci logicamente.

Le considerazioni degli insegnanti

Nel file del percorso ci sono molte attività interessanti, risulta molto difficile decidere su cosa tagliare perché si teme di proporre attività singole, staccandosi dal filo conduttore del percorso.

Molto bella la situazione motivante iniziale (telescopio James Webb), ho trovato gli studenti molto interessati. E anche gli altri richiami all'astronomia

Ho dedicato al percorso 15 ore, ma parte delle attività sono state svolte velocemente proprio alle fine dell'anno: studenti stanchi e meno motivati.

Mi dispiace aver avuto molto meno tempo di quanto pensavo ad inizio anno per svolgere questo percorso (iniziatato in ritardo rispetto a quanto prevedevo e ore perse per assemblee di istituto, uscite didattiche).

Ho condotto le lezioni prevalentemente in laboratorio, ma tenuto qualche lezione in classe per discutere quanto osservato, svolgere esercizi su riflessione, sulla costruzione delle immagini con specchi curvi, sulla legge della rifrazione; ho introdotto le funzioni seno, coseno, tangente.

Nella valutazione di questa parte ho tenuto conto dell'impegno mostrato per l'attività a casa per il 20% (riflessioni su quanto visto in laboratorio, questionari con domande a risposta chiusa, analisi dati raccolti con app/laboratorio virtuale) e 3 problemi su

- legge della riflessione (due specchi che formano un certo angolo tra loro, c'è un raggio incidente: chiedo di disegnare i raggi riflessi e indicare tutti gli angoli motivando)
- formazione dell'immagine, legge dei punti coniugati e ingrandimento per uno specchio concavo
- rifrazione
- più due quesiti per voti >8,5.

Queste valutazioni sono andate bene in generale, devo dire molto meglio di quanto mi aspettavo, considerando che ho dedicato poco tempo agli esercizi in classe rispetto ad altri argomenti affrontati nel corso dell'anno, ho visto poco la classe ed erano evidentemente più stanchi come comprensibile nell'ultimo periodo.

Il telescopio – i risultati della sperimentazione

Dedicarsi alla sperimentazione di un percorso è impegnativo, non sono pienamente soddisfatta di come l'ho svolto per il poco tempo a disposizione e per la stanchezza di fine anno da parte mia e degli studenti. Era evidente questa stanchezza: in laboratorio li ho trovati in generale più disordinati, meno partecipi nelle discussioni, meno precisi nello scrivere appunti su quanto svolto (probabilmente complice il fatto che non chiedevo relazioni nell'ultimo periodo). Per questo sono rimasta spiazzata dal fatto che le valutazioni siano andate bene.

Nella verifica di calorimetria, il problema sulla temperatura di equilibrio era stato in generale piuttosto disastroso, nonostante avessi dedicato parecchio tempo in classe ad esercizi di quel tipo. In questa prova di ottica hanno fatto bene i problemi sulla costruzione delle immagini + legge dei punti coniugati + ingrandimento e sulla rifrazione, a cui abbiamo dedicato meno tempo in classe.

Mi sarebbe stato utile avere maggiori indicazioni sulla scelta degli esercizi e problemi da fare in classe e in quali momenti del percorso proporli. Inoltre, mi sarebbe piaciuto avere delle linee guida sulla valutazione (che tipo di esercizi/problemi/domande per valutare questo percorso? valutare l'attività in laboratorio e di riflessione a casa? ...). Forse la mia verifica era troppo "tradizionale"?

Due classi in parallelo

I dati seguenti si riferiscono a due classi seconde di un liceo scientifico con due ore settimanali di fisica, aventi lo stesso insegnante, appartenenti a due indirizzi diversi, ma equivalenti per livello iniziale e interesse.

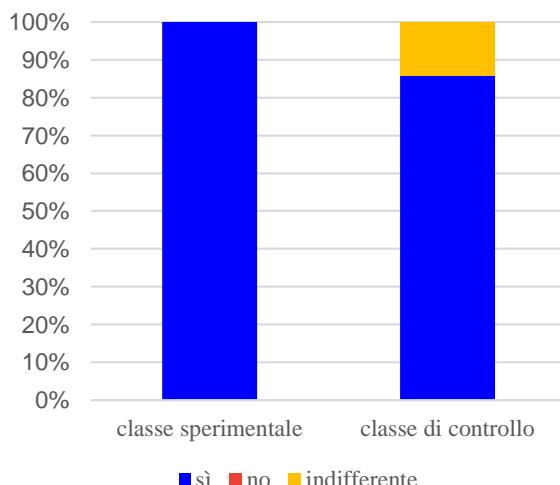
Sono stati somministrati tre questionari: il primo a ottobre 2021, prima dell'inizio del percorso, il secondo a febbraio 2022, al termine del percorso, e il terzo a giugno 2022 (con tre assenti nella classe di controllo).

Inoltre, l'insegnante ha proposto due verifiche a entrambe le classi. Nella prova di ottica di dicembre, la classe nella quale è stata proposta la sperimentazione ha ottenuto una valutazione media di 0.2 punti superiore alla classe di controllo. Nella seconda prova, di ottica e termologia, svolta a fine febbraio – inizio marzo, la classe nella quale è stata proposta la sperimentazione ha ottenuto una valutazione media di 0.6 punti superiore alla classe di controllo.

Nonostante questo, stante che l'analisi dei dati relativi ai tre questionari non ha evidenziato differenze significative sull'apprendimento nelle due classi, non si ritiene opportuno giungere a conclusioni premature.

I dati di seguito riportati sembrano evidenziare una differenza in termini di motivazione e interesse tra la classe sperimentale, nella quale è stato proposto il percorso *Il telescopio*, e la classe di controllo, nella quale è stata affrontata l'ottica mediante un percorso tradizionale.

Questo percorso ti è sembrato interessante?



Osservazioni e suggerimenti

Classe sperimentale

- Aggiungerei una piccola spiegazione più teorica ottenuta ragionando con la classe, così tutti hanno la possibilità di capire il fenomeno con un aiuto ulteriore.
- Farei dei percorsi diversi a seconda delle ore di fisica delle classi, in modo da fare qualche esperimento per ogni sotto argomento e non tanti esperimenti ma solo per 1 o 2 piccoli argomenti (non siamo riusciti a fare i colori, la costruzione del telescopio...)
- [Vorrei fosse usata questa modalità per] Tutti gli argomenti di fisica
- Farlo anche con altri argomenti
- Sarebbe stato bello aver avuto più tempo per lo svolgimento degli esperimenti
- Io spero che questo progetto vada avanti anche con altre classi perché mi è piaciuto molto, come, suggerimenti mettere solo di impiegare più tempo negli esperimenti.

Nel sondaggio finale, e in un incontro conclusivo, gli studenti della classe sperimentale hanno espresso le loro opinioni relative alle attività svolte. Si ritiene utile riportarne una sintesi:

- più tempo per svolgere il progetto (ciò però è causa delle sole due ore che abbiamo a settimana), anche con più argomenti;
- secondo me andrebbe aumentato il numero di ora per questo progetto. Inoltre andrebbe esteso a più argomenti;
- nonostante sia stato interessante e utile avendo le 2 ore settimanali, per rendere al progetto il tempo necessario suggerirei di adottarlo in classi con le 3 ore settimanali. Il rischio è che una parte degli alunni abbandoni a sé stesso il lavoro in classe senza la riflessione e le conclusioni da fare a casa;
- questo percorso favorisce gli studenti nel collegare quello che studiano alla realtà, facendo capire che la fisica non sono le regole;
- farei circa due argomenti per anno scolastico, utilizzando questo approccio;
- spero che questo progetto vada avanti anche con altre classi, perché mi è piaciuto molto
- dedicare più tempo agli esperimenti;
- bisognerebbe adattare il programma in modo che chi ha meno ore di fisica, possa svolgerlo tutto senza dover selezionare, magari trattando un po' di tutto;
- bello;
- interessante;
- da riproporre;
- l'apprendimento è stato favorito da questo metodo;

Il telescopio – i risultati della sperimentazione

- all'inizio ci sembrava di lavorare molto senza ottenere nulla, ma poi, quando abbiamo affrontato teoria ed esercizi, ci siamo accorti che tutto il lavoro sperimentale è stato molto utile: riusciamo ad affrontare e risolvere problemi con più consapevolezza e facilità, perché ci ricordiamo quello che abbiamo visto sperimentalmente;
- per qualche studente all'inizio è stato difficile: è più comodo studiare e fare esercizi. Poi però ne abbiamo visto i risultati;
- gli argomenti precedenti li affrontavamo con formule e numeri, qui invece abbiamo capito la fisica;
- si dovrebbero proporre anche altri argomenti con questo metodo;
- così i concetti rimangono più impressi.

Una riflessione

Questo percorso è inserito nella macro area *Fisica per progettare* ed è stato originariamente progettato per classi di liceo scientifico con tre ore settimanali di fisica. Purtroppo, alcuni insegnanti di licei scientifici con due ore settimanali hanno dovuto procedere con una selezione dei contenuti che non sempre gli studenti hanno accolto favorevolmente.

Nonostante ci siano spazi di miglioramento, l'80% degli studenti ha trovato il percorso molto interessante e vorrebbe fosse riproposto, analogamente a quanto manifestato da tutti gli insegnanti.

Un aspetto critico rilevato riguarda la gestione del rapporto esperimento-teoria. Nella presentazione del progetto si suggeriva di non separare le ore dedicate alla teoria e quelle dedicate agli esperimenti, ma di "fare lezione" durante le attività di laboratorio, in modo tale da permettere anche agli studenti più fragili di impadronirsi dei contenuti proposti. Probabilmente però non tutti gli insegnanti sono già in grado di lavorare seguendo questa modalità.

Bibliografia

- [1] Mayer M., *Conoscenza scientifica e conoscenza di senso comune*, Tesi di dottorato in Pedagogia Sperimentale (CEDE, Roma), 1987
- [2] Grimellini Tomasini N. e Segrè G., *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*, La Nuova Italia
- [3] Bocci, Malegori, Poli, *Fisica, i colori dell'universo*, Petrini

Passo dopo passo



L'analisi della camminata e della corsa per parlare di meccanica

Passo dopo passo

Storie di scienza

Utenza: IV-V elementare e I media

Insieme

Domenica 24 luglio.

Siamo pronti per andare a festeggiare.

Uscendo di casa, guardo la pergamena sulla quale tanti anni fa ho scritto quello che ci aveva detto mio padre, quando gli ho detto che ci saremmo sposati.

«Il matrimonio non è un punto di arrivo, ma un punto di partenza. L'amore si modifica, le persone cambiano, la vita vi darà gioie e dolori. Solo se camminerete fianco a fianco guardando nella stessa direzione, riuscirete ad affrontare e superare le difficoltà che troverete lungo la strada».

Bella metafora, non credi?

Ti guardo, ma sei strano: lo sguardo assente, non riesci a parlare. Che cosa ti sta succedendo?

Riconosco i sintomi e chiamo subito un'ambulanza. No, devi farcela, non puoi lasciarmi proprio ora.

I soccorsi arrivano in fretta, ti portano all'ospedale a sirene spiegate.

Martedì 26 luglio.

Sono accanto a te. Dovevamo uscire per festeggiare l'anniversario di matrimonio, e invece siamo qui, in ospedale. L'infermiera mi ha detto di parlarti; forse, sentendo la mia voce, tornerai da me.

Ricordi l'ultima domanda che ti ho fatto?

«Bella metafora, non credi?»

Io sono sempre stata una grande camminatrice, e tu, un corridore con molte vittorie alle spalle: corsa su strada, corsa campestre, corsa in montagna... l'importante era correre.

Come possono due persone tanto diverse, condividere il sentiero della vita?

Io e te, come la camminata e la corsa... In entrambi i casi il piede esercita una forza sul terreno che, a sua volta, ne esercita una di uguale intensità sul piede, facendoci avanzare. Certo, l'impatto è diverso a seconda che si cammini o si corra, ma è così anche nella vita. C'è chi cammina appoggiando il piede bene a terra, facendolo rullare lentamente, come se volesse pensare a ogni singolo passo che compie, e c'è chi corre e con il piede colpisce il terreno come una palla che rimbalza con leggerezza, salendo verso l'alto. Due modi diversi per avanzare, due modi diversi di affrontare la vita. Calma e riflessione da un lato, impeto e leggerezza dall'altro. E poi c'è il suolo, ciò che ci offre la vita: superfici comode, che ci hanno permesso di avanzare senza troppa fatica e terreni ripidi e sconnessi, che hanno messo a dura prova la nostra capacità di procedere.

E così abbiamo percorso insieme la nostra strada. La vita ci ha riservato tante gioie: due figli meravigliosi, quattro adorabili nipotini, qualche viaggio tutti insieme, amici veri. Ma nel corso degli anni abbiamo dovuto affrontare molte difficoltà: la morte di molte persone care, le crisi dei figli, la disoccupazione, la ricerca di un lavoro. Talvolta ci siamo fermati insieme per goderci quello che la vita ci stava offrendo; spesso io ti ho fatto rallentare, costringendoti ad andare al mio passo, a volte ti ho lasciato correre, sperando che poi ti fermassi ad aspettarmi, e altre volte tu ti sei messo al mio fianco, facendomi accelerare.

Ora ti sei fermato, ma il vero amore sa aspettare. E io ti aspetterò, perché so che tornerai.

Passo dopo passo

Domenica 1 agosto.

Finalmente apri lentamente gli occhi e con un sorriso mi dici «Abbiamo passato la vita alla ricerca di un ritmo comune, che ci permettesse di procedere nella stessa direzione, non avrai mica pensato che ti avrei lasciata festeggiare da sola?»

Domenica 4 settembre.

Siamo qui, circondati da figli e nipoti, al centro della pista da ballo come quando ci siamo conosciuti, cinquantatré anni fa. Mentre suona la nostra canzone, ripenso alle parole di mio padre.

Stiamo festeggiando le nozze d'oro: un bel traguardo. Un oro che abbiamo vinto insieme, perché abbiamo scelto di leggere, e mettere in pratica ogni giorno della nostra vita, le parole scritte su quella pergamena.



I piedi di Philippe

Aprile 2009 – in un posto sperduto della Francia

Il telefono prende quando vuole, lei mi chiama.

Cerchiamo di capirci; la mia lingua madre è il francese, perciò chiedo «Lo sai l’inglese?», e lei «L’ho studiato al liceo, dai che qualcosa mi ricordo», e io «Non mi pare».

«Abbiamo saputo di Handi-Grimpe, hai voglia di venire in Italia per raccontarci la tua esperienza?».

Maggio 2009 – in un paesino del Trentino

Alle 18 in punto sono sotto casa sua. L’incontro in teatro è previsto per le 20. Perché sono tutti agitati? Avevo detto che sarei arrivato, e sono arrivato. Sì, è vero, è quasi un mese che non mi faccio più sentire, ma sono qui.

Che serata! Tanta gente e tanto interesse.

Mi stabilisco a casa sua, o meglio, dormo nel mio furgone, ma vivo il resto della giornata in famiglia.

Nel fine settimana andiamo in Val Daone, un paradiso per chi ama il Boulder.

La Val Daone è una vallata trentina che parte dai ghiacciai dell’Adamello e prosegue lungo il fiume Chiese attraversando luoghi incontaminati che sono una palestra a cielo aperto per gli arrampicatori, in particolar modo per chi pratica l’arrampicata su massi, il Boulder per l’appunto.

Federico ha tre anni e viene con noi: non riesco a guardarla mentre arrampica. Ho paura si faccia male. Paura... proprio io che giro il mondo per dire agli altri che non devono averne: niente è difficile. «Tutto è una questione di accettazione e percezione. La disabilità è il regalo più bello che la natura mi ha fatto. Liberarmi delle mie sconfitte è il miglior modo per mostrare chi sono.»⁵

Sono nato il 12 marzo del 1977 nell’isola di Martinica. Sono diverso: sono basso, ho un naso strano e quando rido, mi si chiudono gli occhi. I miei non ce la fanno e mi abbandonano in un orfanotrofio dove subisco vari interventi: risultato? Polsi rigidi e avambracci senza forza.

A quattro anni vengo adottato da una famiglia francese. Altri interventi, ma niente scuole speciali. Si fa quello che fanno gli altri: corsa, nuoto, calcio... Mi convinco di poter fare tutto, ma lo sguardo degli adulti mi ferisce: mi guardano stupiti, non capiscono se sono di questo mondo o se vengo da Marte. Gli adulti non sono come i bambini.

Partecipo a competizioni “normali” e tutti tifano per me: c’è un vantaggio a essere disabili.

Voglio entrare nel club di ciclismo, ma mi chiudono la porta in faccia; in quello di arrampicata invece no. Il mondo dell’arrampicata è diverso: si accetta chiunque, si parla con tutti, ci si aiuta a vicenda anche nelle competizioni... il che fa un po’ ridere.

Partecipo a una gara “normale”: strano per i francesi vedere un disabile che gareggia. Arrivo ultimo, ma che soddisfazione.

Sembra che l’arrampicata possa diventare sport olimpico. Sarebbe fantastico, mi piacerebbe moltissimo partecipare.

Nel 2003 fondo un’associazione e organizzo Handi-Grimpe, un evento annuale aperto a tutti, dove si arrampica solo con un handicap, vero o artificiale.

Voglio che la gente capisca cosa significa arrampicare con una disabilità e spero che la federazione internazionale crei una categoria disabili: tutto ovviamente in vista delle olimpiadi.

⁵ Si ringrazia Philippe per aver permesso la pubblicazione di questa storia, <https://www.philipperibiere.net/>

Ora giro il mondo per parlare di arrampicata e disabilità e il mio Evolution Tour è approdato in questo paesino, vicino a Trento.

È ora di pranzo, ci sediamo sui crash, ci togliamo le scarpe e tiriamo fuori i panini. Federico fissa i miei piedi.



«Perché non usi i calzini, quando indossi le scarpette d'arrampicata?» Scoppio a ridere: pensavo mi chiedesse perché ho i piedi strani; invece, lui non vede la mia disabilità: la cosa che lo colpisce è che io sia scalzo. Eh già, perché lui, invece, i calzini non li toglie mai. Prendo una scarpetta e la capovolgo.

Vedi la suola? È fatta apposta per aumentare l'attrito, così da non scivolare.

Metti una mano in una scarpetta d'arrampicata e l'altra in questa scarpa da tennis.

Ora vai lì, vicino a quel masso, appoggia le suole sulla roccia e prova a far scorrere le scarpe in su e in giù: senti la differenza?

«Sì, con la scarpa da tennis si scivola, con l'altra, no. Ma non capisco perché non metti i calzini».

Fortunatamente sono venuto con il mio furgone, dove c'è

l'asciugacapelli.

Ecco, vieni qui, riscaldiamo la suola di una scarpetta d'arrampicata: ora metti una mano nella scarpetta di prima e una mano nella scarpetta riscaldata. Appoggiati al masso e riprova a fare l'esercizio di prima. Noti differenze?

«Faccio più fatica a far scivolare quella riscaldata.»

Il piede scalzo fa la funzione dell'asciugacapelli: riscalda la scarpetta rendendo la suola più morbida e aumentando la sua tenuta.

«Quindi non usare i calzini è come mettere la maionese sulle mani?» mi chiede.

La maionese? La magnesite, vorrai dire. Sì, l'effetto finale è lo stesso, ma i motivi sono diversi.

Se le tue mani fossero un po' umide, potresti scivolare: la polvere di magnesio serve ad asciugarle quel tanto che basta per non farti scivolare.

Quindi possiamo dire che la gomma delle scarpette, il calore del piede, e il magnesio sono tutti strumenti che aumentano l'attrito e ti impediscono di scivolare.

Finiti i panini riprendiamo ad arrampicare e per la prima volta Federico toglie i calzini, prima di indossare le sue scarpette.

Dovevo fermarmi una notte, ma è già passata una settimana.

È sabato, lei mi guarda e con un po' di imbarazzo mi dice «Philippe, purtroppo domani dobbiamo partire, abbiamo prenotato le vacanze e non possiamo disdire ma tu, se vuoi, fermati ancora».

Le dico «grazie, è stato tutto meraviglioso, persino il tuo inglese: ora effettivamente ti credo, lo avevi studiato, era solo questione di esercizio... come tutto, del resto».

L'indomani loro partono e io resto ancora un po': in Trentino ci sono ancora tante falesie da visitare.

Prova tu

❖ Chi ha le gambe lunghe cammina più veloce?

- Scarica su uno smartphone l'app Pedometro.
- Avvia l'app e cammina cercando mantenere l'andatura che ti permette di fare meno fatica.
- Registra sul quaderno il valore della velocità della tua camminata.
- Misura la lunghezza della tua gamba.
- Riporta in una tabella i dati relativi a tutti i tuoi compagni.

- Lunghezza gamba (m)	- Velocità (m/s)
-	-
-	-
-	-

- Cerca una relazione tra la lunghezza della gamba e la velocità del tuo passo naturale, riportando in un piano cartesiano i dati relativi ai tuoi compagni di classe.

❖ È meglio correre scalzi o con le scarpe?

- Misura 5 volte il tempo impiegato a percorrere il lato lungo del campo da pallavolo e calcola il tempo medio.
- Ripeti la misura utilizzando scarpe diverse, camminando scalzo e camminando con i calzini.

Passo dopo passo

Il percorso per le scuole secondarie di secondo grado

L'analisi della camminata e della corsa permette di affrontare molti argomenti di fisica previsti al biennio e offre all'insegnante la possibilità di lavorare interdisciplinamente con l'insegnante di educazione fisica e con l'insegnante di scienze.

Area concettuale

La meccanica ovvero perché (non) si muovono le cose [1]

Conoscenza

Forza come interazione di scambio e urti

Concetti chiave

principi della meccanica classica e loro applicazioni.

Riferimenti normativi per il liceo scientifico

Terminato lo studio della meccanica, lo studente dovrà possedere un'adeguata capacità di comprendere e descrivere semplici fenomeni legati al movimento degli oggetti non equilibrati (ovvero al loro eventuale equilibrio) e alle cause di tali moti, riuscendo in particolare a evitare descrizioni frammentarie, spontanee eppure non allineate con la visione generale del mondo fisico, nello specifico quella visione permessa dalle leggi del moto di Newton in un contesto classico di relatività galileiana, incluse le approssimazioni di urto e il significato operativo in termini di interazione di scambio. Si richiede inoltre allo studente di essere in grado di assistere e in caso di partecipare, con cognizione di causa, a discussioni centrate sugli aspetti storici ed epistemologici dell'applicazione del metodo scientifico e, in particolare, della gravitazione universale e dell'evoluzione storica e scientifica dei sistemi cosmologici.

Abilità	Conoscenze
<ul style="list-style-type: none">- Riuscire a comprendere i più semplici aspetti di un moto a partire dalle sue eventuali cause.- Sapere prevedere una semplice traiettoria e valutarne i tratti più salienti.- Essere consapevole del ruolo di possibili principi generali di conservazione per comprendere quantitativamente semplici moti di corpi riconducibili a un punto materiale.	<ul style="list-style-type: none">- Equilibrio in situazioni di interesse quotidiano.- Sistemi di riferimento inerziali.- La massa inerziale e il peso di una massa.- Forza come interazione di scambio, urti.- Quantità di moto e sua conservazione.- Leggi della dinamica classica.- Campo gravitazionale.- Lavoro, energia cinetica, energia meccanica, potenza.- Vari tipi di forze.

Figura 51 [1] Linee guida provinciali

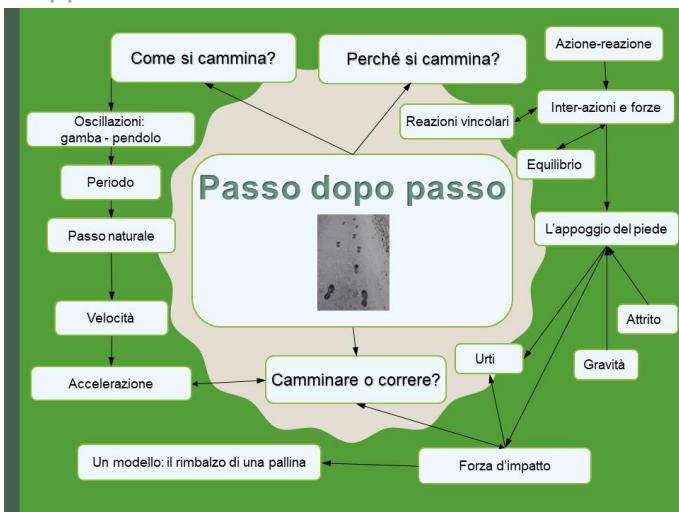
Lo studio della meccanica riguarderà problemi relativi all'equilibrio dei corpi e dei fluidi; i moti saranno affrontati innanzitutto dal punto di vista cinematico giungendo alla dinamica con una prima esposizione delle leggi di Newton, con particolare attenzione alla seconda legge. Dall'analisi dei fenomeni meccanici, lo studente incomincerà a familiarizzare con i concetti di lavoro ed energia, per arrivare ad una prima trattazione della legge di conservazione dell'energia meccanica totale.

Figura 52 [2] Indicazioni Nazionali

Scelte didattiche

I contenuti relativi a quest'area concettuale presentano generalmente delle difficoltà per gli studenti del biennio, dovute in parte alla persistenza di misconcezioni e in parte alle ancora deboli conoscenze in ambito matematico. Necessitano perciò di essere ripresi al triennio. In questa fase si preferisce quindi proporli come evidenze sperimentali, evitando una trattazione teorica completa.

Mappa



Espansioni transdisciplinari



Figura 53 Immagine creata con <https://www.wordclouds.com/>

Innesco

L'insegnante propone una situazione, una lettura o un video che possano stimolare l'interesse e la curiosità della classe, per esempio:

Si consuma più energia correndo o camminando?

Esci da scuola e piove a dirotto: per raggiungere la fermata dell'autobus, ti conviene camminare o correre?

Scalzi è meglio? [3]

The Barefoot Professor: by Nature Video <https://www.youtube.com/watch?v=7jrnj-7YKZE>

La corsa in montagna e l'eterno dilemma: in salita è meglio correre o camminare? [4]

Sequenze

1. Come si cammina? Oscillazioni.
2. Perché si cammina? Il principio di azione e reazione.
3. Camminare o correre? Velocità e urti.

Sequenza: *Come si cammina? Oscillazioni*

Situazione stimolo

Per introdurre la sequenza, l'insegnante può chiedere come si possa modellizzare la camminata.

Domande guida

- Possiamo pensare alla gamba come a un pendolo? [5][6]
- Dove si trova il fulcro?

Attività o esperimenti proposti

- Il movimento della gamba: il periodo di oscillazione.
- La velocità nella camminata.
 - o Lunghezza del passo “naturale”.
 - o Misura indiretta della velocità.
 - o Misura diretta della velocità (contapassi e pedometro).
- Relazione tra velocità e lunghezza della gamba.

Le schede con le descrizioni dettagliate sono riportate di seguito.

IL MOVIMENTO DELLA GAMBA

Lo studio della meccanica dell'andatura è fondamentale per la progettazione e realizzazione di protesi. Ascolta l'intervista al motociclista Emiliano Malagoli che, in seguito a un incidente stradale, ha perso una gamba.

(<https://www.youtube.com/watch?v=s-NMW5GyDLc>
video YouTube, Tagadà, LA7)



RIFLETTI

Il primo passo consiste nello studiare e modellizzare il cammino.

Il pendolo ti sembra un buon modello?

Dove metteresti il fulcro?

Come misureresti il periodo di oscillazione?

CHE COSA TI SERVE

- Una sedia.
- Un metro a nastro.
- Un cronometro.

CHE COSA DEVI FARE

- Sali su una sedia e lascia penzolare una gamba.
- Lasciala oscillare "naturalmente", così da simulare il tuo passo naturale, quello che ti permette di fare meno fatica.
- Cronometra il tempo impiegato a compiere 10 oscillazioni.
- Calcola il periodo di oscillazione.
- Ripeti il tutto cinque volte e trova il valor medio del periodo.
- Misura la lunghezza della tua gamba.
- Schematizzando la gamba come un'asta rigida e omogenea di lunghezza L e massa M, il periodo risulta pari



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2L}{3g}}$$

- Puoi confrontare il valore ottenuto sperimentalmente con quello ottenuto usando questa formula.

IL MOVIMENTO DELLA GAMBA

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

OSSERVAZIONI

- 1) Prima di questo esperimento non avevo mai riflettuto sul fatto che un'azione spontanea e automatica come il camminare potesse essere considerata come moto oscillatorio.
- 2) Anche senza la conoscenza di una legge puoi ricavare dall'esperienza empirica dei dati coerenti e soddisfacenti.
- 3) Osservando il grafico si può vedere come i dati teorici si inseriscono senza troppo margine di errore nei dati sperimentali.

Il pendolo sembra un buon modello per studiare e analizzare il camminato
perché il movimento che fa è simile al movimento della gamba un camminato
mo.
• Il fulcro lo metterei dove c'è laanca.
• Il periodo di oscillazione lo misureremmo nello stesso modo in cui abbiamo misu
rato il periodo del pendolo: quindi cronometriremmo il tempo che ci mette la
gamba a fare 10 oscillazioni (così da ridurre l'errore accidentale), e poi
dividere il tempo in 10 così da trovare il tempo medio di 1 oscillazio
ne.
Per cercare di essere più precisi si possono fare più misurazioni di 10 oscil
lazioni.

Equilibrio instabile e che quindi magari
ha influenzato il Tempo del periodo di'
oscillazione. Per evitare questo, bisognava
mettersi più al centro della sedia così
da avere un equilibrio stabile

È significativo il fatto che qualcuno, prima di aver eseguito questo esperimento, sostiene di non aver mai pensato al moto oscillatorio degli arti del corpo umano.

IL MOVIMENTO DELLA GAMBA

SUGGERIMENTI

Il ritmo ottimale della camminata si ottiene lasciando che la gamba si muova sotto l'azione della sola forza di gravità. In questo modo si minimizza la richiesta di energia metabolica.

Misura del periodo

- Cronometrare il tempo impiegato a compiere 10 oscillazioni e calcolare il periodo di oscillazione.
- Ripetere il tutto cinque volte.

t_{10} (s)	T(s)
14.70	1.470
15.48	1.548
14.81	1.481
14.74	1.474
15.46	1.546

- Trovare il valore medio del periodo, l'errore assoluto e il risultato della misura:

$$\bar{T} = \frac{\sum_i T_i}{5} = \frac{1.470 + 1.548 + 1.481 + 1.474 + 1.546}{5} \text{ s} = 1.5038 \text{ s}$$

$$\Delta T = \frac{\sum_i |T_i - \bar{T}|}{5} = \frac{0.0338 + 0.0442 + 0.0228 + 0.0298 + 0.0422}{5} \text{ s} = 0.03456 \text{ s} = 0.03 \text{ s}$$

$$T_{sper} = (1.50 \pm 0.03) \text{ s}$$

- Misurare la lunghezza della propria gamba:

$$L = (88 \pm 1) \text{ cm} = (0.88 \pm 0.01) \text{ m}$$

e, schematizzando la gamba come un'asta rigida omogenea di lunghezza L e massa M, $I = \frac{1}{3}ML^2$, ricavare il periodo teorico:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2L}{3g}} = 2\pi \sqrt{\frac{1.76 \text{ m}}{3 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 1.54 \text{ s}$$

$$T_{max} (L_{max}) = 1.55 \text{ s}$$

$$T_{min} (L_{min}) = 1.53 \text{ s}$$



Non è necessario ricavare la formula del periodo del pendolo fisico; è sufficiente fornirla e chiedere alla classe di farne un'analisi dimensionale. La potranno ritrovare nel seguito degli studi; per ora possono verificare che, entro le incertezze, fornisce valori confrontabili con quelli ottenuti sperimentalmente.

$$\Delta T = 0.01 \text{ s}$$

$$T_{teorico} = (1.54 \pm 0.01) \text{ s}$$

Confrontare i valori ottenuti.

IL MOVIMENTO DELLA GAMBA

Misura indiretta di g

Volendo, si può stimare il valore di g inserendo in $T = 2\pi \sqrt{\frac{2L}{3g}}$ il valore del periodo ottenuto sperimentalmente:

$$\bar{g} = 4\pi^2 \cdot \frac{2L}{3T^2} = 8\pi^2 \cdot \frac{0.88 \text{ m}}{3 \cdot (1.50)^2 \text{ s}^2} = 10.293 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Con

$$g_{max} (L_{max}, T_{min}) = 10.8399 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

e

$$g_{min} (L_{min}, T_{max}) = 9.7815 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

da cui

$$\Delta g = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Quindi

$$g = \bar{g} \pm \Delta g = (10.3 \pm 0.5) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Logiurato F. et al., “Teaching Physics with Soccer”, *WCPE 2012 Istanbul*

Gratton L.M. e Zanetti V., “Riga da disegno usata come bilancia a pendolo”, *LFNS 2009*,
<https://www.aif.it/articolo-rivista/riga-da-disegno-usata-come-bilancia-a-pendolo/>

Defrancesco S. e Gratton L.M., *Non era via da vestito di cappa*, DVD

LA VELOCITÀ NELLA CAMMINATA

Si dice che le persone con le gambe lunghe abbiano un passo più veloce.



RIFLETTI

Da che cosa dipende la velocità di una camminata o di una corsa?

C'è una relazione tra la frequenza dei passi, la lunghezza di un passo e la lunghezza della gamba?

Le persone che hanno gambe più lunghe hanno una camminata più veloce?

CHE COSA TI SERVE

Uno smartphone con app Pedometro.

CHE COSA DEVI FARE

- Misura la velocità della tua camminata.

Nell'esperienza precedente hai misurato il periodo del tuo passo naturale: puoi usarlo per ricavare il valore sperimentale della lunghezza del tuo passo, così da calcolare il valore della velocità. Avvia l'app Pedometro sullo smartphone e cammina cercando mantenere un'andatura naturale, quella che ti permette di fare meno fatica: potrai così misurare direttamente la velocità della tua camminata e confrontarla con il valore trovato precedentemente.

- Cerca una relazione tra la lunghezza della gamba e la velocità del passo naturale, riportando in un piano cartesiano i dati relativi ai tuoi compagni di classe.



Screenshot dell'app Pedometro

LA VELOCITÀ NELLA CAMMINATA

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

OSSERVAZIONI

- 1) confrontando i dati ricavati dalla camminata reale con quelli dell'osservazione della gamba da fermo (esperimento precedente) si sono delle discrepanze: la velocità è maggiore nella camminata reale.
- Questo potrebbe dipendere dal fatto che la camminata reale coinvolge tutto il corpo e quindi la storia della gamba è maggiore dell'osservazione statica.
- 2) In base al grafico si osserva che chi fa la gamba più lunga percorre la distanza in meno tempo, quindi si può dedurre che la distanza percorsa nel medesimo tempo è direttamente proporzionale alla lunghezza dell'arco.

- l'esperimento non è uemuto, probabilmente per i limiti estremi del pedometro
- la velocità di una camminata o di una corsa dipende da molti fattori come: il tempo atmosferico, le suole, le condizioni fisiche
- le lunghezze delle gambe sono molto varie quindi è probabile che per questo motivo anche i dati siano così variabili

LA VELOCITÀ NELLA CAMMINATA

SUGGERIMENTI

Noto il periodo T e la lunghezza del passo naturale, si ricava la velocità

$$v = \frac{\text{lunghezza passo}}{\frac{T}{2}}$$

Riportando nel piano cartesiano la velocità e la lunghezza della gamba si trova una relazione di proporzionalità diretta tra la velocità e la radice quadrata della lunghezza della gamba:

$$v \propto \sqrt{L}$$

Per quale motivo sussiste questa relazione?

Nell'esperimento *La gamba come pendolo*, la gamba è stata schematizzata come un'asta rigida omogenea di lunghezza L :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2L}{3g}}$$

Le persone con le gambe lunghe hanno un passo più lungo che, nella schematizzazione appena fatta, corrisponde al doppio dell'ampiezza x del pendolo:



ma $x = L \sin\theta$, pertanto $\text{lunghezza passo} = 2x \propto L$ e, poiché $T \propto \sqrt{L}$,

$$v = \frac{\text{lunghezza passo}}{\frac{T}{2}} \propto \frac{L}{\sqrt{L}} = \sqrt{L}$$

Bibliografia

Corso di aggiornamento *Come funzionano le cose nello sport*, 2020 – LCSF, Dipartimento di Fisica di Trento e IPRASE

Sequenza: Perché si cammina? Il principio di azione e reazione

Domanda stimolo

Per introdurre la sequenza, l'insegnante può proporre una domanda come questa.

Come fa una persona inizialmente ferma a iniziare a muoversi, ossia come facciamo a camminare?



Domande guida

- Senza attrito potremmo camminare?
- Senza gravità potremmo camminare?
- Perché non ci accorgiamo di muovere la Terra?

Attività o esperimenti proposti

Osservazioni qualitative: l'inter-azione necessita di due forze applicate a corpi diversi e aventi verso opposto. Si propone di osservare varie inter-azioni, partendo da quelle più evidenti e lasciando per ultime quelle gravitazionali che, non essendo osservabili direttamente, sono meno intuitive [7][8].

Analisi quantitativa: l'inter-azione necessita di due forze applicate a corpi diversi, aventi verso opposto e uguale intensità.

- Inter-azioni elettrostatiche.
- Inter-azioni magnetiche.
- Inter-azioni negli urti.
- Inter-azioni dovute all'attrito [9]
- Principio di A-R: tirare
- Principio di A-R: spingere.
- Inter-azioni gravitazionali.
- La forza d'attrito [10]
- La reazione vincolare.
- La camminata.

Le schede con le descrizioni dettagliate sono riportate di seguito.

Nota per l'insegnante: le forze nei testi scolastici

La maggior parte dei testi scolastici, introducendo le forze, segue uno schema di questo tipo:

1. Forze e loro effetti.
2. Forze per contatto e forze a distanza.
3. Misura di forze.
4. Le forze come vettori.

Solo nel capitolo relativo allo studio della dinamica, si affronta il terzo principio della dinamica e si parla di interazioni. Tra i testi visionati fanno eccezione Cutnell [11] e Amaldi [12] che parlano di interazione tra due corpi già nel capitolo delle forze e Malegori-Bocci-Poli [13], che introduce le forze partendo dal principio di azione e reazione.

Nessun testo visionato si preoccupa di specificare che le due forze che realizzano la coppia del terzo principio, giacendo sulla stessa retta d'azione, non originano complessivamente alcun momento torcente (ovvero sono una coppia nulla).

Nella maggior parte dei casi, l'enunciato del principio di azione-reazione esprime «che cosa succede nel caso in cui due oggetti stiano interagendo, ma il compito di accorgersi *che stanno interagendo e come e perché* viene lasciato all'analisi del lettore» [9].

Spesso la formulazione stessa del principio o la presentazione di esempi inducono l'affermarsi di misconcezioni:

- «*a ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria*» [14], anche se nel seguito Castagnoli porta il lettore a ragionare sul punto di applicazione e sulla differenza tra il III principio e le condizioni di equilibrio;
- «*se il libro è appoggiato sul tavolo, diremo che è in equilibrio perché il suo peso è bilanciato dalla reazione del piano, che è anch'essa una forza*» [15]
- «*Somma di forze parallele contrapposte. La risultante conferma che i ragazzi a destra esercitano una forza maggiore*». [16]

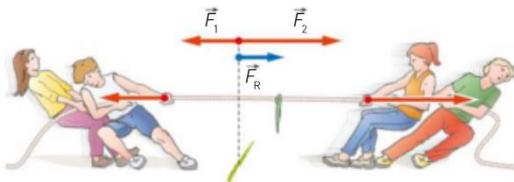


Figura 54 [16]

- Nel capitolo relativo alla dinamica, la maggior parte degli autori sottolinea e cerca di chiarire gli aspetti che potrebbero indurre misconcezioni:
- «È importante osservare che l'azione e la reazione, pur essendo due forze uguali e opposte, non si annullano reciprocamente perché agiscono sempre su corpi diversi». [11]
- «I moduli delle forze che agiscono sull'astronave e sull'astronauta sono uguali, ma le accelerazioni con cui i due corpi si muovono sono diverse perché dipendono dalla massa di ciascuno di essi». [11]
- «Le due forze \vec{F}_{A-B} e \vec{F}_{B-A} sono opposte, ma non si annullano a vicenda perché agiscono su corpi diversi; il fatto che abbiano la stessa intensità non vuol dire che producano le stesse accelerazioni». [12]

Ciò nonostante, le misconcezioni permangono anche a livello universitario e oltre: perché?

Forse lavorare sulle forze separando nettamente l'analisi statica da quella dinamica, favorisce il consolidarsi nel tempo di misconcezioni difficilmente superabili.

«Insistere su una definizione di forza che preceda la II legge di Newton può essere pericoloso, sia per le circolarità che possono accompagnare tale definizione sia perché, storicamente, il concetto operativo di forza e la II legge di Newton hanno avuto origine dalla stessa idea. [...] Visto lo stretto legame tra il principio di azione-reazione e la conservazione della quantità di moto, ci sembra corretto che le due cose vengano presentate assieme, diversamente da quanto si fa in molti libri di testo, nei quali la quantità di moto compare in un capitolo a parte, successivo agli enunciati delle leggi di Newton». [17]

Nota per l'insegnante: misconcezioni [18][19][20]

Misconcezioni comuni

- La forza di reazione nasce in seguito alla forza di azione.
- Il principio di azione e reazione riguarda solo la meccanica.
- Le due forze sono applicate allo stesso corpo.
- Le due forze si equilibrano.
- Negli urti, le forze sono diverse e dipendono dalla massa dei due corpi.

Come affrontare le misconcezioni

- Osservare le forze di azione e reazione in diversi contesti.
- Sottolineare il concetto di inter-azione, perché azione e reazione nascono insieme.
- Insistere sul fatto che l'interazione si esplica attraverso due forze di uguale intensità e verso opposto che agiscono su corpi diversi; pertanto, le due forze "possono" avere punti di applicazione diversi.
- Dedicare del tempo alle reazioni vincolari, in particolare alle interazioni nel caso di un oggetto appoggiato: superare le incomprensioni legate alla normale [21] e distinguere tra *l'uguaglianza* in intensità dovuta al principio di azione e reazione (la forza normale dell'oggetto egualia la forza normale della superficie d'appoggio) e quella che deriva dalle condizioni di equilibrio.

«non comprendono correttamente che cosa interagisce con che cosa [...]. Lo sbaglio più comune degli alunni più giovani è il non riconoscere che il tavolo è capace di esercitare una forza verso l'alto; ad uno stadio successivo lo sbaglio più comune è il salto di un passaggio: la forza normale esercitata dal tavolo sul corpo viene interpretata come reazione alla forza di attrazione gravitazionale della Terra sul corpo» [9]

- Introdurre da subito il fatto che la forza causa un cambiamento della velocità di un corpo

«[...] Di fatto le deformazioni sono sempre accompagnate da movimento (cambiano le distanze intermolecolari all'interno del corpo deformato) perciò la forza che produce la deformazione di un corpo in realtà fa cambiare la velocità delle sue molecole. La deformazione si arresta quando, per effetto della mutata distanza intermolecolare, le interazioni tra le molecole del corpo producono una forza risultante opposta a quella agente dall'esterno per cui la forza risultante che agisce su ogni porzione del corpo deformato si annulla. Questa forza è macroscopicamente schematizzata dalla forza elastica, a cui normalmente ci si riferisce». [9]
- Far notare che, poiché l'interazione si esplica attraverso due forze che agiscono su corpi diversi, pur essendo le forze uguali in intensità, gli effetti possono essere diversi.

Quesiti per rilevare le misconcezioni

- Paolo e Luca, pesano entrambi 45 kg, indossano i pattini e si trovano uno di fronte all'altro, collegati da una corda. In quale caso si incontreranno a metà strada?
 - Se entrambi tirano la corda con la stessa forza.
 - Se uno dei due tira la corda e l'altro no.
 - In tutti i casi precedenti.
- Che cosa succede quando si effettuano rispettivamente una partenza e una frenata nel pattinaggio su ghiaccio?

- Un sasso cade a terra sotto l'azione della forza di gravità. Rappresenta graficamente le forze di azione e di reazione.
- Che cosa puoi dire relativamente alla forza gravitazionale con cui Terra e Sole interagiscono tra loro?
 - Terra e Sole si attirano con forze di uguale intensità.
 - Il Sole attira la Terra, ma non viceversa, perché la Terra ruota intorno al Sole.
 - La forza con cui il Sole attira la Terra è maggiore, perché è maggiore la massa del Sole.
 - Il Sole non attira la Terra, altrimenti la Terra cadrebbe sul Sole.
- Chi vince nel tiro alla fune?
- [19]Scegli la risposta che meglio descrive le forze interagenti tra due mezzi durante la collisione, per ognuna delle situazioni proposte.
 1. Un camion e un'automobile si muovono con velocità uguali e opposte, quando collidono.
 2. L'automobile si muove a velocità molto più elevata del camion.
 3. La collisione avviene tra due automobili aventi la stessa massa e una delle due è inizialmente ferma.
 - Il camion esercita una forza sull'automobile maggiore di quella che l'automobile esercita sul camion.
 - L'automobile esercita una forza sul camion maggiore di quella che il camion esercita sull'automobile.
 - Nessuno esercita una forza sull'altro; l'automobile si fracassa semplicemente perché è sulla traiettoria del camion.
 - Il camion esercita una forza sull'automobile, ma l'automobile non esercita alcuna forza sul camion.
 - Il camion esercita sull'automobile la stessa forza che l'automobile esercita sul camion.
 - Non ci sono abbastanza informazioni per rispondere alla domanda.
 - Nessuna delle risposte descrive la situazione in modo corretto.
- Due studenti sono seduti su due sedie identiche munite di rotelle, poste una di fronte all'altra. Lo studente A ha una massa di 95 kg e lo studente B ha una massa di 77 kg. Lo studente A posa i suoi piedi sulle ginocchia dello studente B. A un certo punto lo studente A spinge i suoi piedi verso l'esterno, causando il moto di entrambe le sedie. Durante la spinta e mentre i due studenti ancora si toccano [19]:
 - nessuno dei due studenti esercita una forza sull'altro;
 - lo studente A esercita una forza sullo studente B ma B non esercita alcuna forza sullo studente A
 - ciascuno studente esercita una forza sull'altro, ma B esercita la forza maggiore;
 - ciascuno studente esercita una forza sull'altro, ma A esercita la forza maggiore;
 - ciascuno studente esercita la stessa quantità di forza sull'altro.

INTER-AZIONI ELETTROSTATICHE

Talvolta, camminando su un tappeto sintetico indossando scarpe con suole di gomma, si prende la scossa.



RIFLETTI

Per quale motivo si prende la scossa?

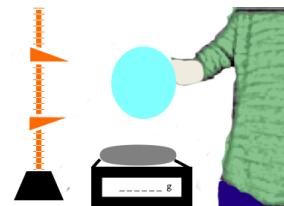
Che cosa succede avvicinando due palloncini carichi elettricamente? Quali forze agiscono? Possiamo misurarle utilizzando una bilancia?

CHE COSA TI SERVE

- Un palloncino.
- Un panno di lana.
- Una bilancia digitale ad alta risoluzione (almeno 0.1 g).
- Un'asta metrica di riferimento.
- Uno smartphone.

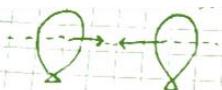
CHE COSA DEVI FARE

- Strofina il palloncino sul panno di lana.
- Avvicina il palloncino alla bilancia.
- Riprendi la scena con uno smartphone.
- Analizza il video e cerca una relazione tra il valore indicato dalla bilancia e la distanza del palloncino dal piatto della bilancia.



INTER-AZIONI ELETTROSTATICHE

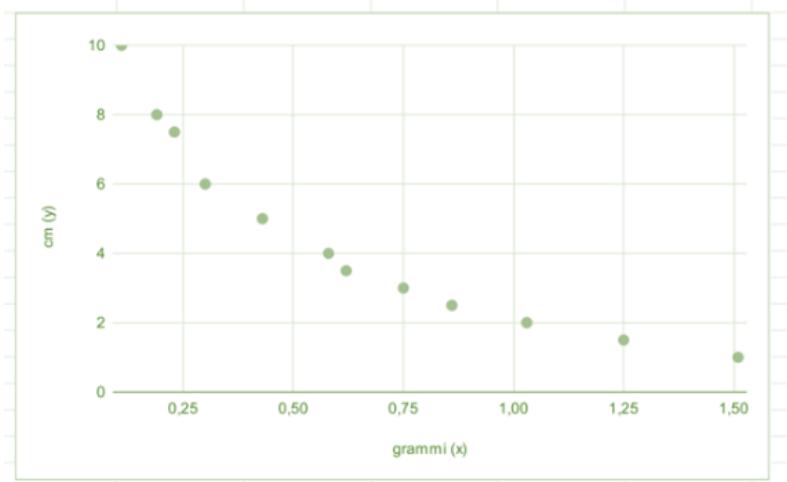
LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE



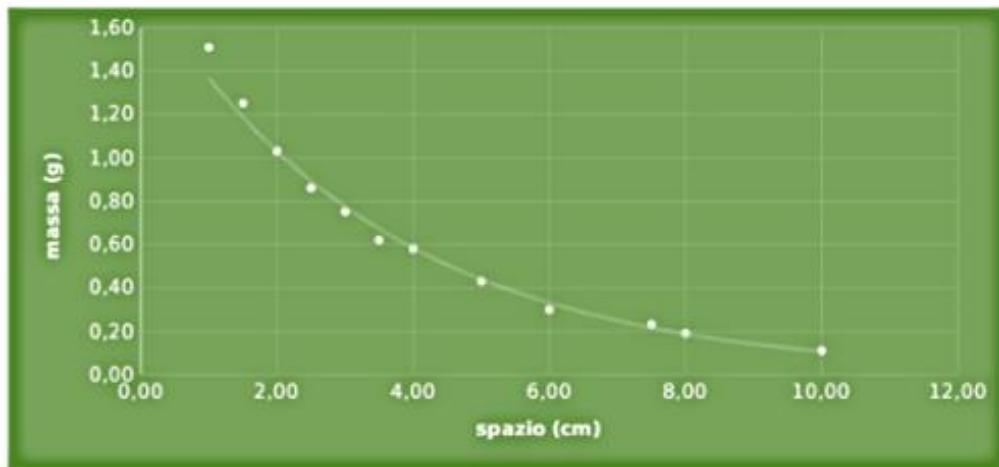
OSSERVAZIONI

- I palloncini hanno lo stesso direzione e modulo ma verso opposto.
- Nella bionda il palloncino (con carica positiva) è attirato dal piatto della bilancia perché ha la carica opposta (negativa).
- Il piccolo di acciaio della bilancia diventa negativo perché gli atomi sono estremamente sensibili e deve avere un piatto conduttore.
- Grazie a questo e al precedente esperimento ho notato che se ho due corpi interagiscono tra loro con un'interazione che si manifesta attraverso due forze contemporanee di uguale modulo, direzione ma con verso opposto. → PRINCIPIO DI AZIONE È REAZIONE

Se strofino i palloncini con un pomello di lana i palloncini si attraggono fra di loro e si attaccano ai vestiti di lana e ai capelli. Mi accorgo che più avvicino il palloncino alla bilancia elettronica, più diminuisce il peso su quest'ultima. Il palloncino carica positivamente aria e viene attirato dal piatto della bilancia in metallo, carica negativamente.



INTER-AZIONI ELETTROSTATICHE



Romande schedate

Si prende la scossa per l'alta conducibilità elettrica presente nel nostro corpo.

Tra i due palloncini avviene uno scambio di elettroni, quindi si respingono tra loro grazie alle forze elettromagnetiche misurabili con una bilancia.

INTER-AZIONI ELETTROSTATICHE

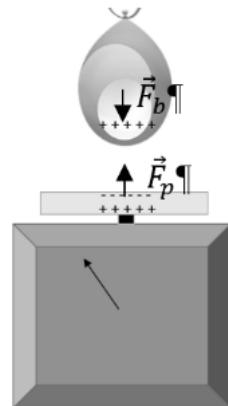
SUGGERIMENTI

Strofinato con il panno di lana, il palloncino si carica positivamente.

Quando lo si avvicina al piatto metallico della bilancia, conduttore, su di esso si genera una carica indotta e si produce una forza attrattiva.

Il piatto della bilancia esercita sul palloncino una forza \vec{F}_b verso il basso, e il palloncino esercita sul piatto della bilancia una forza \vec{F}_p verso l'alto, di conseguenza la bilancia indicherà valori negativi.

Per ricavare la misura della distanza del palloncino dal piatto della bilancia e la misura della massa, si possono utilizzare software di video-analisi come Tracker, oppure alcuni screenshot.

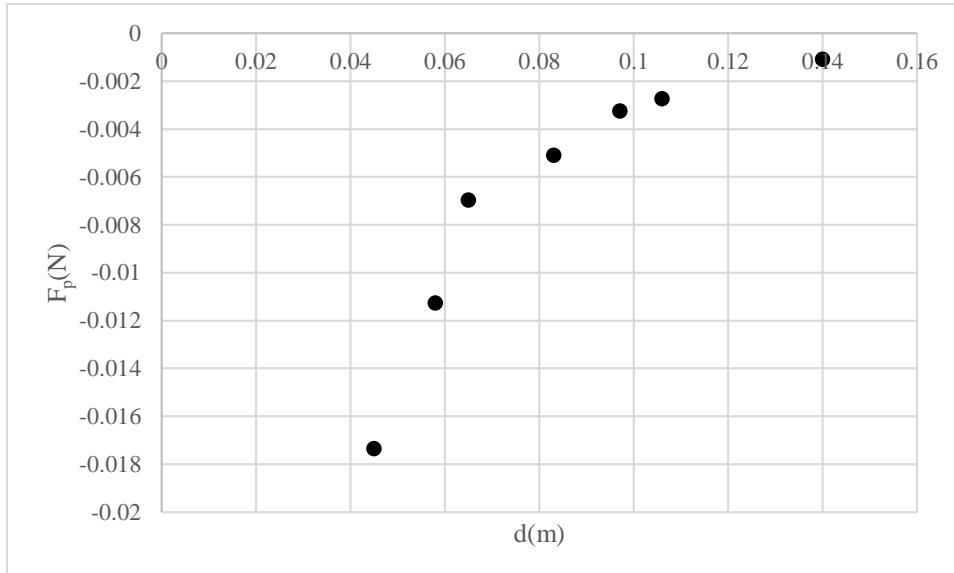


I dati riportati nel grafico si riferiscono ad alcuni screenshot di un video realizzato con lo smartphone.

Per il fattore di scala, detta D la distanza misurata sulla foto, L la lunghezza reale del riferimento e h la lunghezza del riferimento sulla foto, misurata con un righello, la distanza reale d si ottiene con una proporzione: $d = D \cdot L / h$

Massa m (kg)	Forza mg (N)	D (m)	d (m)

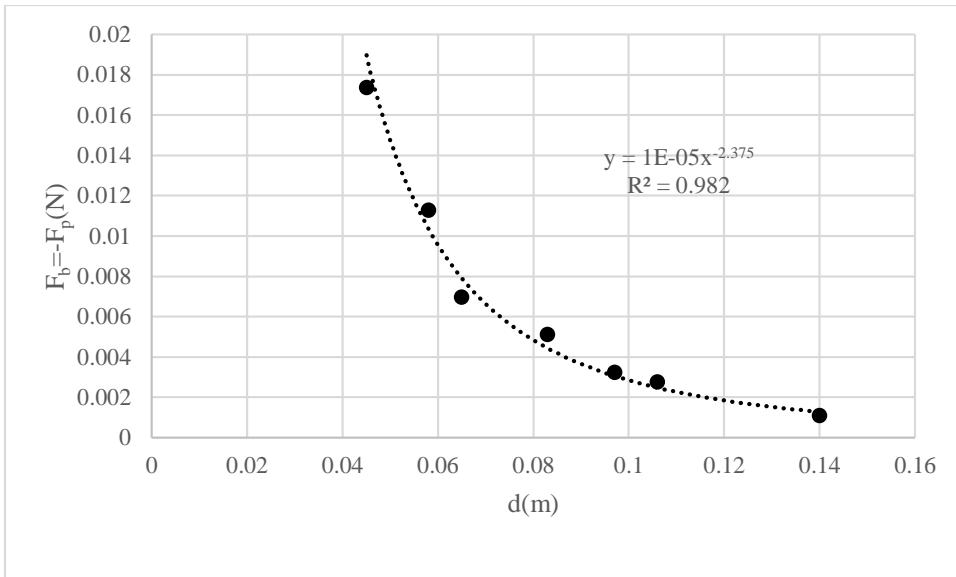
Dal grafico si nota che al diminuire della distanza, la forza aumenta in modulo.



Un grafico di questo tipo è difficile da leggere e interpretare. Si consiglia pertanto di lavorare sul grafico seguente:

Passo dopo passo

INTER-AZIONI ELETTROSTATICHE



aggiungendo la linea di tendenza (potenza) che, come si può notare, non si discosta molto da una relazione di proporzionalità quadratica inversa: $F \propto d^{-2}$.

INTER-AZIONI MAGNETICHE

C'è chi cammina o corre al chiuso su un tapis roulant magnetico, la cui caratteristica è l'assenza di un motore.

RIFLETTI

Come funziona un tapis roulant magnetico?

Qual è il ruolo dei magneti?

Prova ad avvicinare due magneti: che cosa succede?

Quali forze agiscono sui magneti?

Possiamo misurarle?

Interazione tra due magneti

per casa

CHE COSA TI SERVE

- Due magneti.
- Una bilancia digitale.
- Un'asta metrica di riferimento.
- Nastro adesivo.
- Uno smartphone.

CHE COSA DEVI FARE

- Utilizza il nastro adesivo per fissare un magnete al piatto della bilancia.
- Avvicina l'altro magnete alla bilancia, in modo tale che vi sia attrazione.
- Riprendi la scena con uno smartphone.
- Analizza alcuni screenshot, come fatto nell'esperimento precedente, e cerca una relazione tra la forza, che puoi ricavare dalla misura della massa indicata dalla bilancia, e la distanza tra i due magneti.

INTER-AZIONI MAGNETICHE – INTERAZIONI TRA DUE MAGNETI

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

* La bilancia ha una molla che misura la forza (non la massa) di un corpo in via indiretta (se appoggia dritto, la molla si comprime, se la tolgo, invece, la molla si solleva). Con questa considerazione possiamo capire che i valori negativi presenti sulla bilancia al momento dell'avvicinamento dei 2 magneti mi danno "l'intensità".

- c'è una relazione tra la molla della bilancia e la distanza dei magneti

Abbiamo notato che più si avvicinava il magnete alla bilancia, più il peso si abbassava (risultavano valori negativi). Quando si lascia la calamita, il valore torna positivo.

Se cambio modulo, direzione e verso \Rightarrow CAMBIA

La bilancia ci dice i valori delle forze del magnete sotto, che quindi spinge verso l'alto.

La bilancia sembra delle forte attrazione tra i due magneti sulla bilancia il valore diminuisce poiché il magnete s'innesta si solleva per allontanarsi dall'altro. Nel caso di poli opposti il valore aumenta.

Pensiamo sia dovuto alla forza esercitata contro la bilancia

INTER-AZIONI MAGNETICHE

Interazione tra carrellini

Questi carrellini hanno dei magneti incorporati. Premendo l'apposito pulsante, si respingono.



Le immagini sono state ottenute tramite screenshot del video dal canale Polimi OpenKnowledge,
<https://www.youtube.com/watch?v=sUZRRAahaTI>

RIFLETTI

Che cosa ti aspetti succeda utilizzando due carrellini?

E utilizzandone tre, disposti come nella foto?

CHE COSA TI SERVE

- Tre carrellini con magnete.
- Una guidovia.
- Uno smartphone.

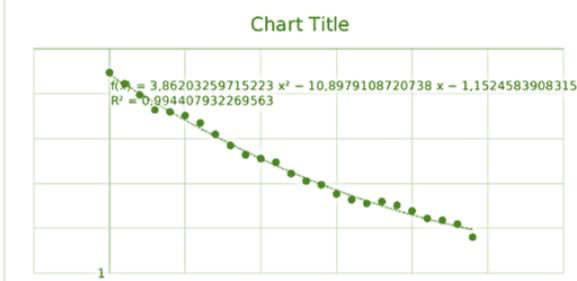
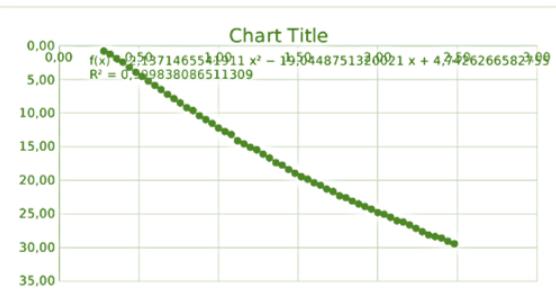
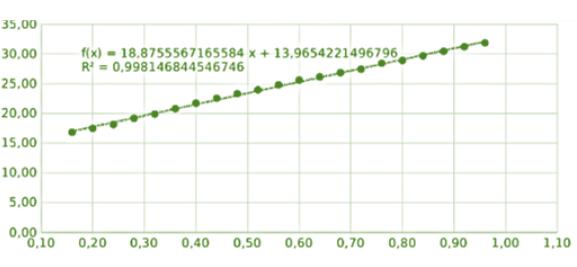
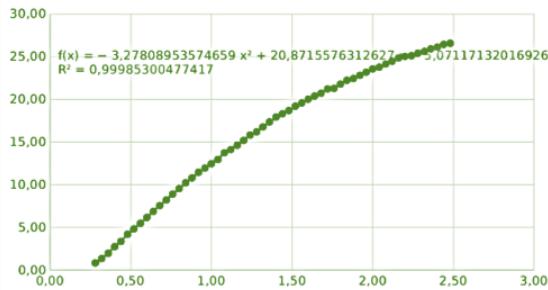
CHE COSA DEVI FARE

Riprendi la scena con uno smartphone.

- Avvicina i due carrellini e uniscili.
- Premi sull'apposito perno per separarli o taglia il filo che li tiene vicini.
- Analizza il video con Tracker per osservare la distanza percorsa dai due carrelli; quindi, cerca le relazioni che intercorrono tra massa, velocità e accelerazione dei carrelli.
- Ripeti il tutto usando i tre carrelli.

INTER-AZIONI MAGNETICHE – INTERAZIONI TRA CARRELLINI

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE



RIFLESSIONI

i carrellini si spostano alla stessa velocità perché hanno la stessa massa

RIFLESSIONI

il doppio carrello pesa di più per cui va più pelento mentre quello che è da solo va più veloce

INTER-AZIONI MAGNETICHE

SUGGERIMENTI

L'uso di Tracker permette di analizzare i dati anche in termini di velocità e accelerazione, nonostante gli studenti, in questa fase, ne abbiano solo una conoscenza intuitiva.

Le forze agenti sui carrelli di destra e di sinistra rispettano il principio di azione-reazione.

Si riporta un esempio di analisi nel caso dei tre carrellini. Il video analizzato è stato acquisito dal canale Polimi OpenKnowledge, <https://www.youtube.com/watch?v=sUZRAaha1TI>, utilizzando la funzione “registrazione schermo” del computer.

Il carrello di destra, rispetto alla persona che taglia il filo, ha una massa C doppia rispetto al carrello di sinistra, di massa A.



*Immagine ottenuta tramite screenshot dal canale Screenshot dal canale Polimi OpenKnowledge,
<https://www.youtube.com/watch?v=sUZRAaha1TI>*



! Sono stati considerati pochi dati, solo per mostrare come procedere.

Immagine ottenuta mediante screenshot da Tracker

Utilizzando una decina di dati, si potrà notare come i valori dell'accelerazione nei due casi siano inversamente proporzionali alle masse. È infatti sufficiente confrontare i valori assoluti del parametro A, ottenuto con un fit polinomiale di grado 2. I segni opposti dipendono dal fatto che i carrellini si muovono in versi opposti.

	Carrello di sinistra	Carrelli di destra
Massa	m	2m
Parametro A	$ -2.98 \cdot 10^3 \sim 3 \cdot 10^3 \text{ m}$	$ 1.49 \cdot 10^3 \sim 1.5 \cdot 10^3 \text{ m}$

Passo dopo passo

INTER-AZIONI MAGNETICHE

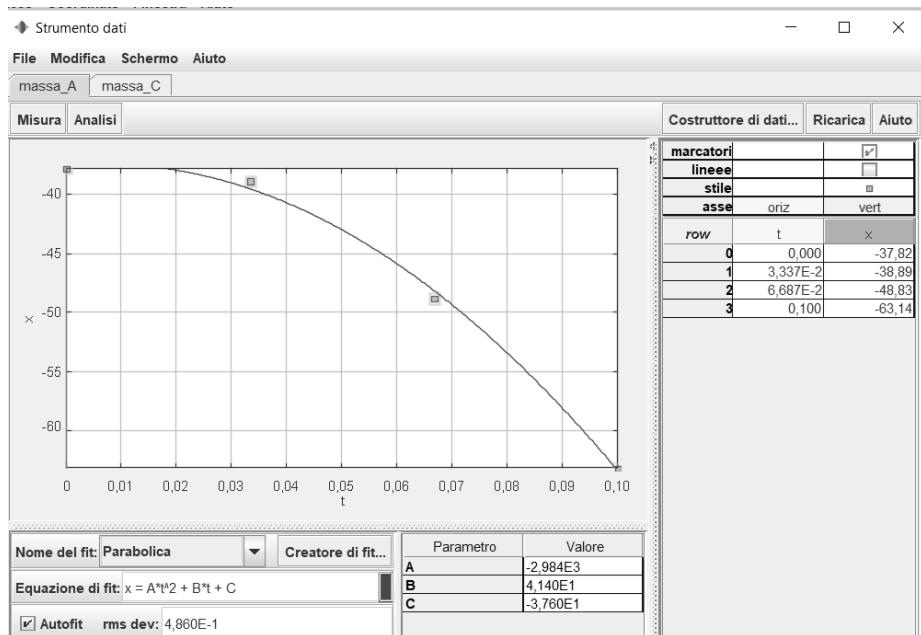
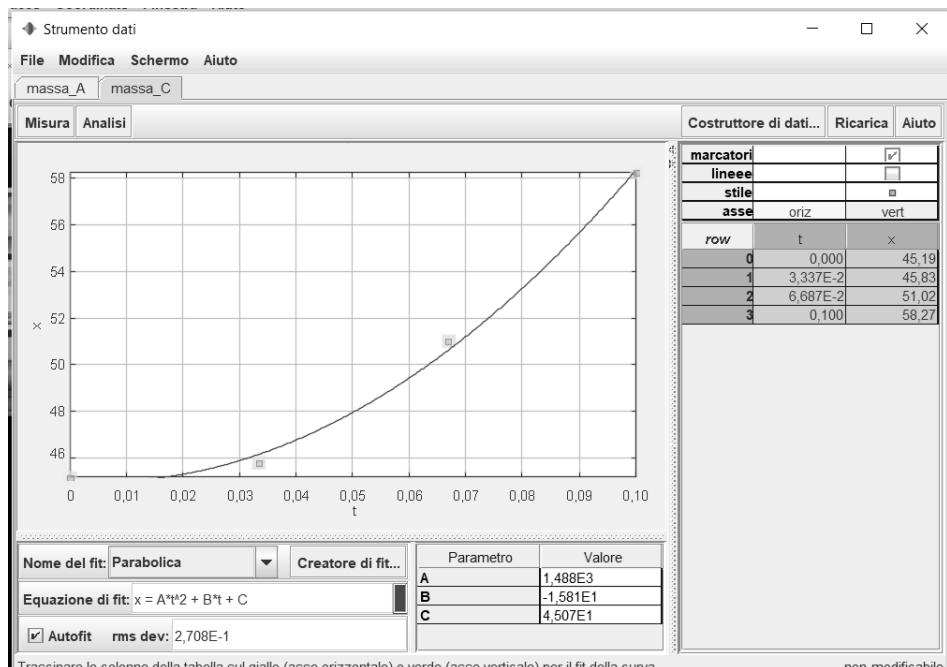


Immagine ottenuta mediante screenshot da Tracker



Trascinare le colonne della tabella sul ciallo (asse orizzontale) o verde (asse verticale) per il fit della curva

Immagine ottenuta mediante screenshot da Tracker

INTER-AZIONI NEGLI URTI

Sai che per utilizzare al meglio la muscolatura, la cadenza della corsa dovrebbe assumere valori prossimi a 180 bpm (passi al minuto)?



RIFLETTI

Utilizza un'opportuna app per misurare la cadenza.

Prova a saltare sul posto a cadenze diverse: per esempio a 100 bpm, 150 bpm, 180 bpm.

Quali differenze noti?

SIMULAZIONE DI UN URTO CON ALGODOOO

Scarica il software Algodoo dal sito: www.algodo.com

Simula l'urto di due oggetti mediante il software di simulazione e traccia i grafici $v(t)$, $F(t)$, $a(t)$.

Impostazione degli oggetti:

- Disegna un rettangolo e avvia la simulazione affinché esso cada sul pavimento. Imposta le caratteristiche posizionando il mouse sul rettangolo e aprendo il menu contestuale (tasto destro): Material: rubber, Velocities (x) a piacere, Massa a piacere
- Clona l'oggetto due volte e cancella il primo rettangolo.
- Cambia segno alla componente v_x della velocità dell'ultimo rettangolo.
- Imposta su entrambi gli oggetti la funzione plot, così da visualizzare i grafici $v(t)$, $F(t)$, $a(t)$.

Avvia la simulazione.

RIFLETTI

- Perché la velocità dei due oggetti diminuisce dopo l'urto?
 - o Ripeti il tutto dopo aver impostato Friction=0 sia per gli oggetti che per il pavimento.
- Perché la velocità dei due oggetti continua a diminuire dopo l'urto?
 - o Ripeti il tutto dopo aver disattivato la resistenza dell'aria.

INTER-AZIONI NEGLI URTI

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

$$0,5 \text{ Kg} \cdot 4 \text{ m/s} \quad 1 \text{ Kg} \cdot -4 \text{ m/s} \rightarrow \text{prima dell'urto}$$

$$0,5 \text{ Kg} \cdot -6,7 \text{ m/s} \quad 1 \text{ Kg} \cdot 1,3 \text{ m/s} \rightarrow \text{dopo dell'urto}$$

Osservando i dati possiamo notare che la velocità del corpo più leggero (con massa inferiore) aumenta, mentre quella del corpo con massa maggiore subisce un rallentamento.

$$0,5 \text{ Kg} \cdot 4 \text{ m/s} + 1 \text{ Kg} \cdot -4 \text{ m/s}$$

$$0,5 \text{ Kg} \cdot -6,7 \text{ m/s} + 1 \text{ Kg} \cdot 1,3 \text{ m/s}$$

Se sommiamo le velocità in valore assoluto vediamo che prima e dopo l'urto il moto si conserva perché abbiamo un urto elastico.

Fra i due corpi avviene uno scambio di energia fra quello con massa maggiore e quello con massa minore: possiamo vedere che la velocità dopo l'urto si è trasferita per circa $\frac{2}{3}$ rispetto alla velocità di partenza della massa maggiore a quella minore.

Esperienza

$4 \cdot 0,5 = 2$	Carrellino a sx prima dell'urto
$-6,7 \cdot 0,5 = -3,3$	Carrellino di sx dopo l'urto
$-4 \cdot 1 = -4$	Carrellino a dx prima dell'urto
$1 \cdot 3 = 3$	Carrellino a dx dopo l'urto

Risposte:

La velocità diminuisce perché c'è l'attrito

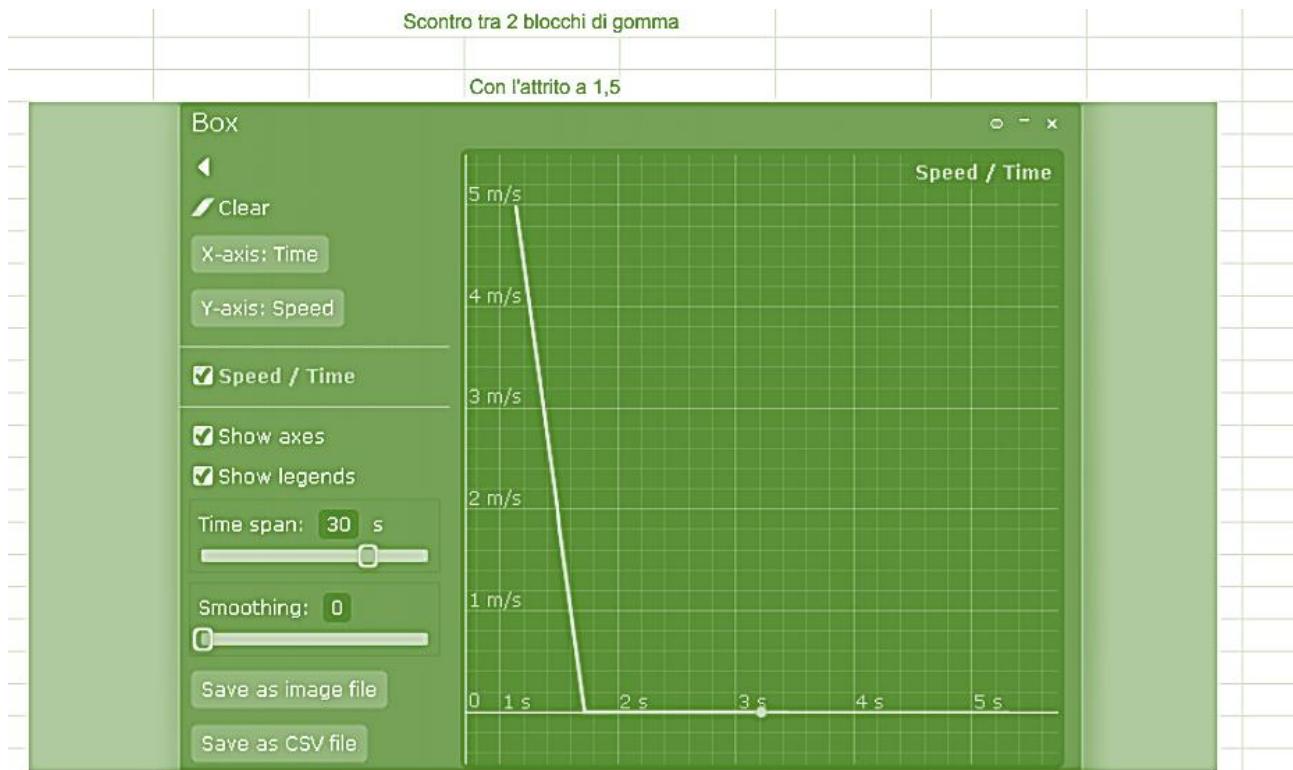
A causa della forza dell'aria, la velocità dei due carrellini diminuisce.

Osservazioni:

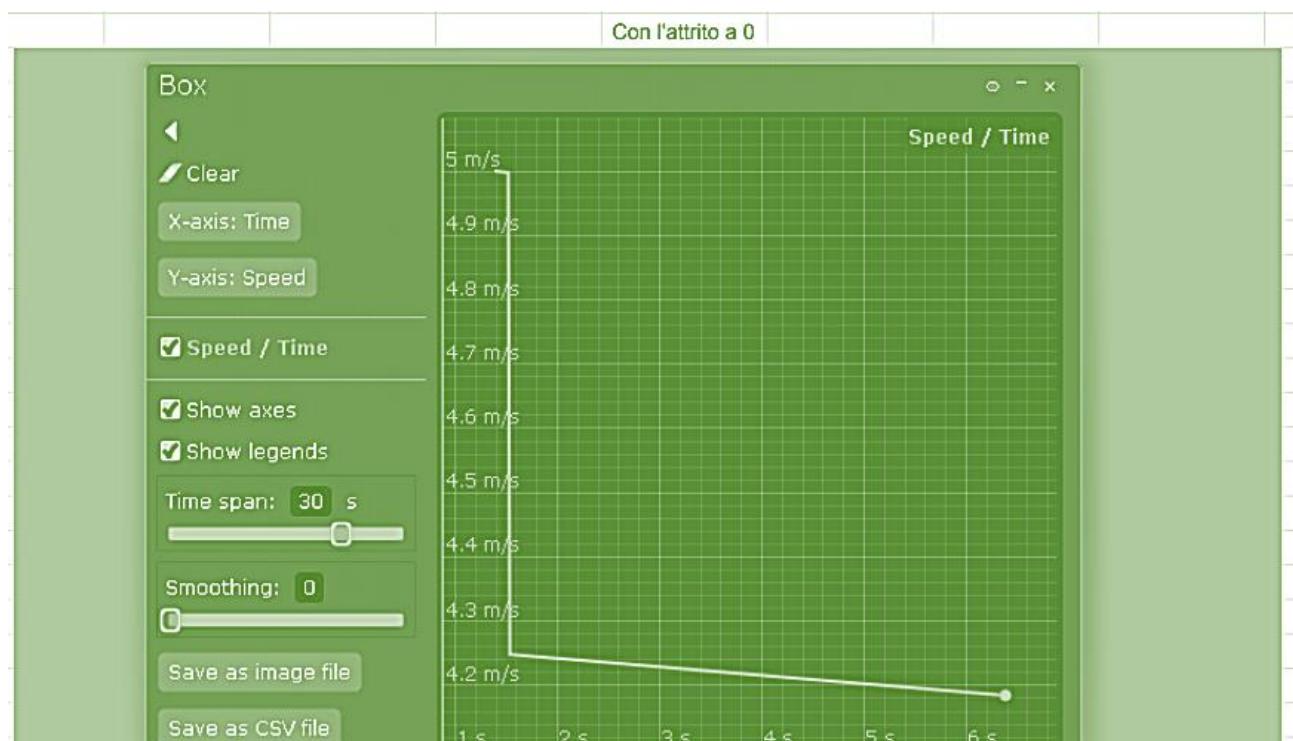
Ho osservato che i carrellini dopo lo scontro, vanno nelle direzioni opposte l'uno dall'altro, e che, uno avendo la massa il doppio dell'altro, quello con massa doppia andrà più lentamente per colpa del principio di azione e reazione, quindi il 3° principio della dinamica di Newton.

In viaggio attraverso la fisica

INTER-AZIONI NEGLI URTI



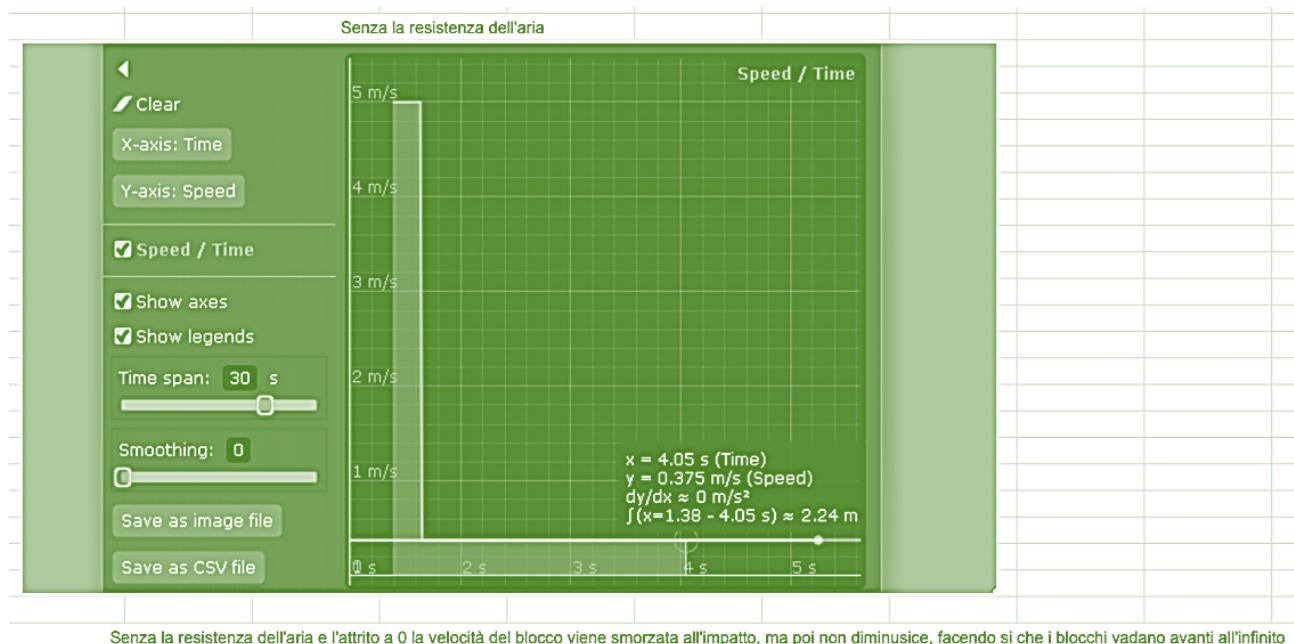
La velocità diminuisce velocemente fino ad arrivare a 0 e il blocco si ferma, perché l'attrito con il pavimento smorza il suo andamento



Con l'attrito a 0 la velocità viene smorzata all'impatto e poi scende lentamente per via dell'attrito dell'aria

Passo dopo passo

INTER-AZIONI NEGLI URTI



INTER-AZIONI NEGLI URTI

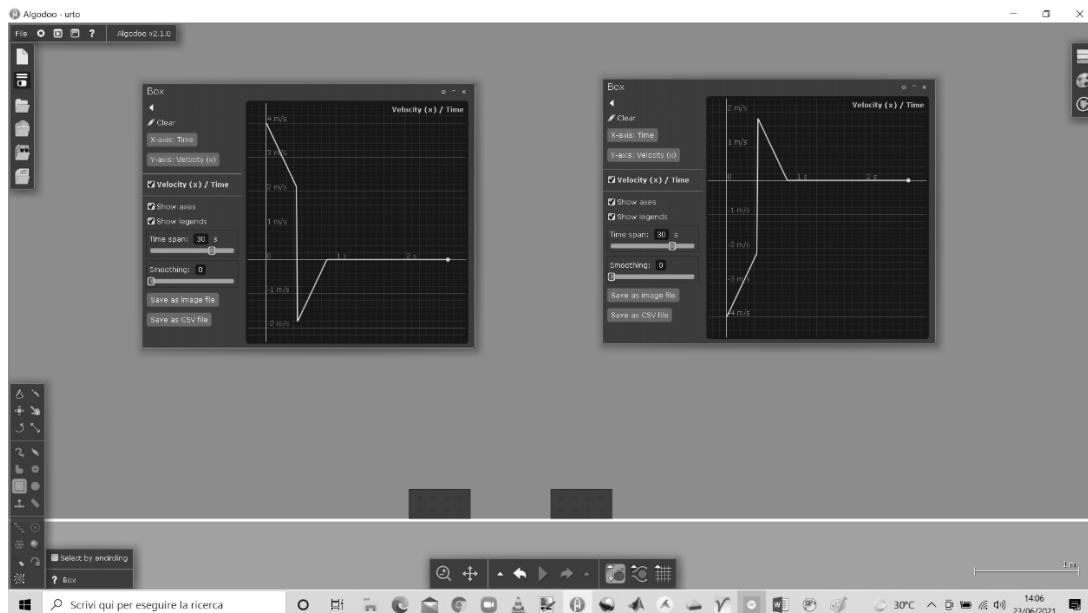
SUGGERIMENTI

Di seguito alcuni screenshot della simulazione realizzata con Algodo.

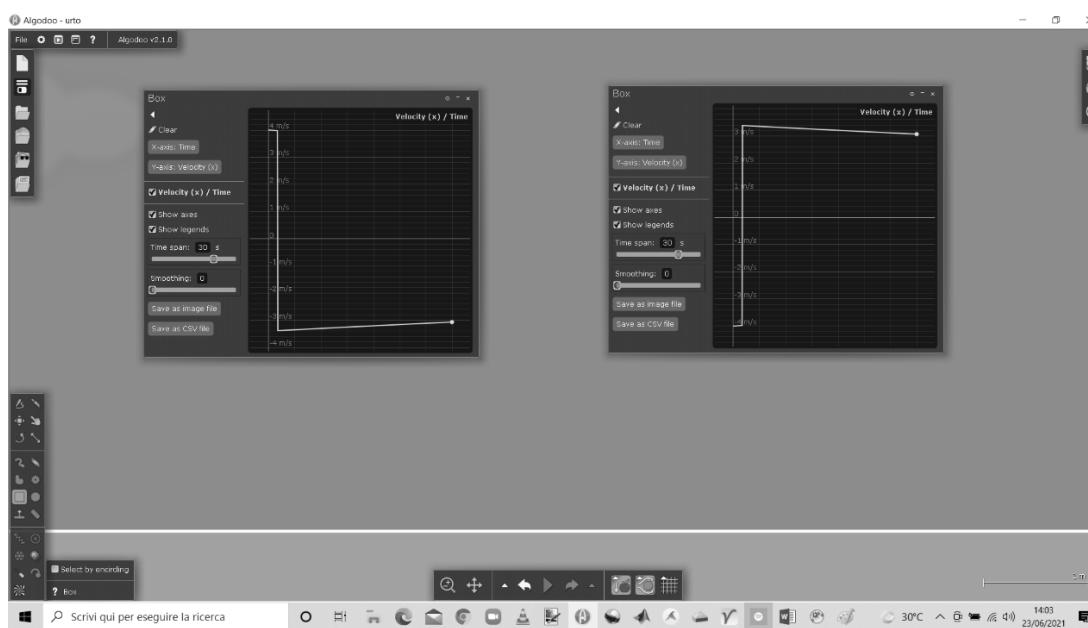
Primo caso: oggetti aventi la stessa massa

In tutti i grafici *velocità – tempo* si può verificare che la quantità di moto si conserva e, durante l’urto, i due carrelli “si scambiano” la velocità.

Grafici *velocità – tempo* nel caso di coefficiente d’attrito non nullo:



Grafici *velocità – tempo* nel caso di resistenza dell’aria non nulla:



Passo dopo passo

INTER-AZIONI NEGLI URTI

Grafici nel caso di coefficiente d'attrito e resistenza dell'aria nulli:

velocità – tempo

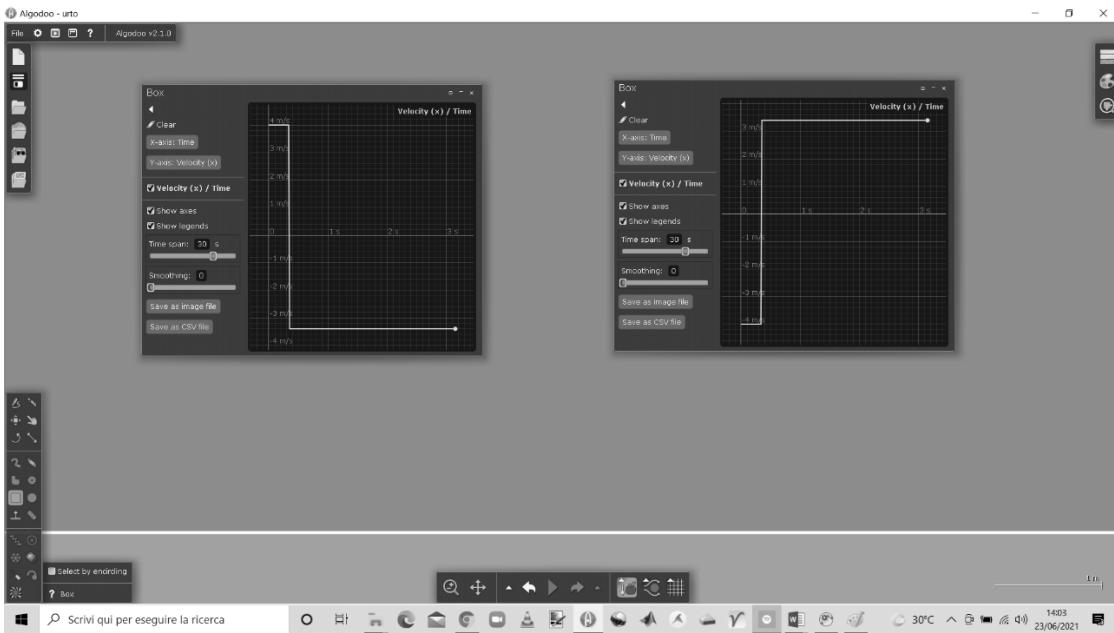
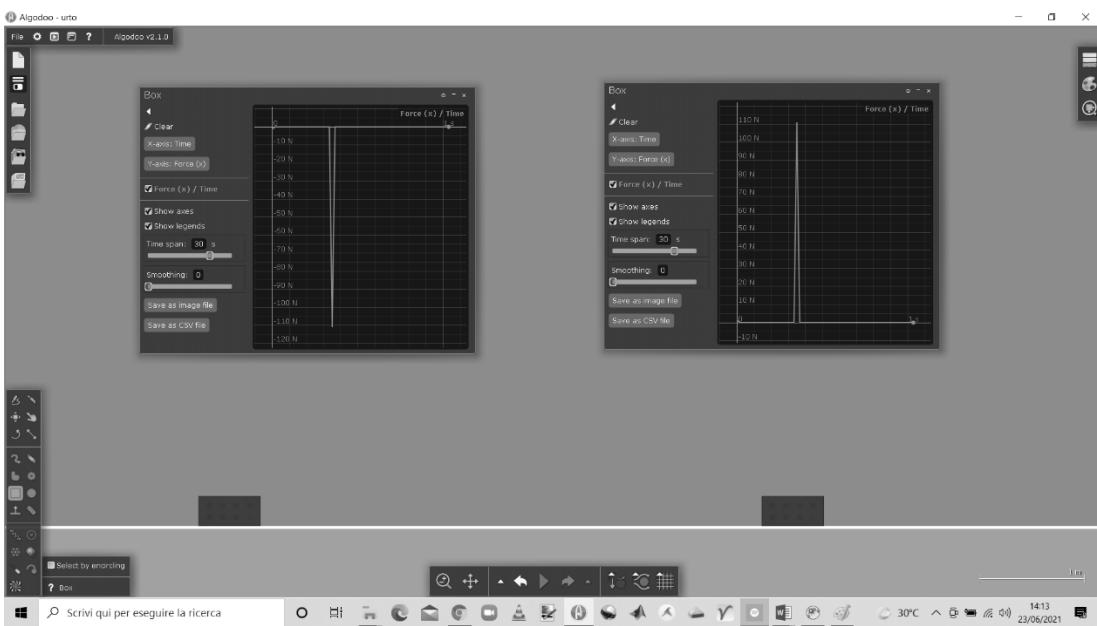


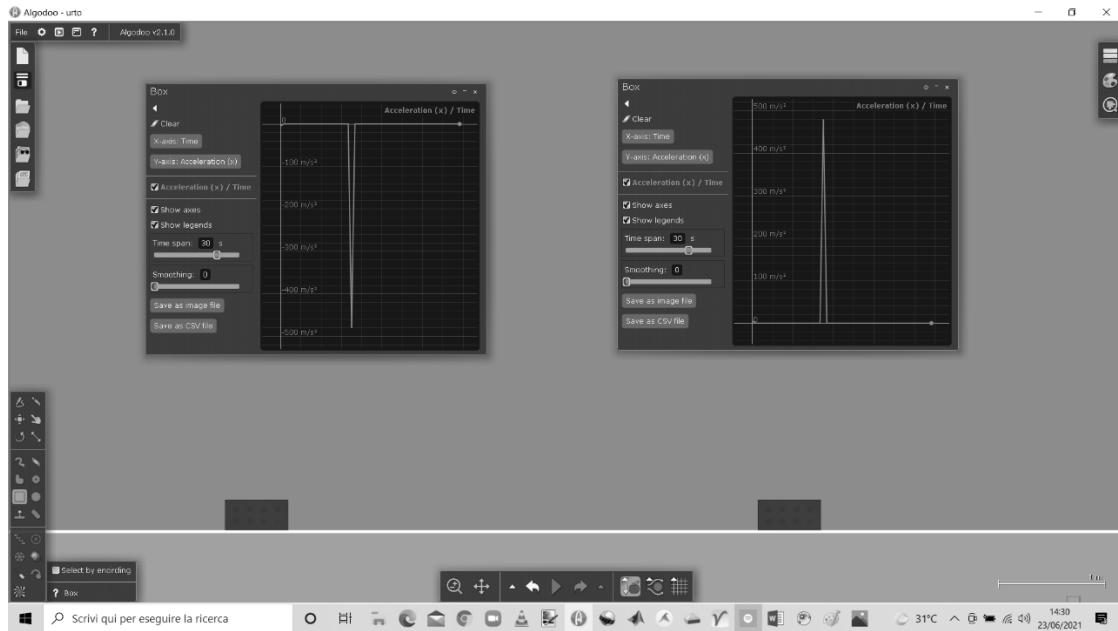
Grafico *forza – tempo*:

Si può notare che prima e dopo l'urto le forze agenti sono nulle, così come le accelerazioni.



INTER-AZIONI NEGLI URTI

Grafico *accelerazione – tempo*:



Secondo caso: oggetti con masse diverse

Oggetto	Massa
Sinistra	0.5 kg
Destra	1 kg

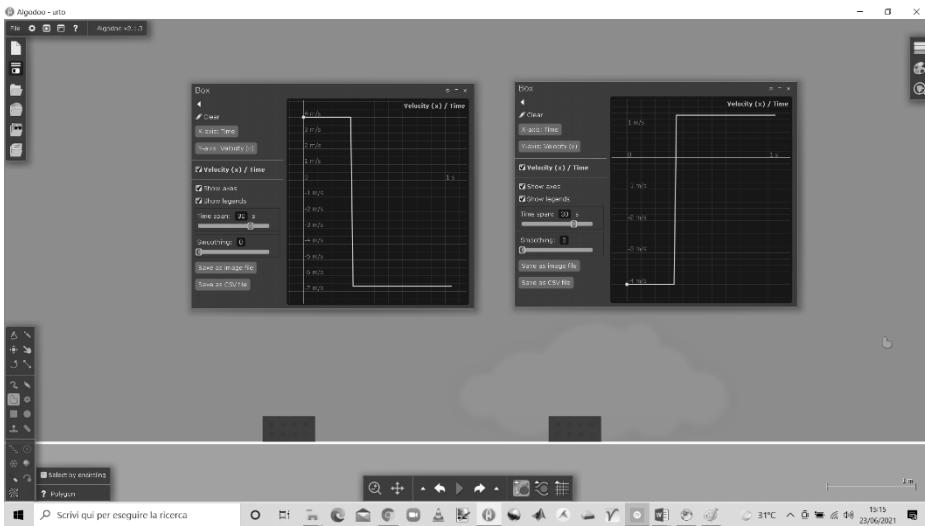
Dal grafico *velocità – tempo* si possono determinare le velocità successive all’urto: si può così verificare che vale la conservazione della quantità di moto:

Oggetto	Velocità prima dell’urto	Velocità dopo l’urto
Sinistra	$4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$-6.7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Destra	$-4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$1.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Quantità di moto prima dell’urto	Quantità di moto dopo l’urto
$0.5 \text{ kg} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 1 \cdot (-4) \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$	$0.5 \text{ kg} \cdot (-6.7) \frac{\text{m}}{\text{s}} + 1 \cdot 1.3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$

Passo dopo passo

INTER-AZIONI NEGLI URTI



Dal grafico *accelerazione – tempo* si deduce che, nell’istante relativo all’urto, le accelerazioni dei due oggetti sono inversamente proporzionali alle masse, in accordo con la seconda legge della dinamica.

Oggetto	Massa	Accelerazione durante l’urto
Sinistra	0.5 kg	$640 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Destra	1 kg	$320 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$



INTER-AZIONI DOVUTE ALL'ATTRITO

C'è chi cammina sulla neve e chi indossa gli sci, in questo caso la sciolina gioca un ruolo fondamentale.



RIFLETTI

Pensa a uno sciatore sulla neve fresca; che cosa succede nei tre casi descritti?

1. Non indossa gli sci e sta su un piede solo.
2. Non indossa gli sci e appoggia a terra entrambi i piedi.
3. Indossa gli sci.

Per quale motivo gli sci permettono di scivolare sulla neve?

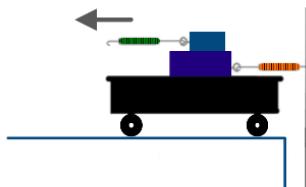
Quali tipi di sciolina esistono? Qual è il loro ruolo?

CHE COSA TI SERVE

- Uno smartphone.
- Un carrello.
- Due blocchi di legno uguali tra loro.
- Due viti ad anello.
- Carta vetrata di diversa grana.
- Due dinamometri.
- Un'asta con sostegno.
- Nastro biadesivo.

CHE COSA DEVI FARE

- Fissa le viti ad anello ai due blocchetti di legno.
- Ritaglia la carta vetrata e fissala con nastro biadesivo alla base dei due blocchi di legno.
- Tara i dinamometri, tenendoli in orizzontale.
- Appoggia i blocchi di legno sul carrello in modo che le viti ad anello si trovino in posizioni opposte.
- Aggancia un dinamometro all'asta e al blocco inferiore.
- Aggancia l'altro dinamometro al blocco superiore: tiralo orizzontalmente e smetti di tirare subito prima che si muova.
- Registra i valori indicati dai due dinamometri.
- Ripeti l'esperienza con carta vetrata di grana diversa.
- Ripeti l'esperienza usando coppie di blocchi di massa diversa.



INTER-AZIONI DOVUTE ALL'ATTRITO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

La carta più è fine più solido riesce
essendo più piccoli,
a generare, perché il numero di chiodi da
grana è maggiore, offrendo un maggiore
numero di appigli che possono agganciarsi
tra di loro impedendone lo scorrimento, se poi
si aggiunge del peso l'effetto è amplificato,
perché ciò impedisce che i granelli si spostino
scendendo gli uni sugli altri, rimanendo
incardati.

Gli studenti hanno provato a fornire
una spiegazione relativa al fatto
osservato sperimentalmente: la
forza d'attrito è maggiore quando la
carta vetrata ha grana fine.

1) Cambiando grana abbiamo notato che più pesante è la carta vetrata meno forte è l'attrito,
mentre più leggera è la carta più forte è l'attrito.

2) Le forze esercitate sono uguali in entrambi i dati.

3) Nella grana più sottile c'è più attrito perché i granelli sono vicini tra di loro così da
incastrarsi e creare più attrito.

Perché se la grana è più sottile c'è più attrito?

Poiché le due superfici a grana sottile aderiscono maggiormente l'una all'altra.

INTER-AZIONI DOVUTE ALL'ATTRITO

SUGGERIMENTI

Camminare e sciare

La neve è costituita da cristalli di ghiaccio e aria: potremmo dire che assomiglia a una spugna, che diventa compatta quando viene pressata. A seconda della quantità di acqua liquida che contiene, la neve viene classificata come indicato in tabella, dove $W_v = \frac{\text{volume di acqua liquida}}{\text{volume totale del campione}}$:

<i>Termino</i>	<i>Note</i>	<i>Intervallo di W_v</i>
Asciutta	La temperatura è di solito inferiore a 0°C. I grani di neve separati hanno scarsa tendenza ad unirsi quando vengono pressati	0%
Umida	T=0°C. L'acqua non è visibile e quando viene leggermente schiacciata, la neve ha una netta tendenza a restare unita	<3%
Bagnata	T=0°C. L'acqua è riconoscibile tramite il suo menisco tra i grani di neve contigui; non è comunque possibile estrarre l'acqua schiacciando moderatamente la neve	3-8%
Molto bagnata	T=0°C. L'acqua si può estrarre premendo moderatamente la neve; c'è però ancora una certa quantità d'aria all'interno dei pori	8-15%
Fradicia	T=0°C. La neve è impregnata d'acqua e contiene una quantità d'aria relativamente limitata	>15%

Fonte: S. Colbeck et al., *Classificazione internazionale della neve al suolo*

Una persona in piedi sulla neve sprofonderà: lo sprofondamento varia a seconda del tipo di neve e di quanto è ampia la superficie d'appoggio.

Su terreno morbido si sprofonda tanto di più, quanto maggiore è la pressione.



Ora si può introdurre il concetto di pressione.

Dal momento che la neve è soffice, sotto l'azione del nostro peso diventa più compatta: ecco perché non continuiamo a sprofondare.

Quando lo sci si muove, l'attrito tra la base degli sci e la neve fa sì che il sottile strato di neve a contatto con la soletta dello sci si sciolga in una pellicola d'acqua, che permette lo scivolamento. Se la temperatura esterna non raggiunge valori inferiori a -100°C, l'acqua rimane allo stato liquido, perché viene a trovarsi tra due materiali isolanti (plastica e neve).

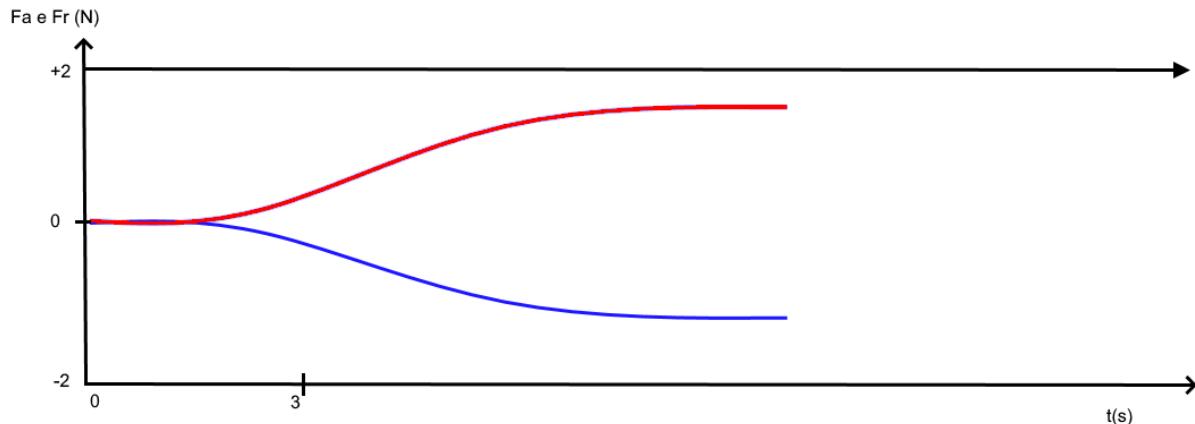
La forza d'attrito tra la base degli sci e la neve dipende dalle caratteristiche del manto nevoso. La sciolina, oltre a proteggere le solette degli sci, permette di ridurre o aumentare l'attrito, a seconda di quello che lo sciatore deve fare. Esistono scioline di scorrimento e scioline di tenuta. Le prime sono delle cere utilizzate per riempire le porosità delle solette, così da diminuire l'attrito. Le seconde sono delle colle che permettono agli sci di aumentare l'adesione alla neve.

Passo dopo passo

INTER-AZIONI DOVUTE ALL'ATTRITO

L'esperimento (fonte: <https://cird.uniud.it/old-web/cird/ESPB/DOCENTE/FI.HTM>)

Grafico relativo all'esperimento proposto, realizzato utilizzando due sensori di forza



Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Bowden F. P. e Hughes T. P., *The mechanism of sliding on ice and snow*, Laboratory of Physical, Cambridge, <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspa.1939.0104>

Kārlis Agris Gross, *A Penetrating Look at Ice Friction*, <https://physics.aps.org/articles/v14/20>

<https://cird.uniud.it/old-web/cird/ESPB/DOCENTE/FI.HTM>

Sci club Ariano Irpino, *La fisica per lo sci alpino*, <https://www.yumpu.com/it/document/view/13350341/la-fisica-per-lo-sci-alpino-sci-club-ariano-irpino>

PRINCIPIO DI AZIONE – REAZIONE: TIRARE

Chi vince nel tiro alla fune?



Charles Lucas, The Olympic Games 1904. St. Louis, MO: Woodward and Tiernan, 1905, Wikimedia

RIFLETTI

C’è un gruppo che tira di più?

Quali soni le forze in gioco?

Come fa un gruppo a vincere?

CHE COSA TI SERVE

- Due dinamometri.
- Una fune.
- Un tappeto antiscivolo.

CHE COSA DEVI FARE

Tu e un tuo compagno dovete mettervi uno di fronte all’altro e tirare la fune tramite due dinamometri.

Chi ha vinto?

Disponete un tappeto antiscivolo sotto i piedi di chi ha perso e ripetete l’esperienza.

PRINCIPIO DI AZIONE – REAZIONE: TIRARE

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Secondo me non dipende solo dalla base di appoggio ma anche dalla forza che uno ha

OSSERVAZIONI : ABBIAMO NOTATO COME IN BASE ALL'ATTRITO CHE ABBIAMO LA NOSTRA EFFICIENZA NEL TIRO TIRARE LA FUNE È DIFFERENTE

MATERIALI

Una fune, scarpe, calzini.

OSSERVAZIONI

Abbiamo provato a tirare la fune in tre situazioni diverse: con le scarpe, con i calzini, e a piedi nudi.
Abbiamo osservato che con le scarpe era molto più comodo tirare e si scivolava di meno e si riusciva a giocare meglio.
Con i calzini e da scalzi era più difficile perché si scivolava più facilmente e il gioco durava meno.

CONCLUSIONI

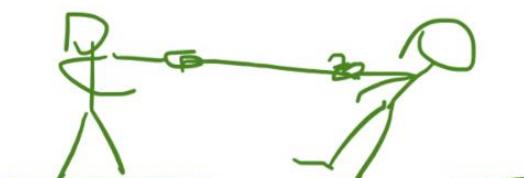
Abbiamo capito che le scarpe, rispetto ai calzini e ai piedi scalzi, creano più attrito, per questo era più facile giocare.
Infatti abbiamo notato che la nostra capacità di tiro alla fune varia a seconda dell'attrezzo.

1) Perché chi ha la suola liscia è svantaggiato?

Chi ha la suola liscia è svantaggiato perché si crea meno attrito.

2) perché i due dati comunque equivalgono?

i due dati comunque equivalgono perché la quantità di forza esercitata nelle estremità è la stessa.



suola liscia

Per verificare se nel tiro alla fune vince chi è più forte, gli studenti hanno provato a "giocare" con le scarpe, con i calzini e scalzi.

PRINCIPIO DI AZIONE – REAZIONE: TIRARE

SUGGERIMENTI

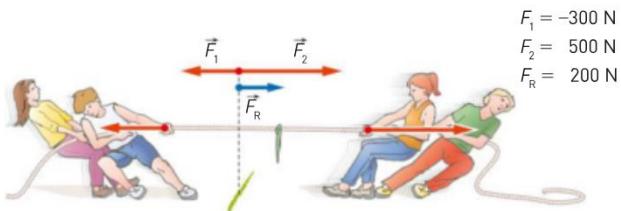
Nel tiro alla fune, contrariamente a ciò che si pensa, non vince chi esercita la forza più intensa.

Poiché la fune ha una massa trascurabile, le forze esercitate dai due gruppi hanno uguale intensità e verso opposto. Vince chi scivola meno sul terreno. Un gruppo spinge sul terreno verso destra, l'altro verso sinistra e vince chi esercita la forza maggiore sul terreno.

Una spiegazione come quella riportata di seguito è errata:

I ragazzi della **figura 5** tirano la fune con due forze parallele che hanno verso opposto tra loro.

sulla forza di gravità, che ha la stessa direzione ma verso opposto.



La forza risultante \vec{F}_R ha la stessa direzione di \vec{F}_1 e di \vec{F}_2 , e il suo verso è quello della forza che ha intensità maggiore; il modulo di \vec{F}_R è uguale alla differenza tra le intensità delle due forze.

Figura 5

Somma di forze parallele contrapposte.
La risultante conferma che i ragazzi a destra esercitano una forza maggiore.

Figura 55 [16]

Se la bandierina rimane nel mezzo, significa che ciascun gruppo è in equilibrio: per ogni persona, la forza di interazione con il pavimento bilancia la forza di interazione con la fune e, poiché per il principio di azione reazione le forze di interazione con la fune sono uguali e opposte per i due gruppi, lo saranno anche le forze di interazione con il pavimento.

Se però non c'è equilibrio tra le forze di interazione con la fune e le forze di interazione con il pavimento, uno dei due gruppi non è più in equilibrio e vince, o perde, a seconda di quanto è intensa la forza di interazione con il pavimento.

PRINCIPIO DI AZIONE – REAZIONE: SPINGERE

Due ragazzini si mettono uno di fronte all’altro e si spingono. Che cosa succede?



RIFLETTI

Quali forze agiscono? Come possiamo verificarlo?

Che cosa cambia se spinge solo uno dei due?

E se indossano i pattini?

CHE COSA TI SERVE

Due bilance.

CHE COSA DEVI FARE

- L’esperimento deve essere eseguito a coppie.
- Afferrate le bilance e spingetevi una contro l’altra, registrando i valori indicati dalle stesse, nei vari casi.



PRINCIPIO DI AZIONE – REAZIONE: SPINGERE

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

1) se due ragazzini si spingono uno di fronte all'altro esercitano la stessa forza ma probabilmente vincerà chi esercita più attrito col pavimento.

rifletti

1) le forze che agiscono sono: la forza premente è quella di gravità, quella dei due corpi e l'attrito col pavimento.

2) Se spinge solo uno dei due "vince" chi esercita forza se l'attrito è uguale nei due soggetti.

3) Se indossano i pattini la situazione cambia poiché l'attrito sul ghiaccio è poco. In questo caso resta fermo chi pesa di più.

Gli studenti rispondono alle domande, alla luce di quanto sperimentato nel tiro alla fune.

le forze che le due bilance registrano, risulta uguale per il principio di azione e reazione.

Se una sola persona che spinge la bilancia la forza sarebbe diversa.

PRINCIPIO DI AZIONE – REAZIONE: SPINGERE

SUGGERIMENTI

Video dell'esperimento, dal sito di DeA Scuola:

<https://zonamatematica.deascuola.it/ii-grado-i-biennio/aree-e-percorsi/fisica/videoesperimenti/>

L'esperimento può essere ripetuto indossando pattini, o calzini su pavimento leggermente scivoloso e confrontando i risultati con quelli ottenuti indossando scarpe da ginnastica o calzini antiscivolo.

INTER-AZIONI GRAVITAZIONALI

«*Di là fosti cotanto quant'io scesi;
quand'io mi volsi, tu passasti 'l punto
al qual si traggon d'ogni parte i pesi».*
Dante, Inferno, Canto XXXIV, vv. 109-111

Quando cammini eserciti una forza sulla Terra: puoi misurare la massa della Terra capovolgendo una bilancia?

RIFLETTI

per casa

Come si usa una bilancia pesapersone?

Usandola capovolta, che cosa si misura?

Perché ci sentiamo attirati dalla Terra?

CHE COSA TI SERVE

- Una bilancia da cucina analogica.
- Un oggetto.

CHE COSA DEVI FARE

- Tara la bilancia, quindi appoggia l'oggetto e registra il risultato della misura.
- Capovolgi la bilancia e ripeti la pesata; quale accorgimento devi prendere per effettuare questa misura?



INTER-AZIONI GRAVITAZIONALI

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Forza che la terra esercita sulla bilancia
(Forza di attrazione verso il centro della terra)

forza che l'oggetto esercita sulla terra

la terra agisce sull'oggetto alliravendolo, così c'è la forza peso, F_g

L'oggetto agisce sulla terra

Quando la bilancia è posizionata al contrario misura la forza che l'oggetto esercita sulla terra

(la bilancia misura la forza che la terra esercita sull'oggetto)
la terra esercita la forza di gravità sull'oggetto, quindi, lo attira, e anche al contrario (in gratta interazione contemporanea)
Non percepiamo la forza che viene attratta verso l'oggetto perché ha una massa maggiore (anche se, la forza è identica)

Molti studenti collegano questa esperienza con quanto sperimentato precedentemente e si riferiscono al principio di azione-reazione.

Capovolgendo la bilancia e mettendo l'oggetto che si vuole pesare sopra ad essa, il peso risulterà invariato. Questo perché la bilancia pesa la forza di interazione gravitazionale tra la terra e l'oggetto che viene pesato, non la massa.

Ci sentiamo attratti verso la terra dalla sua forza di gravità.

Domanda:

- Come fanno i pianeti a rimanere sospesi? per esempio la terra rimane sospesa per un rapporto fra rotazione attorno al sole e le due forze di gravità (?)
- Forse non è inherente ma cos'è lo spazio-tempo?

Riflessioni: la bilancia funziona solo se mi ci metto sopra.

Se la capovolgo il peso non sarà quello della terra ma le due forze che interagiscono fra loro.

Perché la bilancia misura la forza e non la massa

Grazie alla gravità ci sentiamo attratti dalla terra, e usando una bilancia pesapersona misuriamo la forza di attrazione tra la terra e l'oggetto pesato.

Capovolgendo la bilancia, quindi, peserò il peso dell'oggetto più il peso della bilancia

INTER-AZIONI GRAVITAZIONALI

La forza rilevata dalla bilancia è la stessa sia quando essa è rivolta a faccia in su sia a faccia in giù, e questo avviene perché la forza con cui la Terra attrae la bilancia è la stessa con cui la bilancia attrae la Terra per il principio di azione e reazione.

La bilancia non rileva la massa di un corpo, bensì il suo peso espresso in Newton (N) che corrisponde alle masse del corpo moltiplicata per l'accelerazione di gravità g ($9,81 \text{ m/s}^2$).

La bilancia pesapersona si aziona quando la persona sale sulla bilancia.

Se il pesapersona viene capovolto il peso rilevato sarà quello della bilancia.

Ci sentiamo attratti dalla Terra per la legge di gravitazione universale.

Quando sali su una bilancia essa segna un numero che noi chiamiamo peso, ma in realtà indica la forza di attrazione verso la terra.

Se capovolgiamo la bilancia il risultato è il medesimo.

Ogni corpo costituito da materia viene attirato e allo stesso tempo attira altri corpi, questa forza di attrazione dipende dalla massa dei corpi stessi. Più grande è la massa maggiore è la forza di attrazione, per questo noi ci sentiamo attratti verso la terra, avendo essa una massa estremamente maggiore della nostra. Questa forza di attrazione si chiama forza di gravità e agisce su ogni cosa della superficie terrestre.

Perché io vengo attratto verso la Terra?

perché la mia massa è molto più piccola.

INTER-AZIONI GRAVITAZIONALI

SUGGERIMENTI

La bilancia da cucina misura lo stesso valore in entrambi i casi, purché venga sempre tarata a zero nelle due posizioni. Lo stesso avviene utilizzando una bilancia pesapersona.

Se la bilancia misurasse la massa di ciò che vi si appoggia, capovolgendola dovremmo misurare la massa della Terra: invece non è così.

La bilancia misura la forza con la quale un oggetto e la Terra si attraggono. Per il principio di azione e reazione l'intensità della forza con cui un oggetto è attirato verso il centro della Terra è uguale a quella della forza con cui la Terra è attirata verso l'oggetto perciò il valore indicato sarà sempre lo stesso.

Perché ci sentiamo attirati dalla Terra? Perché l'accelerazione con la quale "cadiamo" sulla Terra è molto più grande dell'accelerazione con la quale la Terra "cade su di noi".

Se infatti $m = 50 \text{ kg}$ e g sono rispettivamente la massa di una persona e l'accelerazione con la quale essa viene attratta dalla Terra, e $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ e g' , sono la massa della Terra e l'accelerazione con la quale essa viene attratta dalla persona, per quanto detto prima, le due forze del principio di azione-reazione sono uguali: $mg = Mg' = 500 \text{ N}$

La massa della persona, però, è molto più piccola di quella del nostro pianeta, quindi g dovrà essere molto più grande di g' ; ciò significa che la persona "cade" sulla Terra con un'accelerazione che è circa 10^{23} volte più grande di quella con cui la Terra "cade" sulla persona.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Gratton L.M., "Pesiamo la Terra - Comprendere la differenza tra massa e peso",
<https://fisicaperlaScuola.wordpress.com/2018/09/19/pesiamo-la-terra-massa-e-peso/>

LA FORZA DI ATTRITO

«Noi quasi senza accorgercene, gradualmente, avevamo cominciato a chiedere alle calzature di fare qualcosa di diverso e di nuovo rispetto a prima: volevamo soprattutto che fossero performanti».



Fonte: <https://anniversario.lasportiva.com/it/prima-e-dopo-le-mariacher-duplicate/>

RIFLETTI

Quali caratteristiche devono avere le scarpette d'arrampicata?

Qual è il ruolo della suola? E del piede?

Esperienze qualitative

CHE COSA TI SERVE

- Una tavoletta di legno.
- Oggetti vari.
- Piano inclinato.

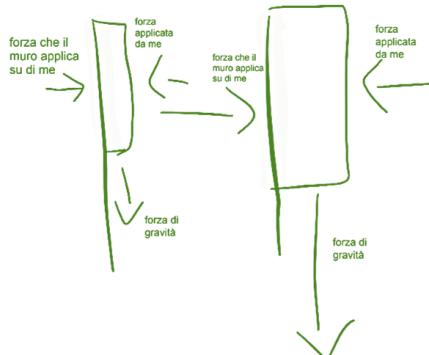
CHE COSA DEVI FARE

- Premi la tavoletta contro una parete, in modo da non farla cadere. Quali forze agiscono sulla tavoletta?
- Se la tavoletta ha uno spessore triplo, dovrai premere più o meno di prima?
- Quali forze agiscono in questo caso e come sono rispetto a quelle del caso precedente?
- Appoggia oggetti diversi su un piano e inclinalo.
- Appoggia uno stesso oggetto su piani diversi.



LA FORZA DI ATTRITO – ESPERIENZE QUALITATIVE

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE



2. Confronto tra forza misurata quando il corpo è fermo e quando è in movimento.

DINAMOMETRO ZN → Sensibilità $\frac{0,2}{5} = 0,04$

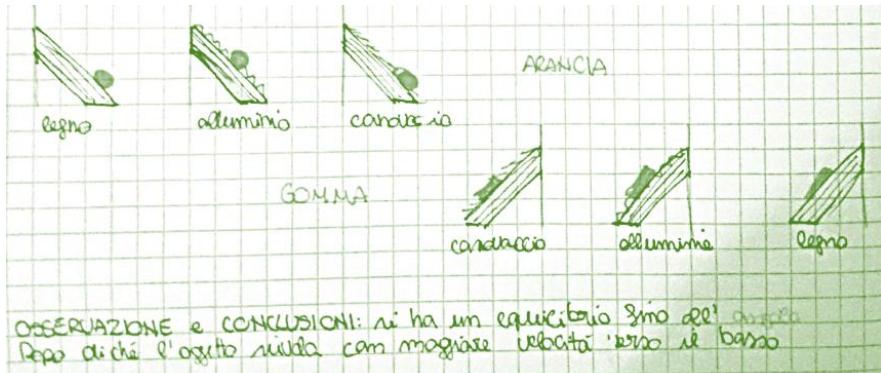
$0,8 \text{ N}$

La forza di attrito si adatta.

Per mettere l'oggetto in movimento applico una forza maggiore che la forza per tenerlo in movimento.

0,8, poi si muove, aumenta e diminuisce.

FasMax < Fadinamico



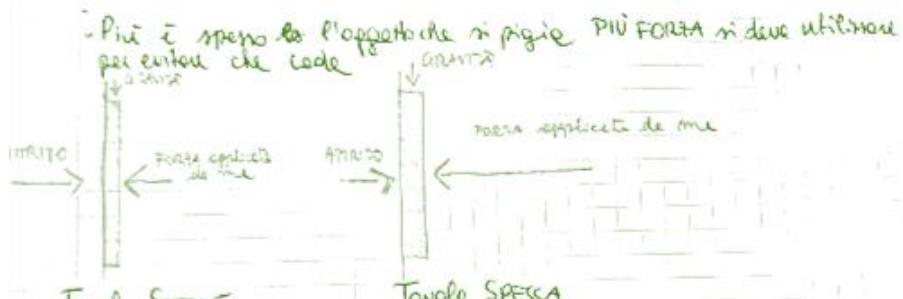
Spesso gli studenti
omettono le unità di
misura.

- 1) le scarpette devono avere una suola di gomma per avere più grip quindi attrito e devo essere strette in modo da aderire meglio al piede e non farlo scivolare.
- 2) La suola ha il ruolo di fare più attrito sulla superficie verticale e quello del piede è di dare la spinta verso l'alto, di avere maggiore stabilità e di avere una maggiore presa.
- 3) osservazioni: noto che nel primo esperimento la forza di azione reazione è maggiore nella tavola più spessa rispetto a quella più sottile anche perché la forza di gravità è maggiore. Nel secondo esperimento abbiamo visto che i materiali più scivolosi come la plastica hanno meno attrito rispetto ad un oggetto composto da materiale gommoso e nella seconda parte dell'esperimento abbiamo osservato le diverse angolazioni (calcolandole in gradi) in cui un oggetto (in questo caso di plastica) iniziava a scivolare. C'era un minore attrito su un piano dello stesso materiale dell'oggetto.

IL MATERIALE CHE SI È RIVELATO FARRE PIÙ ATTRITO È LA GOMMA,
PER QUELLO CHE LE SUOLE SONO DI GOMMA

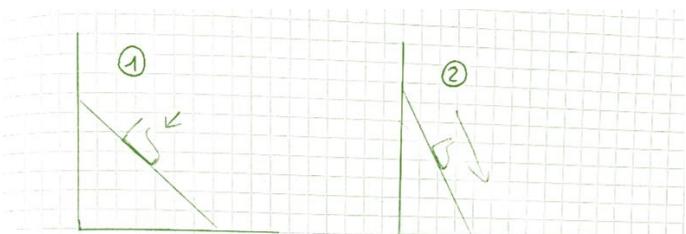
LA FORZA DI ATTRITO – ESPERIENZE QUALITATIVE

- | | |
|---------------------------|--|
| 15° = Plasticè | $\left. \begin{array}{l} \text{meno attrito} \rightarrow \text{ci mette di meno} \\ \text{e scivolare} \end{array} \right\}$ |
| 30° = Legno liscio | |
-
- | | |
|-------------------------------|--|
| 40° = Legno ruvido | $\left. \begin{array}{l} \text{più attrito} \rightarrow \text{ci mette di più e} \\ \text{scivolare} \end{array} \right\}$ |
| 40° = Basso (plasticè) | |



- Sulle tavolate regiscono le FORZA DI GRAVITÀ, l'ATTRITO e la FORZA APPLICATA DA ME.
- Se le tavolate è più spesse, danno meno attrito.
- Le forze, in questo caso, sono le stesse, ma l'attrito è MINORE

Qualcuno, alla luce delle evidenze sperimentali, ipotizza ci sia una relazione tra attrito e gravità.



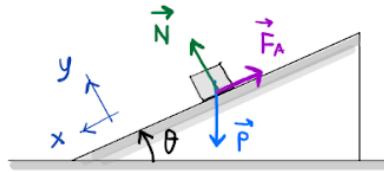
- maggior è l'angolo, più tempo impiega a scivolare l'oggetto.
- più liscio è l'oggetto, minore è l'attrito.
- oggetti → si mettono in moto, non è detto che si muovano subito.
- Dal stato di equilibrio (1), aumentando l'angolo limite l'oggetto scivola (2)
- L'attrito varia al variare della superficie.

CHE COSA TI SERVE

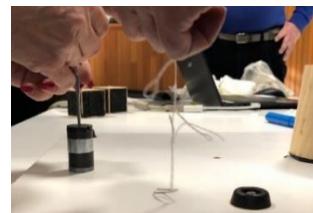
- Piani di materiale diverso: per esempio legno liscio, resina, cartone.
- Goniometri (app iPhone: Protractor; app Android: Smart Protractor).
- Bilance.
- Smartphone con app di misura dell'accelerazione (Science Journal o analoga).
- Tavolette o blocchi di legno rivestiti di materiali diversi, nei quali avrai fissato delle viti ad anello.
- Carrucole.
- Filo da cucito.
- Dinamometri.
- Scarpe (diverse).
- Masse.

CHE COSA DEVI FARE

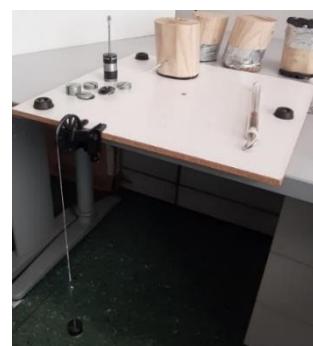
1. Appoggia un blocco di legno su un piano che inclinerai fino a quando il blocco inizierà a scivolare. Misura l'angolo limite, corrispondente alla condizione di moto incipiente, con un goniometro oppure mediante l'uso di una app. Ripeti il tutto con blocchi e piani diversi e registra i valori ottenuti.



2. Appoggia uno smartphone su un blocco di legno posto su un piano orizzontale e avvia una app che consenta di misurare l'accelerazione. Misura la massa totale m. Tira con un dinamometro il blocco di legno. Misura la forza minima di distacco (F_d) e la forza necessaria per mantenerlo in moto a velocità costante (F_{vc}): la app dello smartphone deve indicare un'accelerazione nulla. Questi valori ti servono per calcolare la massa corrispondente alla forza minima di distacco ($M_d = F_d/g$) e la massa corrispondente alla forza necessaria a mantenerlo in moto a velocità costante ($M_{vc} = F_{vc}/g$).



3. Fissa al piano una carrucola. Attacca un'estremità del filo al blocco di legno dell'esperienza precedente, e l'altra estremità a una massa uguale a M_{vc} . Passa il filo sulla carrucola e tieni ferma la massa con una mano. Allontana la mano in modo da lasciar libera la massa e dai una leggera spinta al blocco di legno. L'app misurerà un'accelerazione nulla: come mai?
4. Ora fai scivolare lo stesso blocco lungo un piano inclinato e registra i valori dell'accelerazione e dell'angolo.
5. Ripeti l'esperienza utilizzando una scarpa, al posto del blocco di legno.



SUGGERIMENTI

Domande da porre agli studenti.

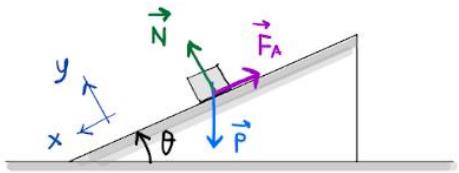
- L'attrito è un fattore positivo o negativo?
 - Qual è il ruolo dei ramponi? O dei tacchetti delle scarpe da calcio?
 - Perché i velocisti hanno le scarpe chiodate?
 - Che cosa succede quando si prova a camminare indossando i pattini, o sul ghiaccio?

Gli esperimenti

Le esperienze permettono di misurare i coefficienti di attrito statico e dinamico e di verificare che la forza di attrito statico massima (ossia la forza minima di distacco) è maggiore della forza di attrito dinamico.

Note di scrittura relative ai pedici:

- “A”, sta per “attrito”;
 - “s”, sta per “statico”;
 - “d”, sta per “dinamico”.



Attrito statico

Fino a quando viene rispettata la condizione di equilibrio alla traslazione $\vec{N} + \vec{F}_{As} + \vec{P} = 0$, equivalente alla condizione di equilibrio lungo l'asse x e lungo l'asse y:

$$\begin{cases} P \sin\vartheta = F_{As} \\ P \cos\vartheta = N \end{cases}$$

l'oggetto non scivola.

Inoltre, al variare dell'angolo, esso non scivolerà finché

$$F_{As} \leq F_{Amax} = \mu_s N \text{ (forza di attrito statico massima).}$$

Misurare l'angolo limite ϑ_{limite} permette di calcolare il coefficiente d'attrito statico: $\mu_s = \operatorname{tg} \vartheta_{limite}$

Attrito dinamico

Per angoli maggiori dell'angolo limite, l'oggetto inizia a muoversi in condizioni di attrito dinamico:

$$\vec{N} + \vec{F}_{Ad} + \vec{P} = m\vec{a}$$

e, scomponendo lungo gli assi

$$\begin{cases} P \sin\theta - F_{Ad} = ma \\ P \cos\theta = N \end{cases}$$

dove \vec{F}_{Ad} è la forza di attrito dinamica, con $F_{Ad} = \mu_d N$

Risolvendo il sistema, si ottiene $a = g(\sin\theta - \mu_d \cos\theta)$, grazie alla quale si ricava il valore del coefficiente di attrito dinamico

$$\mu_d = (g \sin \vartheta - a) / (g \cos \vartheta)$$

LA FORZA DI ATTRITO

Si può verificare che il coefficiente di attrito dinamico è sempre minore del coefficiente di attrito statico.

Se la forza che trascina l'oggetto e la forza di attrito dinamico hanno uguale intensità, c'è equilibrio, e l'oggetto si muove a velocità costante, perciò

$$\mu_d N = F,$$

$$\text{quindi } \mu_d = \frac{F}{N}$$

$$\text{e, in questo caso, } \mu_d = \frac{M_{vc}g}{mg} = \frac{M_{vc}}{m}.$$

Se, invece, la forza di trascinamento è maggiore della forza d'attrito, l'oggetto accelera e, noti l'accelerazione e l'angolo, il coefficiente di attrito dinamico è pari a:

$$\mu_d = (gsin\theta - a)/(gcos\theta))$$

Le scarpette e l'effetto “riscaldante” del piede

Il piede riscalda la gomma delle scarpette aumentandone il coefficiente di attrito. Lo si può osservare con un semplice esperimento qualitativo: posizionare due scarpette, di cui una riscaldata soffiandovi aria calda con un asciugacapelli, su superfici diverse e inclinare le superfici fino a quando inizieranno a muoversi.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Corso di aggiornamento *Come funzionano le cose nello sport*, 2020 – LCSF, Dipartimento di Fisica di Trento e IPRASE

LA REAZIONE VINCOLARE

«A seconda del peso del runner, occorre valutare bene il grado di ammortizzazione della scarpa, per evitare che l'impatto col suolo diventi tremendo e doloroso. Scegliere la calzatura giusta in base al peso è ovviamente importante anche perché incide sulla durata della scarpa stessa» - www.scarpadacorsa.it

RIFLETTI

In quali condizioni la bilancia ti permette di misurare il tuo peso?

CHE COSA TI SERVE

- Un bastone o una scopa.
- Una bilancia pesapersona.

CHE COSA DEVI FARE

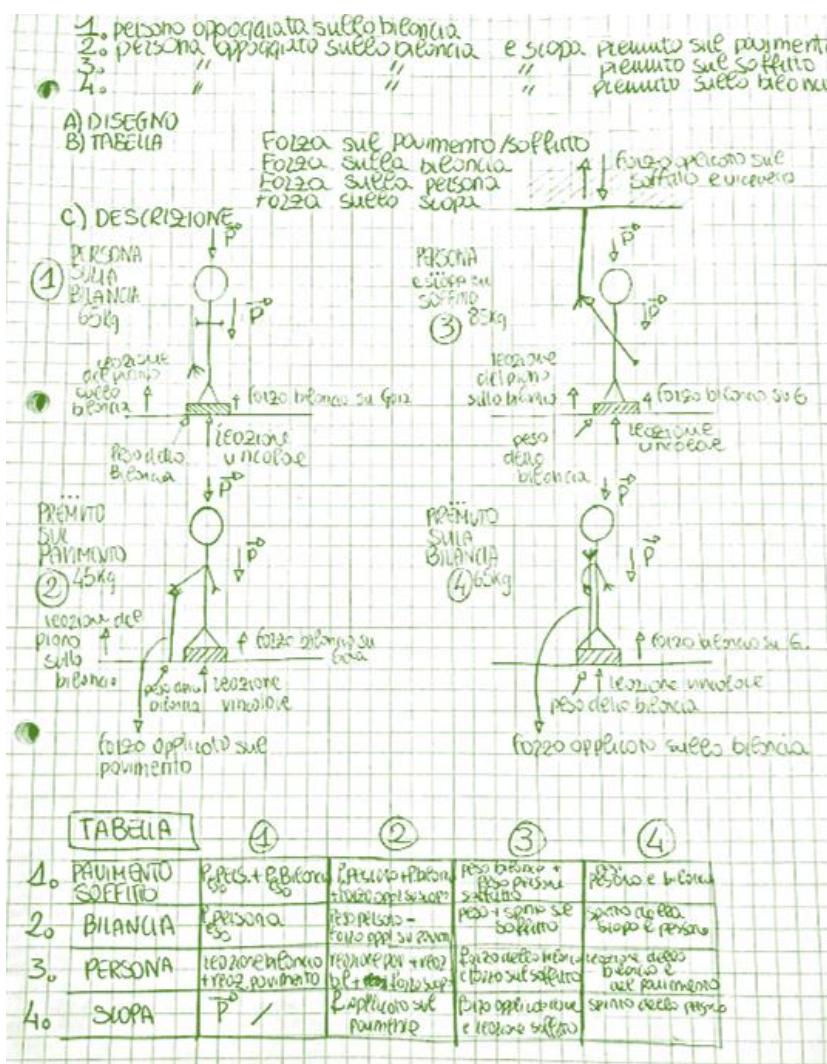
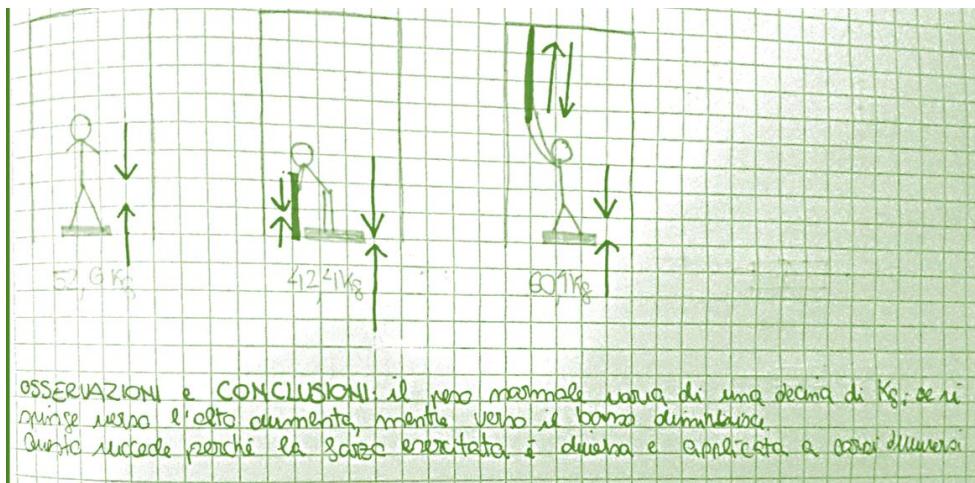
- Afferra il bastone e sali sulla bilancia.
- Appoggia il bastone a terra e premi sul pavimento: che cosa indica la bilancia?
- Spingi il bastone contro il soffitto: che cosa succede ora?

RIFLETTI

E se ripetessi l'esperienza in un ascensore che scende?

LA REAZIONE VINCOLARE

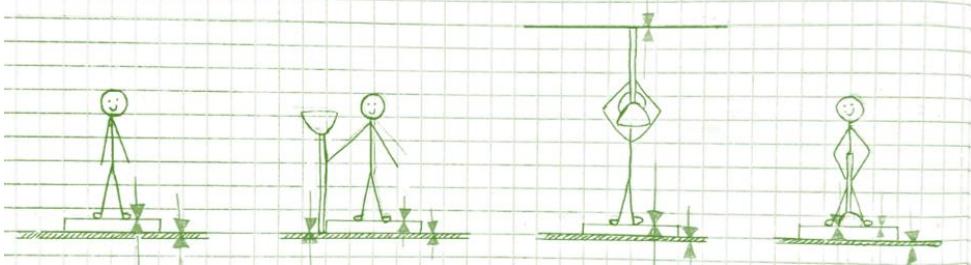
LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE



- 4) Qui vediamo che se gaia appoggia la scopa sulla bilancia applicando una forza la massa non cambierà perché il peso è uguale ma distribuito diversamente.

LA REAZIONE VINCOLARE

Una bilancia deve essere posizionata a livello del suolo su un piano orizzontale, su una superficie liscia e regolare. Bisogna salirci sopra in posizione eretta con entrambe le piante dei piedi ben appoggiate, e rimanere fermi.



Quando la persona sale sulla bilancia il peso indicato è quello reale; le forze che agiscono sono la persona sulla bilancia, la bilancia inferiore perché poggia sul pavimento e contro la persona e il pavimento verso la bilancia e la persona.

Quando la persona impugna una scopa e si appoggia al pavimento, il peso è della scopa pesa viene scaricato sulla scopa. Le forze coinvolte oltre a quelle precedenti sono la spinta del manico sopra il pavimento, la resistenza a questa.

Quando premiamo la scopa contro il soffitto viene spinta sul piano della bilancia. Oltre alle forze del peso rimane lo stesso. Questo accade la forza di spinta contro la persona e la forza peso scatenata sulla scopa, sono entrambe sulla bilancia e quindi la loro somma equivale al caso 1.

- 1) Persona appoggiata sulla bilancia (65 kg)
- 2) Persona appoggiata sulla bilancia e scopa premuta sul pavimento (45 kg)
- 3) Persona appoggiata sulla bilancia e scopa premuta sul soffitto (85 kg)
- 4) Persona appoggiata sulla bilancia e scopa appoggiata sulla bilancia (65 kg)

TABELLA: forza sul pavimento/soffitto
forza sulla bilancia
forza sulla persona
forza sulla scopa

OSSERVAZIONI

Osservando l'esperienza, mettendo a confronto le quattro situazioni possiamo notare che nel primo e nel quarto caso il peso sulla bilancia rimane invariato, ciò accade perché tutta la forza peso è esercitata sulla bilancia e non ci sono altre forze ulteriori che agiscono all'interno del "sistema". Nel secondo caso invece, una parte della forza peso viene portata al di fuori del sistema (scaricata sul pavimento) quindi il peso risulta inferiore.

Nel terzo caso viene aggiunta un'ulteriore forza che agisce nel sistema (la spinta della scopa contro il soffitto), perciò il peso risulta maggiore avendo le due forze si sommano.

Gli studenti rispondono correttamente alla domanda "che cosa succede se si preme la scopa sul piatto della bilancia? introducendo, seppur con terminologia non del tutto appropriata, il concetto di sistema.

LA REAZIONE VINCOLARE

SUGGERIMENTI

Supponiamo che un ragazzo si trovi su una bilancia pesa persone con un bastone sollevato in modo da non toccare nulla e la bilancia indichi 65 kg. Rimanendo sulla bilancia, preme sul soffitto con il bastone e la bilancia indica 80 kg. Se successivamente preme sul pavimento con la stessa intensità con cui prima ha premuto sul soffitto, che cosa indicherà la bilancia?

Suggerire ai ragazzi di usare le rappresentazioni multiple.

- Disegno della situazione.
- Diagramma delle forze agenti sulla bilancia.
- Rappresentazione tabellare.
- Risoluzione analitica.
- Descrizione del procedimento risolutivo.

Questo consentirà all'insegnante di individuare gli schemi di pensiero ed eventuali errori, e agli studenti di affinare il ragionamento mediante autocorrezione, per arrivare a una soluzione.

<i>Disegno della situazione</i>	
<i>Diagramma delle forze agenti sulla bilancia</i>	<p>Quali forze agiscono sulla bilancia nei tre casi?</p> <p>1 2 3</p>

LA REAZIONE VINCOLARE

<i>Rappresentazione tabellare</i>				
	La forza esercitata dai piedi è	uguale alla forza peso	uguale alla somma vettoriale della forza peso e della reazione vincolare del soffitto	uguale alla somma vettoriale della forza peso e della reazione vincolare del pavimento
	Forza totale agente sulla bilancia	$\vec{F}_{tot1} = \vec{F}_p$ $F_{tot1} = F_p = 65 \text{ kg} \cdot g$	$\vec{F}_{tot1} = \vec{F}_p + \vec{R}_1$ $F_{tot2} = F_p + R_1 = 80 \text{ kg} \cdot g$	$\vec{F}_{tot3} = \vec{F}_p + \vec{R}_2$ $F_{tot3} = F_p - R_2$
	Forza misurata dalla bilancia: forza di reazione	$R_{b1} = -\vec{F}_{tot1}$	$R_{b2} = -\vec{F}_{tot2}$	$R_{b3} = -\vec{F}_{tot3}$
<i>Risoluzione analitica</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $R_{b1} = F_p = 65 \text{ kg} \cdot g$ 2. $R_{b2} = F_p + R_1 = 80 \text{ kg} \cdot g \rightarrow R_1 = 15 \text{ kg} \cdot g$ 3. $R_{b3} = F_p - R_2 = F_p - F_2 = F_p - F_1 = F_p - R_1 = 65 \text{ kg} \cdot g - 15 \text{ kg} \cdot g = 50 \text{ kg} \cdot g$ <p>La bilancia indicherà 50 kg.</p>			

LA REAZIONE VINCOLARE

<i>Descrizione del procedimento risolutivo.</i>	<p>Nel primo caso il ragazzo si trova sulla bilancia e tiene il bastone sospeso. Sulla bilancia agisce la forza esercitata dai suoi piedi coincidente con la forza peso, dal momento che il ragazzo è fermo.</p> <p>Nel secondo caso, il ragazzo spinge il bastone contro il soffitto, perpendicolarmente alla bilancia, con una forza di intensità F_1 : il soffitto esercita sul ragazzo, e di riflesso sulla bilancia, una forza di reazione opposta \vec{R}_1, di intensità pari a F_1, che si somma vettorialmente alla forza peso.</p> <p>Nel terzo caso, il ragazzo spinge il bastone contro il pavimento, perpendicolarmente ad esso, con una forza \vec{F}_2 di intensità $F_2 = F_1$: la bilancia esercita sul ragazzo una forza di reazione opposta \vec{R}_2, di intensità pari a $R_2 = R_1 = F_1$ che si somma vettorialmente alla forza peso.</p> <p>Il valore indicato dalla bilancia nei tre casi corrisponde alla reazione vincolare alla risultante delle forze agenti.</p> <p>Nel primo caso la bilancia indica la massa corrispondente alla forza peso (65 kg).</p> <p>Nel secondo caso la bilancia indica una massa maggiore, corrispondente alla massa che si ottiene dalla somma vettoriale della forza peso e della reazione del soffitto; in questo modo si ricava il valore della forza premente sul soffitto, pari, in chilogrammi, a 80 kg – 65 kg = 15 kg.</p> <p>Nel terzo caso la bilancia indicherà una massa minore, poiché le forze da sommare vettorialmente hanno verso opposto, così facendo, sempre in chilogrammi, avremo 65 kg - 15kg = 50 kg.</p>
---	--

E se, invece di premere sul pavimento, il ragazzo premesse allo stesso modo sul piatto della bilancia?

In questo caso è fondamentale chiedersi che cosa misura la bilancia.

Domande da porre per guidare la discussione.

- Quali forze devono essere prese in considerazione?
- Che cosa succede durante un piegamento?
- E durante un'estensione?



Il movimento up & down qui descritto è fondamentale nello sci.

Lo si può misurare con le bilance della Pasco, oppure lo si può sperimentare utilizzando una cassetta di legno per la frutta.

La si capovolge e ci si sale, quindi ci si accuccia e ci si estende, osservando come si comportano le liste di legno e come si flettono nei vari casi.

In viaggio attraverso la fisica

LA CAMMINATA



RIFLETTI

Come fa una persona inizialmente ferma a iniziare a muoversi?

Senza attrito potremmo camminare?

Senza gravità potremmo camminare?

LA CAMMINATA

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

1) il baricentro si sposta in avanti, si mette più peso su una gamba e di conseguenza più attrito.

2) Senza attrito non si potrebbe camminare perché non ci sarebbe un punto di contatto stabile con il pavimento; un esempio è quando si prova a camminare con una scarpa a suola liscia sul ghiaccio.

3) Se non c'è gravità, come nello spazio, è impossibile camminare nella stessa modalità di come si riesce a camminare sulla terra.

- 1) Una persona inizia a muoversi grazie agli stimoli dati dal cervello, i quali spostano i reni di essa indietro le minime ferite facendo pressione - In quelle reni si oppone il tenore.
- 2) No, perché non ci sarebbe modo di fare una premura iniziale che permette un movimento continuo, come sul ghiaccio..
- 3) Senza gravità non si potremmo sempre muovere le gambe, ma non ci sposteremmo in avanti come sul terreno, tenuti e ruotati.

LA CAMMINATA

SUGGERIMENTI

Per camminare, la prima cosa da fare è sbilanciarsi in avanti. La camminata e la corsa sono una continua “caduta in avanti” che compensa la coppia che si crea quando si spinge all’indietro con i piedi, sul terreno.

Il ruolo della suola è quello di aumentare il coefficiente di attrito statico. Il piede esercita una forza sul terreno che, per azione-reazione, ne esercita una opposta sul piede, permettendo l’avanzamento. La forza di attrito massima è proporzionale al coefficiente di attrito e alla reazione normale nel punto di contatto, che in questo caso è uguale e opposta alla forza di gravità.

Quindi in assenza di attrito o in assenza di gravità, non si può camminare.



Perché non ci accorgiamo di muovere la Terra?

Camminando, esercitiamo una forza sulla Terra che, a sua volta, esercita su di noi una forza uguale e opposta. Le masse in gioco, però, sono estremamente diverse, la massa della Terra è

$$M_{Terra} = 5,972 \times 10^{24} \text{ kg},$$

quindi lo sono anche le accelerazioni (II principio della dinamica): a parità di forza, l’accelerazione subita è tanto minore, quanto maggiore è la massa.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Corso di aggiornamento *Come funzionano le cose nello sport*, 2020 – LCSF, Dipartimento di Fisica di Trento e IPRASE

Passo dopo passo

Nota per l'insegnante: sperimentare l'equilibrio del proprio corpo

Si riportano alcuni esercizi che gli studenti potranno eseguire per sperimentare le condizioni di equilibrio.

1. Appoggiarsi al muro con la schiena e alzare la gamba lateralmente.
2. Appoggiarsi al muro con la schiena e piegarsi in avanti.
3. Mettersi di fronte alla parete, con le punte dei piedi appoggiate al muro e provare ad alzarsi sulle punte.
4. Sedersi su una sedia e provare ad alzarsi tenendo la schiena appoggiata allo schienale.



Si potrà parlare poi di equilibrio del punto materiale, di equilibrio di un corpo rigido, di centro di massa, di baricentro.

Sequenza: Camminare o correre? Velocità e urti

Domanda stimolo

Per introdurre la sequenza, l'insegnante può proporre una domanda come questa.

Quali sono le differenze tra la camminata e la corsa?

Domande guida

Per correre è fondamentale l'uso di calzature specifiche?

Perché le lesioni del tendine di Achille sono molto debilitanti?



Attività o esperimenti proposti

- Velocità.
- Forze d'impatto.
- Impatto del piede sul pavimento.
- Un modello per la corsa: studio del rimbalzo di una pallina.
- Considerazioni energetiche.
- Energia per camminare, energia per correre.

Le schede con le descrizioni dettagliate sono riportate di seguito.

VELOCITÀ

È meglio correre scalzi o con le scarpe?

Quali scarpe sono più adatte alla camminata? E alla corsa?



RIFLETTI

La velocità massima di una camminata o di una corsa dipende dal tipo di calzatura?

C'è un'andatura che, più di altre, permette di mantenere una velocità costante?

CHE COSA TI SERVE

- Calzature diverse: scarpe da passeggio, scarpe da corsa, scarponi, piedi nudi...
- Un campo da pallavolo.
- Corda metrica.
- Cronometro.

CHE COSA DEVI FARE

- Misura 5 volte il tempo impiegato a percorrere 18 m e calcola il tempo medio.
- Usa lo stesso procedimento per misurare il tempo medio impiegato a percorrere due, tre, quattro e cinque volte il lato lungo 18 m del campo da pallavolo.
- Raccogli e organizza i dati in una tabella

Spazio (m)	Tempo (s)
0	0.0
18	
36	
54	
62	
90	

- Riporta i dati nel piano cartesiano: in ascissa il tempo e in ordinata lo spazio percorso.
- Analizza i dati e deduci il grafico velocità-tempo, a partire dal grafico spazio-tempo.

VELOCITÀ

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

1.	Monica (scarpe ginnastica)
Giro 1	media = $33,65 : 3 = 11,21 \frac{4}{5}$
Giro 2	media = $33,69 : 3 = 11,23 \frac{5}{5}$
Giro 3	media = $35,44 : 3 = 11,81 \frac{3}{5}$
Giro 4	media = $33,82 : 3 = 11,27 \frac{3}{5}$
Giro 5	media = $39,19 : 3 = 11,26 \frac{3}{5}$

2.	Sarò (zeppe)
Giro 1	media = $31,03 : 3 = 10,50 \frac{5}{5}$
Giro 2	media = $33,06 : 3 = 11,02 \frac{5}{5}$
Giro 3	media = $32,96 : 3 = 11,18 \frac{3}{5}$
Giro 4	media = $32,58 : 3 = 10,86 \frac{5}{5}$
Giro 5	media = $33,01 : 3 = 11,03 \frac{5}{5}$

3.	Michele (nike)
Giro 1	media = $37,81 : 3 = 12,60 \frac{5}{5}$
Giro 2	media = $38,49 : 3 = 12,73 \frac{5}{5}$
Giro 3	media = $32,11 : 3 = 10,03 \frac{3}{5}$
Giro 4	media = $38,03 : 3 = 12,76 \frac{5}{5}$
Giro 5	media = $41,23 : 3 = 13,74 \frac{5}{5}$

4.	Riccardo (scarpa gita)
Giro 1	media = $37,67 : 3 = 12,56 \frac{5}{5}$
Giro 2	media = $39,02 : 3 = 13,00 \frac{3}{5}$
Giro 3	media = $40,00 : 3 = 13,03 \frac{5}{5}$
Giro 4	media = $38,02 : 3 = 12,73 \frac{5}{5}$
Giro 5	media = $38,93 : 3 = 12,97 \frac{5}{5}$

GAIA 1 (converse)
Giro 1 media = $35,31 : 3 = 11,77 \frac{5}{5}$
Giro 2 media = $33,83 : 3 = 11,29 \frac{5}{5}$
Giro 3 media = $35,95 : 3 = 11,98 \frac{5}{5}$
Giro 4 media = $33,04 : 3 = 11,01 \frac{5}{5}$
Giro 5 media = $34,43 : 3 = 11,47 \frac{5}{5}$

GAIA 2 (scarpe da fondo)
Giro 1 media = $33,55 : 3 = 11,18 \frac{5}{5}$
Giro 2 media = $31,41 : 3 = 10,47 \frac{5}{5}$
Giro 3 media = $34,01 : 3 = 11,36 \frac{5}{5}$
Giro 4 media = $31,57 : 3 = 10,52 \frac{5}{5}$
Giro 5 media = $34,24 : 3 = 11,41 \frac{5}{5}$

Dopo aver raccolto i dati, gli studenti si sono accorti di aver commesso l'errore di non procedere con la separazione delle variabili.

OSSERVAZIONI SCHEMI E CONFRONTANDO I DATI RACCOLTI, IN CONSIDERAZIONE DELLA BREVITÀ DELLA DISTANZA PERCORSA NON CI SONO SIGNIFICATIVE DIFFERENZE NELLA VELOCITÀ TRA UNA CALZATURA E L'ALTRA, SI PUÒ IPOTIZZARE CHE SU UNA DISTANZA PIÙ LUNGA LE DIFFERENZE SAREBBERO MAGGIORI.
NON È STATA PRESA IN CONSIDERAZIONE NELLA VALUTAZIONE CHE LE SCARPE ERANO INDOSSATE DA INDIVIDUI DIVERSI. IN PARTICOLARE RIGUARDO ALLA PERSONA CHE HA ESEGUITO L'ESPERIMENTO CON DUE CALZATURE DIVERSE LA VELOCITÀ È MAGGIORE CON LE SCARPE CON UN ATTRITO MINORE.

La velocità di camminata dipende dalle calzature e dalla superficie, perché in base a questi si crea + o - attrito che ci permette di correre più o - velocemente.

VELOCITÀ

SUGGERIMENTI

Si consiglia di lavorare a gruppi, così da analizzare moti diversi: camminata lenta, camminata veloce, marcia, corsa.

Ripetere quindi utilizzando calzature diverse.

Si può verificare che la marcia è l'andatura che meglio approssima un moto a velocità costante.



L'esperimento permette di introdurre per via grafica i concetti di velocità, spazio e accelerazione.

Prendendo spunto da questa esperienza si può parlare di legge oraria e di interpolazione dei dati.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

<https://fisicaperlaScuola.wordpress.com/2016/09/28/introduzione-al-moto/>

FORZE D'IMPATTO

Hermes, figlio di Zeus e messaggero degli dèi, viene sempre raffigurato con calzari ed elmo alati, doni che il padre gli fece per renderlo più veloce.

RIFLETTI

Che cosa distingue la camminata dalla corsa?

Possiamo misurare la forza con la quale il piede impatta sul pavimento durante la camminata e durante la corsa?

Ti aspetti delle differenze?

CHE COSA TI SERVE

- Una bilancia con sensori Pasco.
- Assi di legno di spessore pari a quello della bilancia.
- Un computer con software per l'acquisizione e l'analisi dei dati.

CHE COSA DEVI FARE

- Appoggia a terra la bilancia, mettendola tra due assi di legno allo stesso livello.
- Collegala al computer.
- Misura la forza d'impatto (che nei grafici è chiamata Normal Force) nel caso della camminata e nel caso della corsa.

SUGGERIMENTI

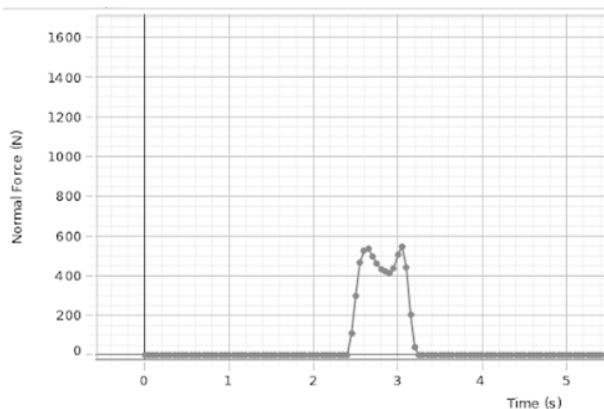
Camminare e correre rientrano negli schemi motori di base, insieme a saltare, lanciare, arrampicare, rotolare; schemi necessari per l'acquisizione dello schema corporeo, fondamentali per imparare a svolgere ogni movimento con il minimo dispendio energetico.

Quando si cammina, i piedi, alternativamente, eseguono una rullata, ma uno dei due piedi è sempre appoggiato a terra. La corsa, invece, è caratterizzata da una sequenza appoggio-spinta-volo.

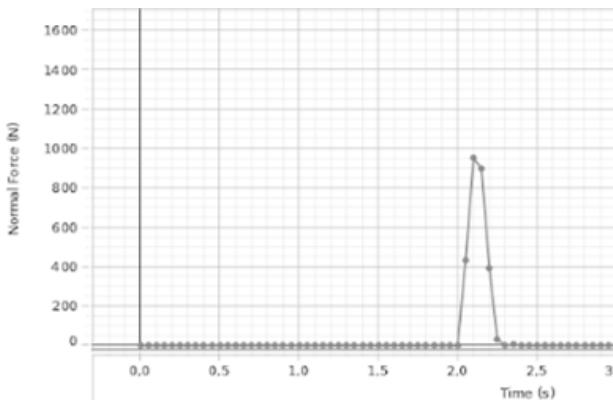
Ciò che distingue la corsa dalla camminata è proprio questa fase in volo, durante la quale entrambi i piedi non appoggiano a terra. L'impatto del piede sul pavimento deve essere elastico e breve e deve avvenire un po' più avanti rispetto alla posizione del baricentro, così da mantenere l'equilibrio.

L'esperimento

I grafici relativi alla camminata



e alla corsa



mostrano come la fase di appoggio del piede e l'intensità della forza d'impatto siano diverse.



La bilancia biassiale della Pasco permette di misurare anche la componente orizzontale dovuta alla spinta in avanti, ossia la componente della forza dovuta all'attrito nell'interazione piede-pavimento.

Il grafico, in questo caso, dovrebbe evidenziare una forza diretta nel verso del moto, in fase di appoggio, e in verso opposto, al momento dello stacco del piede dal pavimento.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Corso di aggiornamento *Come funzionano le cose nello sport*, 2020 – LCSF, Dipartimento di Fisica di Trento e IPRASE

IMPATTO DEL PIEDE SUL PAVIMENTO

Più la corsa è veloce, più l'impatto della scarpa con il terreno assomiglia a quello di una palla che rimbalza elasticamente.

SIMULAZIONE CON ALGODOO

Si simula il rimbalzo di una pallina di gomma mediante il software Algodo. Si traccia il grafico forza-tempo e se ne confronta l'andamento con quello relativo alla forza d'impatto nella corsa.

IMPOSTAZIONE DEGLI OGGETTI

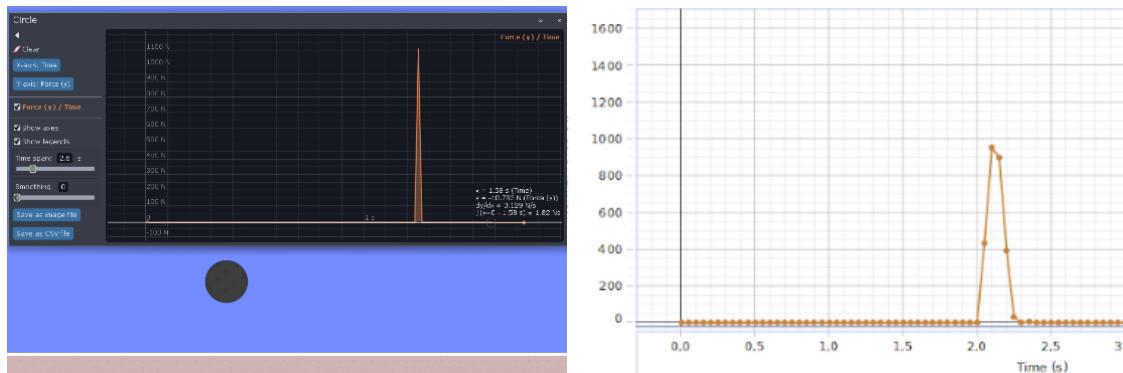
- Apri Algodo.
- Disegna un cerchio e, mediante il tasto destro, apri la tendina “Edit” che permette di impostarne le caratteristiche:
 - Material: rubber.
 - Velocities (x): 0.
 - Massa: a piacere.
 - Funzione “show plot” per visualizzare il grafico desiderato: Impact Force al variare del tempo.

IMPOSTAZIONE DEL PAVIMENTO

Allo stesso modo, imposta le caratteristiche del pavimento:

- Material: stone.

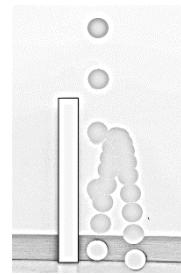
Avvia la simulazione.



Forza d'impatto della pallina e della scarpa nella corsa, a confronto

UN MODELLO PER LA CORSA

Il rimbalzo di una pallina



RIFLETTI

Come possiamo studiare il moto di caduta e il rimbalzo di una pallina?

Chiudi gli occhi e fai cadere una pallina di gomma da una certa altezza, quindi ascolta il rumore che fa ad ogni urto con il pavimento: che cosa sta succedendo?

Da che cosa dipende il rimbalzo? Utilizza palline e superfici diverse; volendo, puoi modificarne la temperatura mettendola prima in frigorifero o riscaldandola con un asciugacapelli.

CHE COSA TI SERVE

- Una pallina di gomma.
- Una bilancia digitale (risoluzione minima: 1 g).
- Un oggetto di lunghezza nota che funga da riferimento.
- Uno smartphone.
- Software Tracker.

CHE COSA DEVI FARE

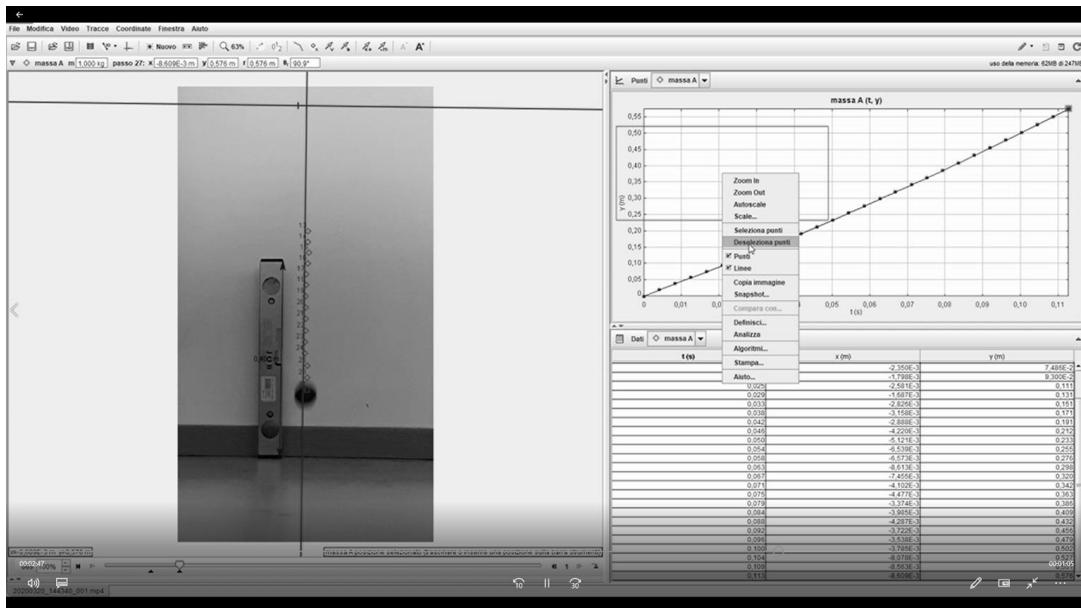
Prendi nota del valore dell'altezza iniziale della pallina e ripredi la caduta in prossimità del riferimento. La ripresa deve essere frontale, senza distorsioni, a 240 fps

1. Analizza il video con Tracker: traccia il grafico velocità-tempo e determina l'accelerazione.
2. Guarda il video sullo smartphone, frame dopo frame e fermati al frame nel quale si vede l'altezza massima raggiunta dalla pallina dopo il rimbalzo. Fai uno screenshot.
Come puoi determinare l'altezza raggiunta dopo il primo rimbalzo?
3. Determina il coefficiente di restituzione, ossia il rapporto tra i moduli delle velocità della pallina, dopo e prima dell'urto o, equivalentemente, la radice quadrata del rapporto tra l'altezza massima dopo l'urto e l'altezza massima prima dell'urto: $e = \frac{v_r}{v_i} = \sqrt{\frac{h_r}{h_i}}$
4. Determina ora la variazione di energia meccanica, pari alla variazione di energia potenziale gravitazionale associata all'urto, dovuta al primo rimbalzo.

UN MODELLO PER LA CORSA – IL RIMBALZO DI UNA PALLINA

SUGGERIMENTI

1. Si riporta uno screenshot relativo a un esempio di analisi del video realizzata con Tracker:



2. Determinare l'altezza raggiunta dopo il primo rimbalzo, utilizzando uno screenshot.

Utilizzare la proporzione $L: l = H: h$, dove

L è la lunghezza reale dell'oggetto usato come riferimento

l è la lunghezza del riferimento, misurata sullo schermo dello smartphone in mm o in pixel

H è l'altezza reale raggiunta dalla pallina (l'incognita)

h è l'altezza raggiunta dalla pallina, misurata sullo screenshot in mm o in pixel

La misura in pixel si ottiene ritagliando l'immagine in modo tale che la sua altezza corrisponda alla lunghezza che si vuole misurare. Nella sezione “dettagli” della foto, si potrà visualizzare a quanti pixel corrisponde.

- Esempio di misura con il righello:

$$0.400 \text{ m} : 0.050 \text{ m} = H : 0.009 \text{ m}$$

$$\Delta H = H \cdot \left(\frac{0.001}{0.400} + \frac{0.001}{0.050} + \frac{0.001}{0.009} \right) \text{ m}$$

$$H = (0.072 \pm 0.007) \text{ m}$$

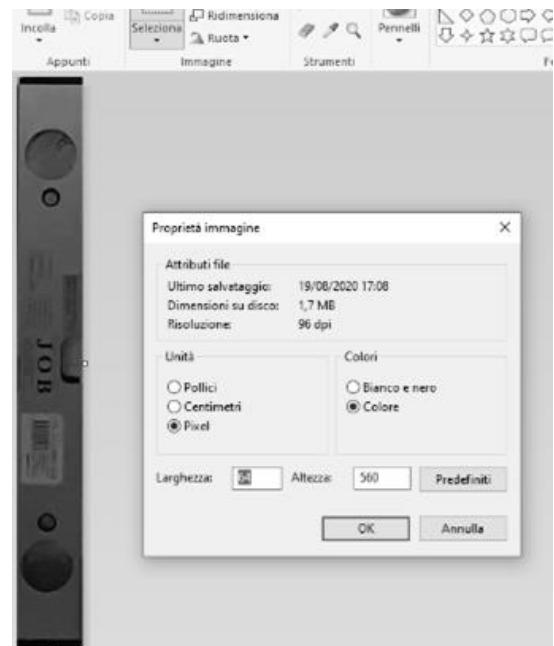
Passo dopo passo

UN MODELLO PER LA CORSA – IL RIMBALZO DI UNA PALLINA

- b. Esempio di misura con i pixel:

$$0.400 \text{ m} : 560 \text{ pixel} = H : 108 \text{ pixel}$$

$$H = (0.08 \pm 0.01) \text{ m}$$



Screenshot di un software di disegno

4. La variazione di energia meccanica, pari alla variazione di energia potenziale gravitazionale associata all'urto, dovuta al primo rimbalzo, è:

$$\langle \Delta E \rangle = mg(h_i - h_r)$$

Dove h_i è l'altezza iniziale della pallina e h_r è l'altezza raggiunta nel rimbalzo.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

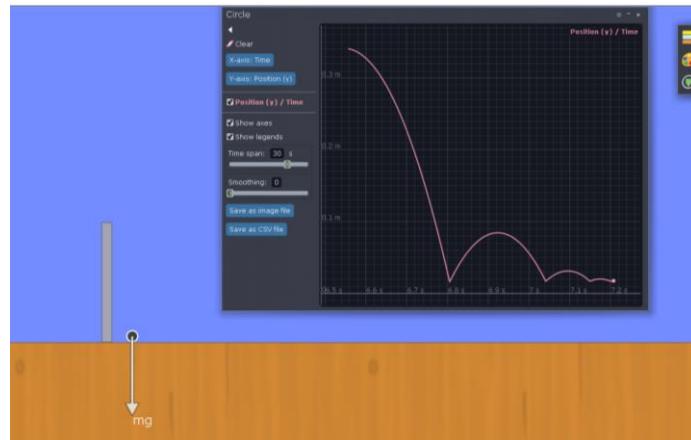
<https://fisicaperlaScuola.wordpress.com/2020/03/30/rimbalzi-di-una-pallina/>

Bocci et al., *Pensa con la fisica – volume per il 3° e 4° anno*, DeaScuola, Petrini

<https://www.fisica.uniud.it/~michelini/pallina/index.html>

UN MODELLO PER LA CORSA – LA SIMULAZIONE CON ALGODOO

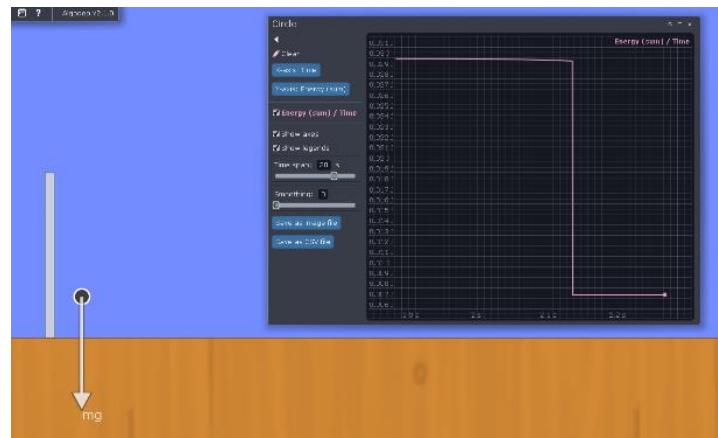
La simulazione con Algodoo



SIMULAZIONE CON ALGODOO

Simula il rimbalzo di una pallina di gomma mediante il software Algodoo, del quale si riportano alcuni screenshot, e traccia il grafico Energia totale – tempo.

Confronta quindi la variazione di energia totale nel primo rimbalzo con il valore ottenuto sperimentalmente.



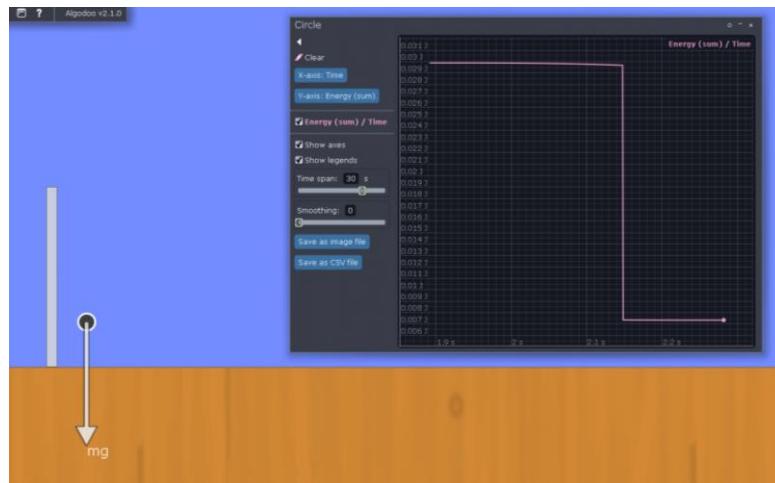
IMPOSTAZIONI

- Nel menù “impostazioni” di Algodoo, scegli una frequenza di simulazione pari a 1200 Hz.
- Disegna una pallina di gomma e imposta un coefficiente di restituzione di valore pari al valore ricavato sperimentalmente.
- Imposta “legno” come materiale per il pavimento.
- Fai cadere la pallina da un’altezza pari a quella di partenza.
- Imposta i grafici: Plot (Position (y, t) e (Energy (sum, t).
- Avvia la simulazione.

Passo dopo passo

IL RIMBALZO DI UNA PALLINA – E L'ENERGIA?

A che cosa è dovuta la variazione di energia meccanica nel rimbalzo?



Screenshot dal software Algodoor

CHE COSA TI SERVE

- Una biglia d'acciaio.
- Una termo-camera.
- Una superficie d'acciaio.
- Un libro.
- Un foglio di carta assorbente da cucina.
- Un cuscino.

CHE COSA DEVI FARE

Appoggia a terra il cuscino, per proteggere il pavimento.

Metti la lastra di acciaio sopra il cuscino, coprila con il foglio di carta assorbente e usa il libro per inclinarla leggermente.

Riprendi con la termo-camera la caduta della sfera d'acciaio sulla superficie metallica.



RIFLETTI

Qual è la funzione della carta da cucina?

Perché conviene inclinare la lastra metallica?

IL RIMBALZO DI UNA PALLINA – E L'ENERGIA?

SUGGERIMENTI

L'esperimento è qualitativo e permette di osservare le zone a diversa temperatura. La carta da cucina è utilizzata per rallentare il processo di conduzione dell'energia termica che, altrimenti, sarebbe troppo veloce e non potrebbe essere registrato dalla termo-camera.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

<https://fisicaperlaScuola.wordpress.com/2020/03/30/rimbalzi-di-una-pallina/>

Bocci *et al.*, *Pensa con la fisica – volume per il 3° e 4° anno*, DeaScuola, Petrini

<https://www.fisica.uniud.it/~michelini/pallina/index.html>

Vollmer M and Moellmann K-P 2017 Infrared Thermal Imaging: Fundamentals, Research and Applications (Weinheim: Wiley-VCH).

<https://www.flir.it/flir-one/>

IL RIMBALZO DI UNA PALLINA – SCONTRO TRA BIGLIE

Una biglia di acciaio è appoggiata a terra.

Una seconda biglia, uguale alla prima, cade e la colpisce centralmente.



RIFLETTI

Che cosa succede nella zona dell'urto?

Come puoi verificarlo?

CHE COSA TI SERVE

- Due biglie d'acciaio.
- Carta di alluminio.
- Righello.
- Cesta con cuscino, per proteggere il pavimento.

CHE COSA DEVI FARE

- Posa a terra la cesta contenente il cuscino.
- Metti una biglia d'acciaio sul cuscino e coprila con il foglietto di carta di alluminio.
- Fai cadere l'altra biglia cercando di colpire centralmente quella a terra.
- Osserva il foglio di alluminio nella zona dell'urto.
- Metti un righello accanto a questa zona e scatta una foto.



Foto di L.M. Gratton

IL RIMBALZO DI UNA PALLINA – SCONTRO TRA BIGLIE

SUGGERIMENTI

Analizzando la foto si può misurare il diametro e, di conseguenza, la superficie dell'area interessata dalla fusione; quindi, misurando lo spessore del foglio e cercando il valore tabulato della densità dell'alluminio, si determina la massa dell'alluminio.

Nell'ipotesi che l'urto sia completamente anelastico, si può supporre che l'energia potenziale della biglia in caduta si trasformi tutta in energia cinetica, durante la caduta, e che quest'ultima si trasformi tutta in energia termica assorbita dall'alluminio. Allora

$$mgh = Mc\Delta T$$

e si può verificare che la temperatura raggiunta nell'impatto è pari o superiore a quella di fusione dell'alluminio (600°C).

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

<https://fisicaperlaScuola.wordpress.com/2020/03/30/rimbalzi-di-una-pallina/>

Bocci et al., *Pensa con la fisica – volume per il 3° e 4° anno*, DeaScuola, Petrini

<https://www.fisica.uniud.it/~michelini/pallina/index.html>

James R. et al., “Ripples in an Aluminum Pool?”, *The Physics Teacher* 56, 281 (2018);

<https://doi.org/10.1119/1.5033869>

Le diete ipocaloriche fanno bene?

RIFLETTI

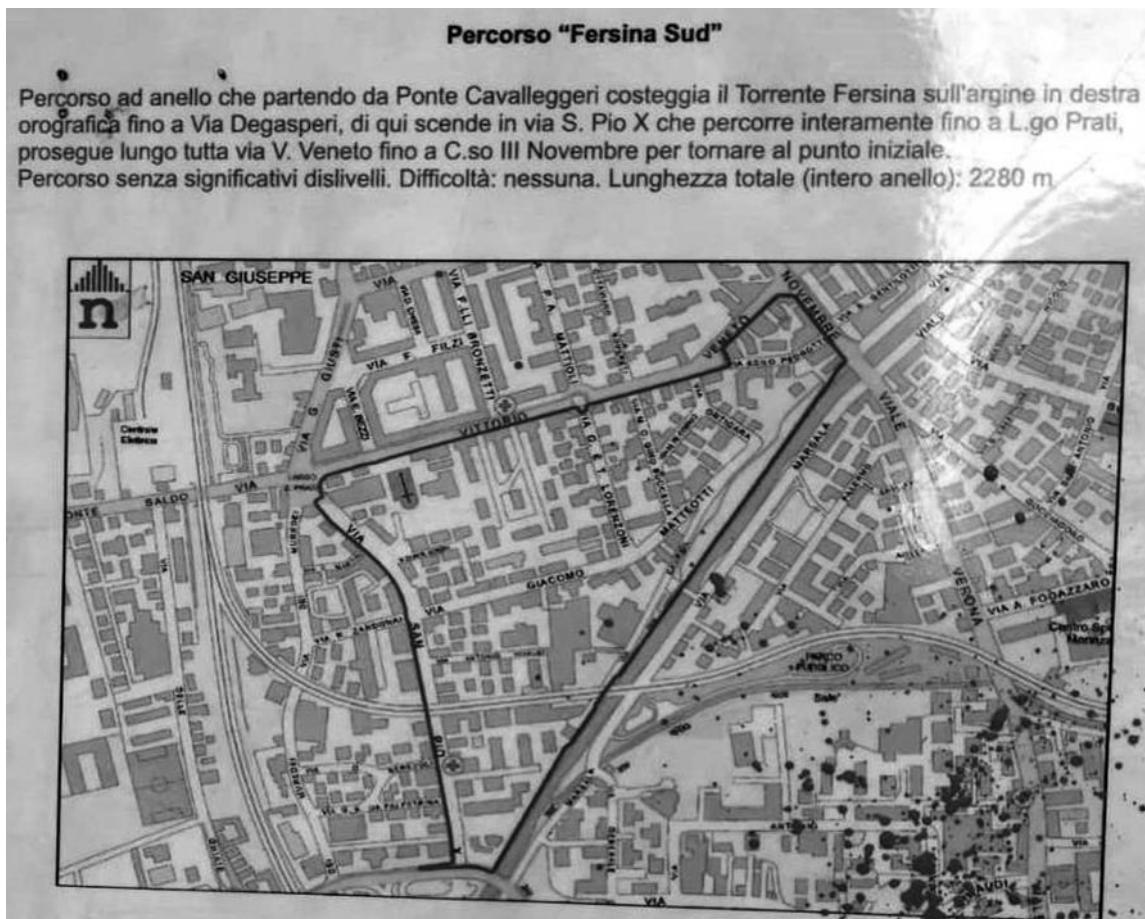
Quante calorie al giorno si devono assumere al solo scopo di mantenere costante la temperatura corporea?

Quanta energia viene spesa nella camminata? E nella corsa?

Esiste una velocità di transizione per la quale si consuma meno energia a correre che a camminare?

CHE COSA TI SERVE

- Smartphone con app Pedometro.
- Mappa del percorso.



ENERGIA PER CAMMINARE E CORRERE

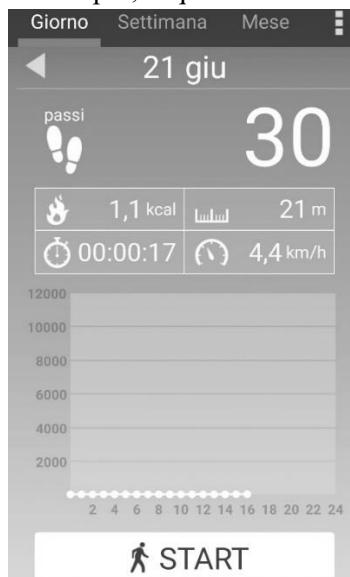
CHE COSA DEVI FARE

Al ponte dei Cavalleggeri, a Trento, trovi questo cartello del Comune di Trento, relativo al percorso proposto nella mappa.

Energia spesa per percorrere l'intero tragitto (andata e ritorno) in rapporto al tempo di percorrenza, al peso e alla forma fisica della persona				
Attivo	<i>tempo di percorrenza</i>	<i>peso della persona</i>	<i>spesa energetica</i>	
	[minuti]	[kg]	[kcal]	
26	60	106		
	70	124		
	80	141		
	90	159		
	100	177		

Sedentario	<i>tempo di percorrenza</i>	<i>peso della persona</i>	<i>spesa energetica</i>	
	[minuti]	[kg]	[kcal]	
31	60	83		
	70	97		
	80	110		
	90	124		
	100	138		

Percorri l'anello, registrando i dati con l'app Pedometro, della quale si riporta uno screenshot a titolo d'esempio, quindi confronta i tuoi risultati con quelli presenti nella tabella precedente



Che cosa cambia se percorri l'anello correndo?

Sotto opportune ipotesi, la potenza necessaria affinché una persona di massa m , con gambe di lunghezza pari a L , cammini a velocità v può essere approssimata a:

$$P_{camminata} \approx \left(\frac{mg}{\pi} \right) \left[\frac{3gL}{2} \right]^{\frac{1}{2}} \left\{ 1 - \left[1 - \frac{\pi^2 v^2}{6gL} \right]^{\frac{1}{2}} \right\}$$

Mentre la potenza necessaria affinché la stessa persona corra a velocità v , può essere approssimata a:

$$P_{corsa} = \frac{mgv}{4}$$

Passo dopo passo

ENERGIA PER CAMMINARE E CORRERE

Fai l'analisi dimensionale delle due formule

Inserisci nelle formule la tua massa m , la lunghezza L della tua gamba e la velocità media della camminata (o della corsa) registrata dal Pedometro; quindi, confronta i risultati ottenuti con quelli precedenti.

Utilizzando i tuoi dati, traccia il grafico delle due funzioni $P_{camminata}(v)$ e $P_{corsa}(v)$ e determina il valore della velocità di transizione.

Prova a camminare e a correre con velocità superiore a questo valore e verifica quali sono i corrispondenti valori dell'energia.

ENERGIA PER CAMMINARE E CORRERE

SUGGERIMENTI

Diete ipocaloriche

Il corpo umano ha un comportamento simile a quello di un corpo nero.

La legge di Stefan-Boltzmann esprime la potenza scambiata tra il corpo nero e l'ambiente circostante:

$$W = S \cdot \sigma \cdot \varepsilon \cdot (T_c^4 - T_a^4)$$

dove

- S è l'area della superficie del corpo, che si può stimare scomponendo il corpo in solidi geometrici: $1.5 \text{ m}^2 < S < 2 \text{ m}^2$.

Per una persona di corporatura normale, alta 1.60 m, la superficie corporea è pari a circa 1.5 m^2 .

- $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ è la costante di Stefan Boltzmann.
- ε è il coefficiente di emissività e rappresenta la frazione di energia irraggiata da un corpo rispetto a quella irraggiata da un corpo nero alla stessa temperatura. Per il corpo nero ideale ε vale 1 ed è uguale al coefficiente di assorbimento α .
- T_c è la temperatura del corpo espressa in Kelvin. Per sopravvivere, la temperatura corporea deve essere di almeno 36°C . La temperatura media della pelle è però leggermente più bassa, ipotizziamo un valore prossimo a 33°C , quindi

$$T_c = (33 + 273) \text{ K}$$

- T_a è la temperatura ambiente espressa in Kelvin, supponendo sia estate

$$T_a = (25 + 273) \text{ K}$$

Ovviamente, se $T_c = T_a$, la potenza scambiata è nulla.

La potenza scambiata tra il corpo umano e l'ambiente sarà

$$W = S \cdot \sigma (T_c^4 - T_a^4) \approx 75 \text{ W}$$

Pertanto l'energia giornaliera necessaria per mantenere il corpo a temperatura costante sarà pari a

$$E = W \cdot t = 75 \text{ W} \cdot (24 \cdot 60 \cdot 60) \text{ s} \approx 6480 \text{ kJ} \approx 1500 \text{ kcal},$$

ricordiamo infatti che 1 cal = 4.18 J.

Potenza (energia/tempo) per camminare

(Fonte: <http://sprott.physics.wisc.edu/technote/walkrun.htm>)

Assumendo che

- ogni gamba si mantenga rigida mentre il piede tocca il suolo, cosicché ciascun piede lasci il contatto con il suolo nel momento in cui l'altro piede tocca il suolo e la flessione del ginocchio della gamba libera non richieda energia e non modifichi il periodo di oscillazione naturale della gamba;



Le relazioni qui riportate sono complesse, e la classe le potrà ritrovare nel seguito degli studi. Per ora, è sufficiente fornirle ai ragazzi chiedendo loro di farne un'analisi dimensionale.

ENERGIA PER CAMMINARE E CORRERE

- le gambe oscillano con il loro periodo naturale indipendentemente dalla velocità.
- si consumi energia alzando il baricentro del corpo a ogni passo,

la potenza necessaria affinché una persona di massa m , avente le gambe di lunghezza pari a L , cammini a velocità v , può essere approssimata a:

$$P_{camminata} \approx \left(\frac{mg}{\pi}\right) \left[\frac{3gL}{2}\right]^{\frac{1}{2}} \left\{1 - \left[1 - \frac{\pi^2 v^2}{6gL}\right]^{\frac{1}{2}}\right\}$$

Potenza (energia/tempo) per correre

(Fonte: <http://sprott.physics.wisc.edu/technote/walkrun.htm>)

Assumendo che

- ciascun piede tocchi il suolo per un tempo trascurabile;
- nell'istante in cui il piede lascia il suolo, la componente verticale e la componente orizzontale della velocità del baricentro siano uguali: così la gittata sarà massima prima che l'altro piede appoggi a terra;
- si consumi energia alzando il baricentro del corpo a ogni passo,

la potenza necessaria affinché la stessa persona corra a velocità v , può essere approssimata a:

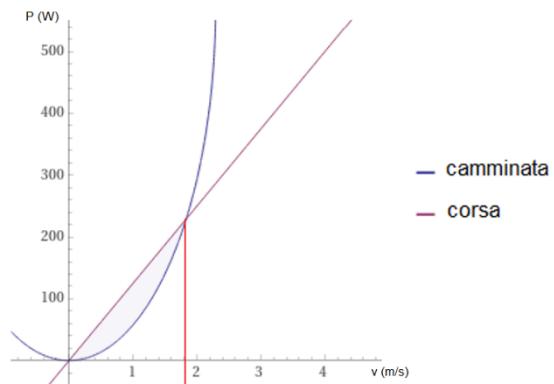
$$P_{corsa} = \frac{mgv}{4}$$

Velocità di transizione

Nel seguente grafico sono stati riportati i dati relativi a una persona di massa $m = 51 \text{ kg}$ e lunghezza della gamba pari a $L = 0.88 \text{ m}$

Sperimentalmente, i consumi energetici si possono misurare con un misuratore di CO_2 espirata.

Come si può notare, esiste un valore per la velocità (circa 2 m/s), oltre il quale la camminata diventa più dispendiosa della corsa.



Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Corso di aggiornamento *Come funzionano le cose nello sport*, 2020 – LCSF, Dipartimento di Fisica di Trento – IPRASE

<http://sprott.physics.wisc.edu/technote/walkrun.htm>

Tosi P., *Biomeccanica e bioenergetica del cammino*, Materiali del corso per accompagnatori di territorio, 2008

Materiale didattico, Università Mediterranea di Reggio Calabria,
https://www.unirc.it/documentazione/materiale_didattico/597_2007_48_747.doc

Nota per l'insegnante. Problemi ed esercizi: quale scelta?

Alcuni esempi

- Quanto vale l'intensità della forza esercitata dalla mano, in Figura 56? [13]

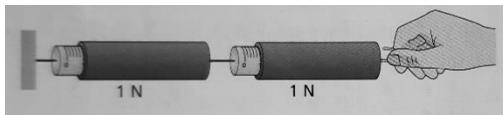


Figura 56 Per gentile concessione di DeaScuola

- Disegna una persona che cammina e rappresenta la forza d'attrito sul pavimento.
- Carlo si trova sulla superficie terrestre ed è attirato verso il centro della Terra da una forza pari a 700 N. La massa di Carlo è 70 kg, quella della Terra 6×10^{24} kg. La forza con la quale Carlo attira a sua volta la Terra vale [12]:
 - circa 0 N, visto che la massa della Terra è decisamente più grande di quella di Carlo
 - 700 N
 - circa 70 N
 - 6×10^{25} N
- Un ragazzo sta su una bilancia pesa persone con in mano un bastone che tiene sollevato in modo da non toccare nulla con esso. La bilancia indica 65 kg. Poi, restando sempre sulla bilancia, preme sul soffitto con il bastone e la bilancia indica 80 kg. Se successivamente preme sul piatto della bilancia con la stessa intensità con cui prima ha premuto sul soffitto, la bilancia indicherà [22]
 - 15 kg
 - 50 kg
 - 65 kg
 - 80 kg
- Un vaso è appoggiato sopra un tavolo. La forza normale che il tavolo esercita sul vaso è la reazione al peso del vaso. Questa affermazione è corretta? Motiva la risposta. [13]
- Un ragazzo seduto su uno skateboard tiene tra le mani un capo di una fune e un compagno tira l'altro capo della fune. Rappresenta graficamente la situazione e descrivi quali forze agiscono sul ragazzo e sullo skateboard.
- Una sfortunata farfalla si schiaccia contro il parabrezza di un'automobile in corsa. La massa della farfalla è 0.15 g, mentre quella dell'automobile è 1500 kg. La forza esercitata dall'automobile sulla farfalla, rispetto a quella esercitata dalla farfalla sull'auto, è [23]
 - 10.000.000 di volte maggiore
 - 10.000 volte maggiore
 - La stessa
 - 10.000.000 di volte minore
- Perché prima di scendere da una barca, è necessario legarla e afferrare una presa sul molo?
- Il grafico di Figura 57 rappresenta la relazione tra la forza d'attrito e la forza motrice applicata a un oggetto, di massa pari a 10 kg. L'oggetto è appoggiato su un bancone sul quale può strisciare.
 - Quali informazioni puoi dedurre dal grafico?

Passo dopo passo

- Puoi determinare i coefficienti di attrito statico e dinamico? L'oggetto viene messo in movimento?
- Riesci a stabilire di quale materiale siano fatti il bancone e l'oggetto?

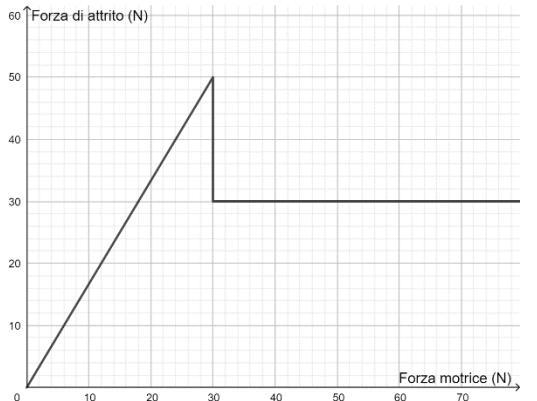


Figura 57 Oggetto che striscia su un bancone

- Stampare un grafico spazio –tempo, come quello riportato in Figura 58 e chiedere agli studenti di camminare lungo una traiettoria rettilinea riproducendo il moto rappresentato dal grafico. Si può anche proporre un grafico senza unità di misura e chiedere loro di scegliere quella più adatta:

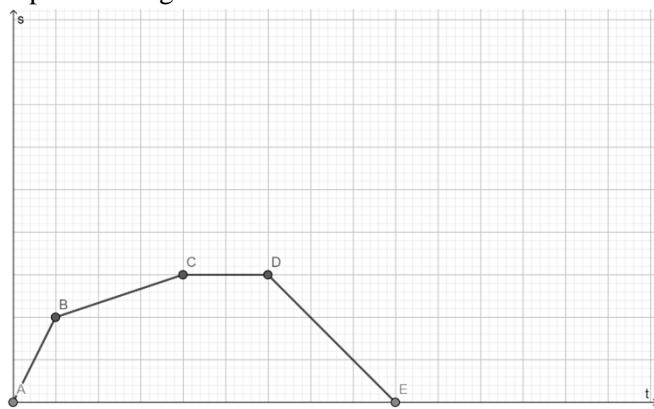
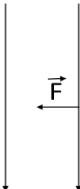


Figura 58 Esempio di grafico spazio-tempo

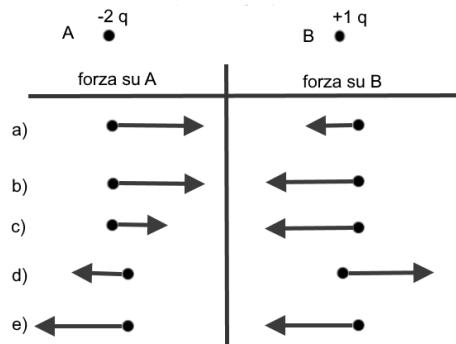
- Perché un ragazzo, seduto su una sedia, non riesce a sollevarsi in aria tirando i braccioli?
- Supponi che un'astronave lontana nello spazio, fuori dalla portata della forza gravitazionale della Terra, del Sole e delle stelle, spenga i motori. Continuerà ad andare avanti? Perché? [7]
- Due ragazzi si trovano su due barche, uno di fronte all'altro, hanno perso i remi ma hanno a disposizione una palla. Che cosa possono fare per allontanare le barche? Motiva la risposta.
- Due fili conduttori, A e B, percorsi da corrente continua e costante si attraggono. Se il filo A esercita una forza \vec{F} sul filo B, assegna ai fili il nome corretto e rappresenta graficamente, se ritieni ci sia, la forza che il filo B esercita sul filo A, fornendo indicazioni sulla sua intensità, sulla sua direzione e sul suo verso, e motivando la risposta.



- L'insegnante porge all'alunno l'altro estremo di un'asta metrica e dice: «Tira». In che verso sta tirando l'insegnante? In che verso sta tirando lo studente? L'insegnante può tirare l'alunno senza che l'alunno tiri l'insegnante? [7]
- “Ti trovi in piedi, immobile sul pavimento, perché la somma della forza gravitazionale che la Terra esercita su di te e della forza opposta che tu eserciti sulla Terra è nulla.” Questa affermazione è corretta? Perché? [13]
- TROVA L'ERRORE Un cane trascina una slitta da neve lungo un percorso rettilineo. La slitta non può muoversi perché, per il terzo principio, la slitta esercita sul cane una forza all'indietro opposta alla forza che il cane applica alla slitta e quindi la risultante delle forze è nulla. [13]
- Cerca in Internet immagini che rappresentino la forza di interazione tra la Terra e la Luna: individua quelle sbagliate e spiegane il motivo.
- Perché nelle gare di velocità si usano i blocchi di partenza? Come è diretta e su quale corpo agisce la spinta degli atleti? Qual è la forza che fa muovere gli atleti? Le due forze sono legate tra loro?
- In un labirinto percorri gli spostamenti indicati in Figura 59: sono tutti perpendicolari e hanno tutti modulo uguale a 4,0 m. Quanto vale il modulo dello spostamento totale? [13]
- Stefano e Francesco leggono sul giornale la notizia di un incidente stradale in cui un'auto si è scontrata con un camion.
 - Stefano: la forza d'impatto tra i due veicoli è stata la stessa.
 - Francesco: la forza d'impatto di cui ha risentito l'auto è stata molto più grande, perché il camion ha una massa molto maggiore a quella dell'auto.
 - Chi ha ragione e perché? [13]
- Un martello colpisce un uovo, con evidenti conseguenze. Confronta fra loro la forza che il martello applica all'uovo e la forza che l'uovo applica al martello, sia per le loro caratteristiche, sia per il loro effetto. [13]
- L'immagine mostra una particella B, avente carica elettrica pari a $+1\text{ q}$, e una particella A, che si trova a molti centimetri di distanza da B, avente carica elettrica pari a -2 q . Individua la coppia di vettori che rappresentano correttamente la forza elettrica esercitata da A su B e la forza elettrica esercitata da B su A. [24]



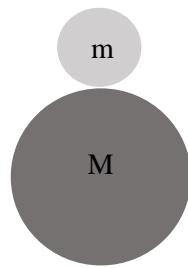
Figura 59 Per gentile concessione di DeaScuola



- Due palline di massa $m < M$ si trovano appoggiate l'una sopra l'altra, a una certa altezza dal suolo.

Lasciandole cadere da ferme, e supponendo gli urti perfettamente elastici, che cosa succederà dopo l'urto con il pavimento?

- Le palline risaliranno alla stessa altezza.
- La pallina di massa m salirà molto più in alto rispetto all'altezza di partenza.
- Le palline risaliranno entrambe a un'altezza sensibilmente inferiore a quella di partenza.
- La pallina di massa m risalirà a un'altezza molto inferiore di quella di partenza.



- Immagina di consumare 20 g di zucchero. Dopo un'ora, nel tuo corpo, non c'è più traccia di questo zucchero. Se la tua massa non è aumentata, che cosa è successo all'energia contenuta nello zucchero? [25]

- Nel tuo corpo come energia chimica.
- Nel tuo corpo come energia termica.
- Nelle cellule del tuo corpo come energia interna.
- Nell'ambiente come energia termica (per la respirazione cellulare e per gli attriti dovuti al tuo movimento).

Bibliografia

- [1] Linee guida secondo ciclo di istruzione – Provincia autonoma di Trento
<https://www.vivoscuola.it/Schede-informative/Piani-di-studio-SECONDO-CICLO/Materiali-piani-di-studio-SECONDO-CICLO>
- [2] Decreto 7 ottobre 2010 n. 211, MIUR, “Schema di regolamento recante «Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali di cui all’articolo 10, comma 3, del decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 89, in relazione all’articolo 2, commi 1 e 3, del medesimo regolamento.”, GU Serie Generale n.291 del 14-12-2010 - Suppl. Ordinario n. 275 (2010) <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2010/12/14/291/so/275/sg/pdf>
- [3] Lieberman D. et al. “Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners.”, *Nature* **463**, 531–535 (2010) <https://doi.org/10.1038/nature08723>
- [4] Giovannelli N., *Mountain running e l'eterno dilemma: in salita è meglio correre o camminare?*, La Sportiva, <https://www.lasportiva.com/it/l-eterno-dilemma-in-salita-e-meglio-correre-o-camminare>
- [5] Y. Tsai, W. Lin, K. B. Cheng, J. Lee and T. Lee, “Real-Time Physics-Based 3D Biped Character Animation Using an Inverted Pendulum Model”, in IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, vol. 16, no. 2, pp. 325-337, March-April 2010, doi: 10.1109/TVCG.2009.76. Program, College of Information Science & Technology, University of Nebraska Omaha
- [6] Corso di aggiornamento Fisica e sport (2012) – Dipartimento di Fisica di Trento, F. Logiurato
- [7] Nuffield Foundation, *Physics - Teachers' guides*, Longman/Penguin Books, 1967
- [8] Kovacs L., “I nuovi programmi d’insegnamento della fisica in Ungheria”, *LFnS*, XVI, 3, 1983, p. 134
- [9] <https://cird.uniud.it/old-web/cird/ESPB/ESPB.HTM>
- [10] *Un percorso d'insegnamento e apprendimento sull'attrito*,
<http://fisica.unipv.it/didattica/SeqAttr/DocB.pdf> , Università di Pavia, Unità di ricerca in Didattica della Fisica, Progetto PRIN (F21 - Percorsi di Formazione in Fisica per il 21° Secolo)
- [11] Cutnell J. D. et al., *La fisica di Cutnell e Johnson*, Zanichelli
- [12] Amaldi U., *L'Amaldi per i licei scientifici, edizione blu*, Zanichelli
- [13] Bocci, Malegori, Poli, *Fisica: i colori dell'Universo*, Petrini
- [14] Carlo Castagnoli, *Elementi di fisica vol.1*, SEI
- [15] Parodi, Ostilli, Onori, *Il bello della fisica*, Pearson
- [16] Bagatti F. et al., *Fisica dappertutto*, Zanichelli
- [17] Dalfovo F., *Alcune considerazioni storiche e metodologiche sulla fisica*,
<http://www.science.unitn.it/~dalfovo/epistemologia/testo-3.html>, Università di Trento
- [18] Corni F. et al., “Force Concept Inventory: un questionario per valutare l’efficacia dell’insegnamento della dinamica”, *LFNS* XLII (4) (2009) 1120-6527

- [19] Hestenes D. *et al.*, “Force Concept Inventory”, *The Physics Teacher*, 30 141-158. 10.1119/1.2343497 (1992).
- [20] Chla Teck Chee, “Common misconceptions in frictional force among university physics students”, *Teaching and Learning*, 16(2), 107-116, Institute of Education (Singapore)
- [21] Low D. e Wilson K., “Weight, the Normal force and Newton's Third Law: dislodging a deeply embedded misconception.”, *Teaching Science* 63, 17-26 (2017).
- [22] Giochi di Archimede 2008
- [23] Giochi di Anacleto 2016
- [24] Conceptual Survey of Electricity and Magnetism (CSEM),
<https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?A=CSEM>
- [25] Testa I. e La Commara M. – PEF 24-2018 – Laboratorio di didattica della fisica,
<https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/materiale-didattico/657870>

Approfondimenti

- [1] Cross R., “Standing, walking, running, and jumping on a force plate”, *American Journal of Physics* 67, 304 (1999); <https://doi.org/10.1119/1.19253>
- [2] Tonzig G., *Fondamenti di meccanica classica*
- [3] IMPART RET Program, *Hands-on Activity: Identifying Gait Metrics Contributed*, College of Information Science & Technology, University of Nebraska Omaha,
https://www.teachengineering.org/lessons/view/uno_walk_lesson01

Passo dopo passo – I risultati della sperimentazione

Hanno concluso la sperimentazione relativa a questo percorso due classi di licei non scientifici, per un totale di 28 studenti. I due insegnanti hanno dedicato più di tre mesi al progetto, hanno preso visione di tutto il materiale messo a disposizione, hanno cercato di utilizzare modalità di lavoro (scelte didattiche, linguaggio, tipologia di esercizi, ...) che consentissero agli studenti di riconoscere e affrontare le misconcezioni e hanno chiesto agli studenti di compilare le schede *Osservazioni e domande*.

Un insegnante ha proposto tutto il percorso; l'altro, non avendo tempo a disposizione, ha scelto di non affrontare la parte relativa al modello della corsa.

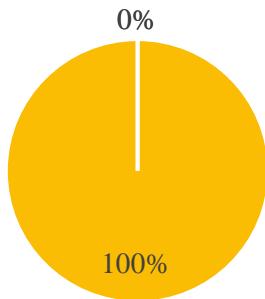
La metodologia utilizzata più di frequente è stato il lavoro di gruppo. Le classi coinvolte nella sperimentazione hanno partecipato a due questionari online, proposti rispettivamente prima e dopo aver affrontato il percorso in classe. I dati sono stati raccolti e utilizzati a fini statistici nel rispetto dell'anonimato.

Analisi dei questionari

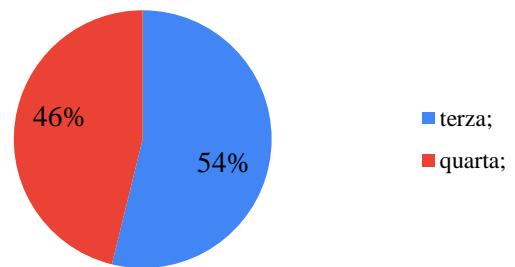
Si riportano alcuni risultati dei questionari proposti.

Informazioni preliminari

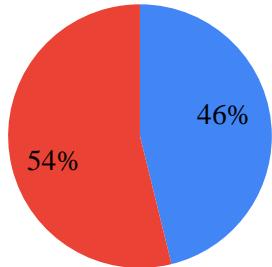
Quale scuola frequenti?



Quale classe stai frequentando?



Ti interessa la fisica?



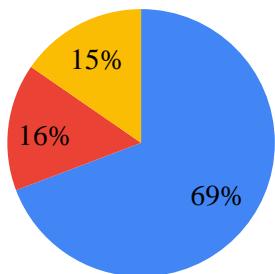
L'alta percentuale di "no" è dovuta al fatto che tutti gli studenti intervistati frequentavano licei non scientifici.

Passo dopo passo – I risultati della sperimentazione

Questionari iniziale e finale: come sono cambiate le idee degli studenti.

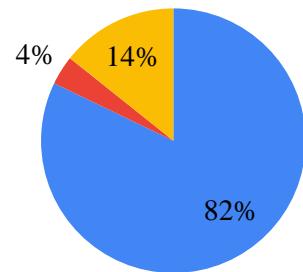
Questionario iniziale

Ritieni che l'attrito sia un fenomeno che

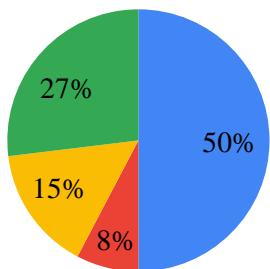


Questionario finale

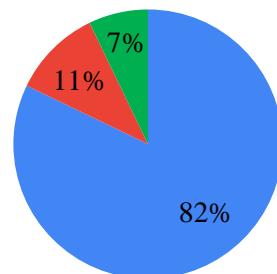
- ostacola o favorisce il moto, a seconda delle circostanze.
- favorisce sempre il moto;
- ostacola sempre il moto;



Quale delle seguenti affermazioni è sbagliata

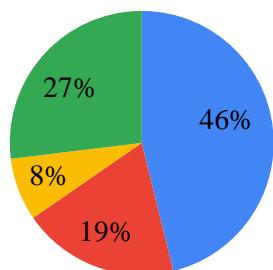


- le forze possono cambiare la massa dei corpi.
- Le forze possono deformare i corpi;
- le forze possono provocare cambiamenti di velocità;
- le forze possono tenere i corpi in equilibrio;

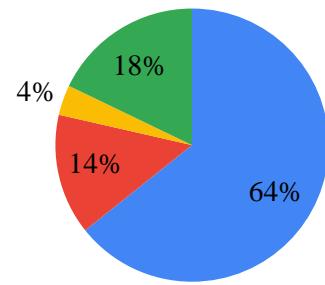


In viaggio attraverso la fisica

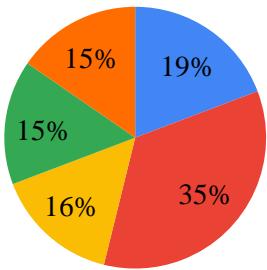
Un autobus è fermo. Un ragazzo seduto al suo posto lancia in aria una moneta, che ricade sul pavimento. Successivamente, il ragazzo lancia ancora la moneta, allo stesso modo, mentre l'autobus è in movimento a velocità sostenuta e costante. Dove cadrà la



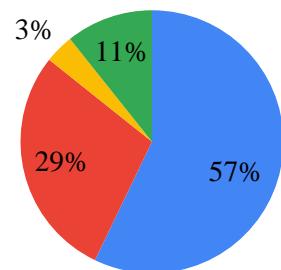
- nello stesso punto di prima;
- non si può prevedere.
- Più avanti di prima;
- più indietro di prima;



Un astronauta nello spazio spinge un oggetto. La massa dell'astronauta è maggiore di quella del pacco. La forza esercitata dall'astronauta sull'oggetto è:

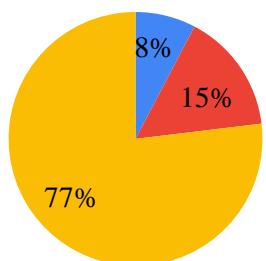


- uguale a quella esercitata dall'oggetto sull'astronauta.
- maggiori di quella esercitata dall'oggetto sull'astronauta;
- minore di quella esercitata dall'oggetto sull'astronauta;
- le informazioni sono insufficienti;
- nulla;

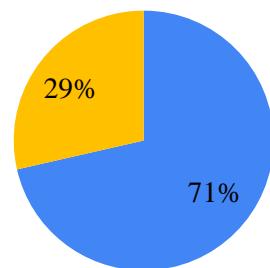


Passo dopo passo – I risultati della sperimentazione

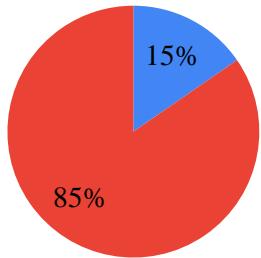
Gianna sostiene che la forza con cui la Terra attrae una mela sia uguale a quella con cui la mela attrae la Terra. Pensi che sia



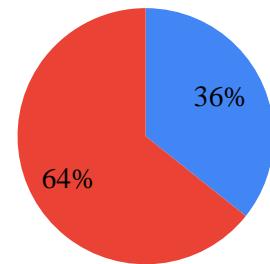
- vero;
- falso, perché bisogna tener conto anche dell'attrazione del Sole è molto forte.
- falso, perché la Terra attrae la mela con una forza più intensa;



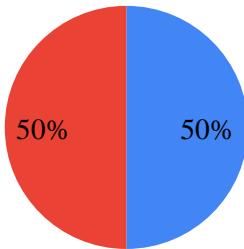
Stefano e Francesco leggono sul giornale la notizia di un incidente stradale in cui un'auto si è scontrata con un camion. Quale delle due affermazioni è corretta?



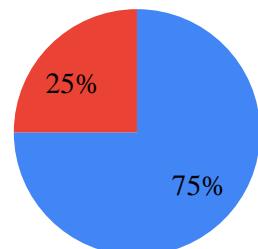
- La forza d'impatto tra i due veicoli è stata la stessa;
- la forza d'impatto di cui ha risentito l'auto è stata molto più grande, perché il camion ha una massa molto maggiore a quella dell'auto.



Sei in piedi, appoggiato al muro con le gambe e la schiena. Riesci a piegare il busto decisamente in avanti, senza spostare le gambe dal muro?

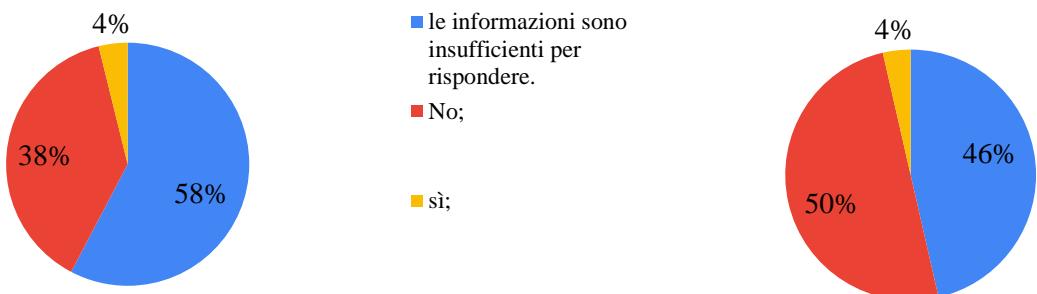


- No;
- sì.

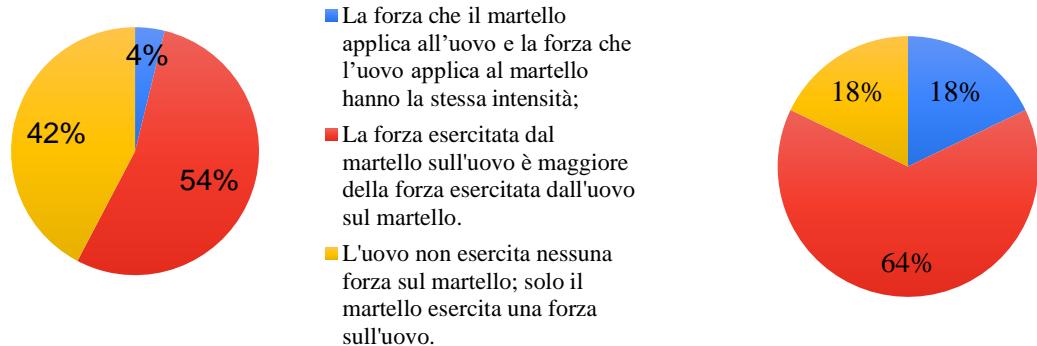


In viaggio attraverso la fisica

Se in un certo istante due corpi raggiungono la stessa posizione, allora hanno anche la stessa velocità?

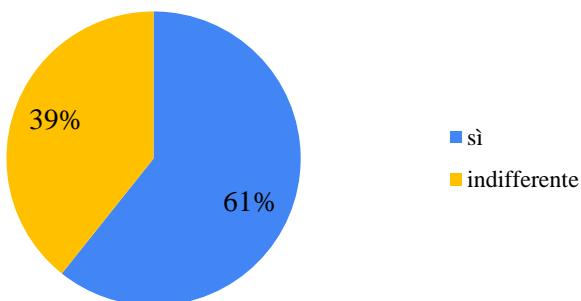


Un martello colpisce un uovo, con evidenti conseguenze.



L'opinione degli studenti

Questo percorso ti è sembrato interessante?

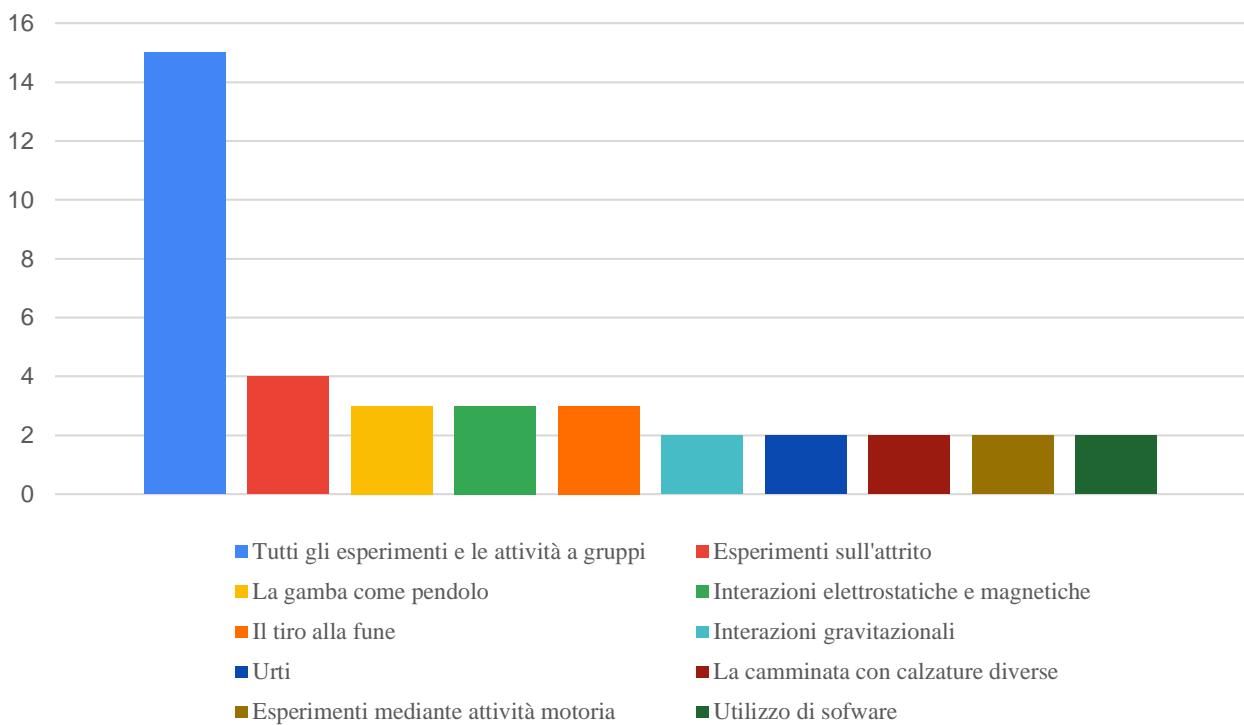


Sono fattori positivi:

- il fatto che, a fronte di un 56% che si è dichiarato non interessato alla fisica, tutti abbiano ritenuto il percorso interessante o indifferente.
- Quanto si evince dall'istogramma relativo alla domanda "quali attività ti sono piaciuti di più", dove più del 50% (15 studenti su 28), ha risposto «tutti gli esperimenti a gruppi»

Quali contenuti/attività ti sono piaciuti

Passo dopo passo – I risultati della sperimentazione



Spazio per suggerimenti:

- Fare meno esperimenti ma dedicando più tempo per ogni esperimento
- Farei prima una parte di teoria e dopodiché gli esperimenti perché fare il contrario crea confusione
- Sicuramente il percorso è interessante ma alcuni argomenti poco chiari, quindi lavorerei su quello

Se il percorso venisse ampliato, quali argomenti vorresti trattati?

- il volo (aerei, uccelli)
- fisica quantistica
- astrologia – astronomia
- gastronomia
- cambiamenti climatici
- energie alternative

Le considerazioni degli studenti

Nel sondaggio finale, e in un incontro conclusivo, gli studenti hanno potuto esprimere le loro opinioni relative alle attività svolte. Si ritiene utile riportare una sintesi dei commenti:

- (Che cosa cambieresti?) Nulla, credo che questo sia il meglio che si possa fare
- meno esperimenti, ma dedicando più tempo per ogni esperimento
- È la materia che è un po' così, questo è il meglio che si possa fare
- mi sono piaciute le esperienze in cui si coinvolgeva tutta la classe
- percorso interessante
- molto bello fare così tanti esperimenti
- sarebbe più comodo fare prima la teoria e poi gli esperimenti

- (mi è piaciuta) la parte in cui abbiamo tratto le conclusioni dagli esperimenti e capendo il vero significato delle regole scientifiche

Le considerazioni degli insegnanti

Gli insegnanti ritengono che tutte le attività abbiano destato molto o moltissimo interesse, fanno eccezione gli esperimenti sul movimento della gamba e sulle interazioni elettrostatiche e magnetiche, che in una delle due classi hanno suscitato un interesse solo sufficiente.

Entrambi gli insegnanti ritengono che questo percorso sia interessante e debba essere riproposto.

Una riflessione

Questo percorso è inserito nella macro area *Fisica intorno a noi* ed è stato originariamente progettato per classi di liceo scientifico con tre ore settimanali di fisica. Hanno partecipato alla sperimentazione due insegnanti di licei non scientifici che hanno necessariamente adattato il percorso alle loro classi. Il confronto con i due insegnanti è stato puntuale e costante e gli studenti hanno fornito utili suggerimenti sulla stesura finale di alcune schede sperimentali che, nella prima versione, non erano molto chiare.

Trattandosi di studenti di licei non scientifici, non desta stupore il fatto che solo il 46% si sia dichiarato interessato alla fisica. Nonostante ciò, il 61% degli intervistati ritiene che il percorso sia stato interessante.

Sicuramente, come evidenziato nella sezione relativa all'opinione degli studenti, le due classi hanno manifestato interesse e apprezzamento per il percorso, in particolare per le attività sperimentali proposte. Inoltre, dal confronto tra i questionari iniziali e finali, sembra di poter rilevare un miglioramento anche in termini di apprendimento. Si può però notare come alcune misconcezioni relative agli urti siano ancora radicate: ciò è probabilmente dovuto al fatto che entrambi gli insegnanti hanno dedicato meno tempo a questa parte del percorso: uno degli insegnanti non ha proposto queste attività, l'altro le ha proposte dalla cattedra. Ciò dimostra quanto sia importante che gli studenti lavorino in prima persona e abbiano il tempo di riflettere su quanto osservato.

Bibliografia

- [1] Mayer M., *Conoscenza scientifica e conoscenza di senso comune*, Tesi di dottorato in Pedagogia Sperimentale (CEDE, Roma), 1987
- [2] Grimellini Tomasini N. e Segrè G., *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*, La Nuova Italia
- [3] Bocci, Malegori, Poli, *Fisica, i colori dell'universo*, Petrini
- [4] Hestenes D. et al., "Force Concept Inventory", *The Physics Teacher*, 30 141-158. 10.1119/1.2343497 (1992).
- [5] Chia Teck Chee, "Common misconceptions in frictional force among university physics students", *Teaching and Learning*, 16(2), 107-116, Institute of Education (Singapore)

Con la testa tra le nuvole



L'analisi meteorologica per parlare di misura e proprietà termiche

Con la testa tra le nuvole

Storie di scienza

Utenza: IV-V elementare e I media

La maglia della nonna

Finalmente le vacanze estive.

“Che bello! Mare, montagna, lago?”, penserete.

Niente di tutto ciò. Passerò le vacanze a liberare la casa di famiglia: abbiamo venduto e tra un po’ ci trasferiremo, quindi dobbiamo sgomberare soffitta e cantina.

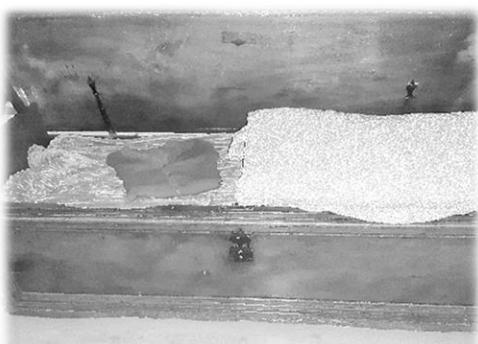
Salgo in soffitta: quante cose e quanta polvere. Tra uno starnuto e l’altro, gli occhi iniziano a lacrimare, e non è solo allergia.

Lasciare la casa nella quale sei cresciuto, la casa dei nonni, e dei nonni dei tuoi nonni, non è facile.

Come si fa a decidere che cosa tenere e che cosa buttare?

In mezzo a tanti bauli, ne riconosco uno che la nonna teneva in camera sua, quando ero piccola.

Lo apro e lì, in bella vista, c’è ancora la sua maglia di lana, la sua “coperta di Linus”.



Ah, scusate, piccola parentesi: sapete cos’è la coperta di Linus, vero? Ecco, come Linus porta sempre con sé la sua coperta, così mia nonna non si staccava mai dalla sua maglia di lana. La indossava sempre, in ogni stagione.

La fisso e con la memoria torno ragazzina: eccola lì la mia nonna, in pieno agosto, con la sua maglia di lana.

Ed io lì, sul muretto di casa, a lamentarmi per il caldo e a chiedermi perché, anche d'estate, indossasse la maglia di lana.

«Smettila di brontolare - mi dice - ogni stagione ha il suo bello e il suo brutto. Chiama Maddalena e andate a prendervi il gelato.»

Eh già, che cosa c’è di meglio di un gelato con questo caldo?

Soldi in tasca, salgo in bicicletta e mi fiondo a casa della mia amica: «Madda, scendi, andiamo a prendere il gelato dall’ambulante!»

Ed eccoci, in due su una bici, sotto il sole cocente, verso la piazza.

In piazza ci siamo solo noi e il gelataio, che ci guarda con stupore.

Ci guardiamo attorno. Fuma persino l’asfalto, da quanto fa caldo.

Penserà che siamo due matte.

Beh, sì, forse siamo matte, ma che importa? Compreremo il gelato e poi ce lo gusteremo sedute sulla panchina, all’ombra di quel vecchio albero.

Quanti gusti. C’è solo l’imbarazzo della scelta.

Madda prende una coppetta: fa talmente caldo che ha paura che il gelato colo dal cono, sporcandole i vestiti. Io invece rischio: preferisco il cono. Il gelato scende da tutte le parti, devo mangiarlo in fretta, altrimenti farò un disastro.

Maddalena mi guarda con aria pensierosa: «Chissà quando sono nati i primi gelati.»

«Boh non saprei, comunque sicuramente dopo l’invenzione del congelatore.»

«Non so, dici? Forse potremmo chiedere al gelataio, tanto non ha nulla da fare in questo momento.»

«Ops, che figuraccia, ci ha sentite: eccolo che si avvicina.»

«Ci scusi, non volevamo essere scortesi.»

«Tranquille, ho sentito che volevate informazioni sulla storia del gelato.

Dovete sapere che il più antico documento storico che parla di gelato è uno scritto di un poeta greco del 500 a. C. I greci facevano il gelato mescolando succhi di frutta e neve o ghiaccio, mentre la prima gelatiera a ghiaccio e sale risale alla metà del 1800.»

Penso - Sale? Che schifo! Non saranno stati molto buoni i gelati di allora - ma il gelataio continua.

«Quando si aggiunge sale all'acqua, la sua temperatura si abbassa leggermente. Se poi si aggiunge sale a una miscela di acqua e ghiaccio, si può arrivare a circa 20 gradi sottozero: mica male, no? Se non ci credete, potete provare anche voi.

Quando non c'erano frigoriferi e congelatori, il problema però non era solo quello di riuscire a fare il gelato, ma soprattutto quello di conservare a lungo gli alimenti.

Per molti secoli il ghiaccio e la neve accumulati durante l'inverno sono stati conservati all'interno delle ghiacciaie, ambienti scavati nel terreno, al riparo dal Sole. La neve pressata e il ghiaccio frantumato venivano coperti con foglie secche e stracci di lana per rallentare la fusione. La terra, le foglie e gli stracci di lana servivano a isolare il ghiaccio dall'ambiente esterno.»

Io sono un po' perplessa: ma la lana non tiene caldo?

Il gelataio continua «La lana è un isolante, perciò impedisce ai corpi caldi di raffreddarsi, e ai corpi freddi di riscaldarsi.»

Il suono delle campane ci ricorda che dobbiamo tornare a casa. Ringraziamo il gelataio e ci avviamo.

Sulla porta di casa ci aspetta la nonna: «Deve essere stato molto grande questo gelato, siete state via più di un'ora.»

Il rumore di passi sulle scale, mi fa tornare alla realtà. Chi è? Chiedo. Maddalena è sulla porta:

«Sono io, vuoi una mano?»

Le mostro la maglia di lana della nonna.

«Ricordi il gelataio?» mi dice, «È grazie a lui che abbiamo capito che la lana è un isolante e che tua nonna indossava quella maglia sia in inverno, che in estate, perché d'inverno la teneva al caldo, e d'estate al fresco. Dai prova!»

La indosso e il suo profumo mi riporta indietro nel tempo. Credo proprio che d'ora in poi questa maglia sarà la mia coperta di Linus, perché ci sono oggetti che ci fanno rivivere il passato, ci ricordano le persone care e ce le fanno sentire più vicine: sono oggetti magici, fuori dallo spazio e dal tempo, oggetti che si devono tenere.

Il cielo sopra le nuvole

Stiamo per decollare.

Stiamo partendo per le vacanze. Raggiungeremo papà, che da due mesi si trova in Grecia per lavoro.

Dovrei essere al settimo cielo, ma non è così.

Un mese fa, la mia migliore amica Elena mi ha mandato un messaggio, tanto breve quanto brutto: «Non posso più vederti».

Da allora, continuo a rimuginare. Perché? Eravamo amiche da tanti anni! Come si può mandare all'aria un'amicizia profonda come la nostra, in questo modo? Nessuna spiegazione, nessun tentativo di vedermi, anzi, mi evita come la peste e non riesco a farmene una ragione.

La mamma mi chiama, guardo il panorama dal finestrino: ci stiamo alzando.

10 metri di altezza: le persone sembrano così piccole...

100 metri: vedo il porto e una parte della città.

1 chilometro: vedo tutta la città.

10 chilometri: non si distinguono più le case, sembra di guardare una carta geografica.

12 chilometri circa:

«Ragazzi, è il capitano che vi parla, abbiamo raggiunto la nostra altezza di crociera e quindi sto per spegnere il segnale *allacciare le cinture*. Potete passeggiare dove volete, ma vi prego di restare dentro l'aeroplano fino all'atterraggio. Fa un po' freddo fuori, e passeggiando sulle ali potrete modificare i parametri di volo.»

Scoppiamo tutti a ridere.

Stiamo volando sopra le nuvole. Sembra di essere in paradiso. Una vista meravigliosa: sotto di noi una distesa di batuffoli bianchi e, sopra, un cielo terso, di un azzurro intenso. Viene voglia di uscire a far due passi su questo immenso tappeto bianco.



«Il cielo è blu sopra le nuvole.» - dice la mamma - «Sai, nel 1992 il gruppo musicale dei Pooh ha scritto una canzone che era intitolata così e, una sera d'estate, sulle note di quella canzone, il tuo papà mi ha detto che avrebbe voluto passare tutta la vita al mio fianco. Avevamo passato anni molto difficili. Ci eravamo innamorati quando eravamo troppo giovani, due ragazzini, e i suoi genitori non approvavano la nostra relazione, perciò avevamo dovuto lasciarci. Ma il nostro legame è stato più forte di quello che tutti si aspettavano. Ci siamo ritrovati dopo qualche anno, ci siamo guardati negli occhi e abbiamo capito che eravamo fatti l'uno per l'altra e che nessuno ci avrebbe più separati».

Mentre la ascolto, molte domande mi passano per la testa: perché le nuvole sono sotto di noi? Perché si sale così in alto per volare? Perché qui il cielo è azzurro?

«Calma, calma» - mi dice mamma - «un passo alla volta». Riflette un attimo e poi ...

«Siamo nella Londra del 1800, quella della regina Vittoria, delle fabbriche e delle miniere; la Londra tristemente nota per il lavoro minorile, dove la maggior parte dei bambini non va a scuola, ma lustra scarpe, vende giornali, passa di tetto in tetto a pulire camini. La Londra di Phileas Fogg e del suo giro del mondo in 80 giorni, la città dai mille volti, dove convivono povertà e ricchezza; chi fa di tutto per procurarsi un pezzo di pane, e chi può permettersi il lusso di un viaggio in mongolfiera: le vie sono piene di poster che li pubblicizzano, perché nel 1800 alzarsi in volo a bordo di questi giganteschi palloni colorati è il massimo del divertimento.

Ma i palloni aerostatici non servono solo per intrattenere. C'è una società che finanzia ricerche per conoscere meglio nuvole, vento, pioggia e neve, e il meteorologo James Glaisher non vuole certo lasciarsi scappare l'occasione.

Il 5 settembre del 1862, insieme all'amico e pilota Henry Coxwell, decolla con uno di questi grandi palloni riempiti con un gas leggero, alla cui base c'è un cesto. Vuoi salire? Basta togliere un po' di sabbia dal cesto. Vuoi scendere? Apri la valvola che si trova sul pallone e che permette l'uscita del gas. Semplice, no? Due uomini e sei piccioni in volo sopra la cittadina di Wolverhampton... chissà poi a che cosa servono i piccioni.

- Henry, qualcosa non va, il vento ci sbatte di qua e di là e il pallone si alza troppo velocemente, cosa sta succedendo? Cosa dicono gli strumenti di bordo? Dovremmo aver raggiunto quota 6000 m
- Non so, fa freddo e non riesco a leggere, è come se la mia vista e il mio cervello fossero annebbianti, provo a far volare uno dei due piccioni
- Oh no, povero, non ce l'ha fatta e si è schiantato al suolo.
- James, siamo saliti ancora: non sento più le braccia e ho la nausea, ti prego, scendiamo o moriremo.

James si arrampica lungo le funi per liberare la valvola, che nella confusione si è impigliata, riesce ad aprirla e finalmente il pallone scende lentamente a terra. Esausti, ma vivi, toccano il suolo con una certezza: le scoperte fatte valgono il rischio che hanno corso».

Guardo la mamma e sono perplessa: storia interessante, ma non mi è chiaro che cos'hanno scoperto questi due temerari. E lei: «A mano a mano che la quota aumenta, il vento diminuisce e l'aria diventa sempre più rarefatta. All'inizio della salita il pallone risente molto delle condizioni meteo, in particolare del vento, ma poi la situazione si stabilizza. Sai quali sono gli indizi che portano i due esploratori a capire che l'aria è rarefatta?

Primo: il piccione non riesce a volare e precipita. Quando le ali spingono l'aria verso il basso, la poca aria presente non riesce a reagire spingendo le ali con la forza necessaria per sostenerle.

Secondo: i due uomini hanno freddo, infatti se l'aria è rarefatta la temperatura si abbassa.

Terzo: i due si sentono male. D'altronde, meno aria significa meno ossigeno e quindi difficoltà a respirare e a concentrarsi».

Sì, mamma, ma cosa c'entra tutto questo con le nuvole sotto di noi?

«Immagina di essere un aereo e di dover attraversare una zona piena di particelle d'aria. Puoi pensare alle particelle d'aria come a delle persone che continuano a muoversi.

Ora, se ci sono molte persone in una via, tu fai fatica a farti largo, ma se le persone sono poche, ne fai di meno. Ecco, se l'aria è più rarefatta il motore deve, per così dire, fare meno fatica, perché c'è meno resistenza e quindi consuma di meno. E questo è il primo vantaggio.

Inoltre, ad alta quota il cielo è sereno e il volo è più sicuro, perché non ci sono turbolenze dovute al vento o a temporali. Secondo vantaggio.

Più si sale, infatti, più la temperatura dell'aria scende, permettendo al vapore acqueo di condensare e formare le nubi. Questo però succede solo fino a una certa quota, quella alla quale voliamo. Da qui in poi, la temperatura rimane un po' costante e poi comincia lentamente a salire.

Si può dire che gli aerei volano tra due strati di atmosfera: la troposfera, detta anche sfera dei cambiamenti, che è sotto di noi e la stratosfera, che si trova sopra di noi.

Un po' come abbiamo fatto io e il tuo papà: per alcuni anni abbiamo vissuto in mezzo alle nuvole e alle difficoltà, per poi ritrovarci dove il cielo è blu.

“Il cielo è blu sopra le nuvole” è una metafora della vita: per arrivare a raggiungere la serenità, spesso si devono affrontare e superare molte nuvole, molte difficoltà.»

La voce del capitano ci interrompe: «è il capitano che vi parla, siete pregati di tornare al vostro posto e di allacciare le cinture di sicurezza, ci prepariamo all'atterraggio».

In viaggio attraverso la fisica

Appena scesa dall'aereo, accendo il telefono, prendo coraggio e scrivo a Elena: «Mi manchi, vorrei vederti per capire che cosa è successo; *il cielo è blu sopra le nuvole*, vuoi vederlo con me?» Dopo qualche secondo, arriva la sua risposta: un cuoricino blu, che vale più di mille parole.

Prova tu

❖ Conservare il ghiaccio. Quale cubetto si conserva più a lungo?

- Procurati tre cubetti di ghiaccio.
- Avvolgine uno in un po' di carta di alluminio per alimenti, uno nella carta assorbente e uno in una sciarpa di lana.

❖ Osservazione del cielo

Per almeno un mese, osserva il cielo e registra i dati nella tabella.

Data e ora	Tipo di nube	Dove si trova la nube	Tempo atmosferico atteso	Tempo atmosferico presente	Conferma o meno di quanto atteso

Con la testa tra le nuvole

Il percorso per le scuole secondarie di secondo grado

Area concettuale

I fondamenti del metodo scientifico [1]

Aspetti termodinamici del mondo fisico [1]

Conoscenza

- Tratti fondanti del metodo scientifico nell'osservazione e nella misura.
- Principali grandezze fisiche, loro dimensioni e unità di misura.
- Strumenti di misura, incertezza sulla misura.
- Proprietà termiche della materia.

Concetti chiave

Calore e temperatura.

Riferimenti normativi per il liceo scientifico

ASPECTI TERMODINAMICOS DEL MONDO FÍSICO

Dopo aver affrontato lo studio dei fondamenti della termodinamica, lo studente sarà in grado di evitare confusioni fra le grandezze calore e temperatura (e, in particolare, evitare di parlare di "quantità di calore"). Più in generale, sarà in grado di avvicinarsi con strumenti quantitativi e rigorosi a problemi di bilancio e rendimento energetico/termico a varie scale, da quelle del singolo motore a combustione (interna o esterna) a quelle globali-planetarie, per consentirgli un approccio scientifico alla lettura/comprendere di dibattiti attuali sul clima, il consumo e lo spreco energetico.

Abilità

Conoscenze

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Saper distinguere una misura di temperatura da una misura di quantità di energia scambiata in un processo termodinamico.- Essere consapevoli del bilancio termico del corpo umano in varie situazioni.- Riuscire a dare un contributo personale a discussioni su scelte energetiche in semplici situazioni. | <ul style="list-style-type: none">- Equilibrio termico, temperatura, energia interna, scambi termici di energia, calore.- Stati della materia e cambiamenti di stato (cenni). |
|---|--|

Figura 60 [1]

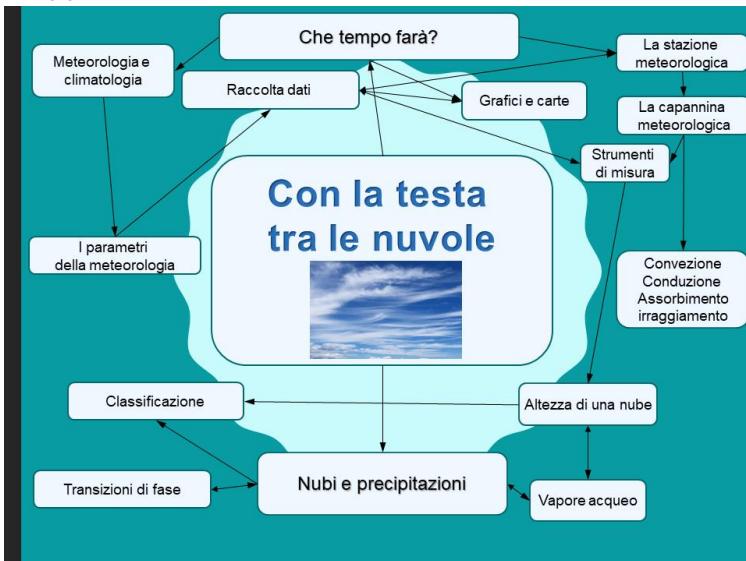
Lo studio dei fenomeni termici definira', da un punto di vista macroscopico, le grandezze temperatura e quantita' di calore scambiato introducendo il concetto di equilibrio termico e trattando i passaggi di stato.

Figura 61 [2]

Scelte didattiche

I contenuti relativi alla termodinamica presentano generalmente delle difficoltà per gli studenti del biennio, dovute in parte alla persistenza di misconcezioni e in parte alle ancora deboli conoscenze in ambito matematico. Necessitano perciò di essere ripresi al triennio. In questa fase si preferisce quindi parlare di proprietà termiche della materia e proporre evidenze sperimentali, evitando una trattazione teorica completa.

Mappa



Espansioni transdisciplinari



Figura 62 creato con <https://www.wordclouds.com/>

Possibili espansioni interdisciplinari

da attuare a seconda delle capacità e dell'interesse della classe:

- *Matematica: l'atmosfera è un sistema caotico dove piccole variazioni iniziali possono determinare grandi cambiamenti; l'incertezza cresce nel tempo; quindi, si passa da un modello deterministico a una previsione statistica.*
- *Scienze: energie alternative.*
- *Geografia, storia e letteratura: eventi meteorologici e climatologici importanti hanno segnato la storia e se ne trova testimonianza anche in letteratura.*

Innesco

L'insegnante individua un video o un articolo da proporre agli studenti, per esempio

Dino Zardi, La climatologia e i cambiamenti climatici, [3]

<https://www.youtube.com/watch?v=Rh6M3YhXXck>

Dicembre 1916: Il Mese della Morte Bianca, [4] <https://boris.unibe.ch/90786/3/dicembre1916.pdf>

Sequenze

Che tempo farà?

- Meteorologia e climatologia.
- I parametri della meteorologia: temperatura, umidità, pressione, vento, precipitazioni.
- Come si raccolgono i dati: stazioni di terra, di nave, radiosondaggi, profili di vento, satelliti, aerei.
- Stazioni meteorologiche e strumenti di misura: termometro, barometro, igrometro, psicometro, anemometro, pluviometro, (radiometro, nivometro).

Le nubi: dalla loro formazione alle precipitazioni.

- A caccia di nubi.
- Misurare le nubi.
- Classificare le nuvole (in coordinamento con latino).
- Le precipitazioni, pioggia, grandine, neve, e il ciclo dell'acqua.
- Altre manifestazioni della condensazione del vapore acqueo: nebbia, rugiada e brina.
- Gli “eventi estremi” e l'interazione con la protezione civile.

Nota per l'insegnante: le scienze dell'atmosfera [5]

Le scienze dell'atmosfera si distinguono in meteorologia e climatologia.

La meteorologia studia *le cose che stanno in alto*, entro l'atmosfera, sul breve periodo, e si distingue in

- meteorologia dinamica, che studia i fenomeni atmosferici;
- meteorologia fisica, che studia i processi che li originano (per esempio la microfisica delle nubi);
- meteorologia sinottica, che organizza dati e osservazioni al fine di fare previsioni.



Per quanto riguarda i cambiamenti climatici, si suggerisce la visione della conferenza di Dino Zardi [6]: *«I cambiamenti climatici che si stanno manifestando a un ritmo sempre più incalzante pongono seri interrogativi sul futuro del nostro pianeta e dell'umanità: come sarà il clima nel 2039?»*

Riusciremo a mitigare gli effetti antropici che lo hanno così marcatamente modificato, soprattutto negli ultimi decenni?» Quale clima ci aspetta nel 2039 | Dino Zardi | TEDxTrento,

<https://www.youtube.com/watch?v=wAeIoBOkpyU>

La climatologia studia le caratteristiche di una regione sul lungo periodo, oltre i 30 anni, e si distingue in

- climatologia fisica, che studia i processi fisici (es. la radiazione);
- climatografia, che permette di decifrare il clima del passato (anelli di accrescimento degli alberi, stalattiti, carotaggio dei ghiacciai);
- climatologia applicata, che utilizza i dati per fornire informazioni utili in campo tecnologico (progettazione di ponti, argini, impianti eolici).

Campi di applicazione della meteorologia

- Modellistica meteorologica, per lo sviluppo e l'implementazione di strumenti in grado di simulare e prevedere i processi fisici e dinamici dell'atmosfera.
- Climatologia a scala locale.
- Supporto alla gestione di attività produttive:
 - agrometeorologia:
 - valutazione di effetti atmosferici sulle colture (per esempio i problemi di sovraccarico dei cavi elettrici in caso di ghiaccio);
 - protezione delle colture (per esempio con capsule di ghiaccio a 0°C – equilibrio liquido solido), riscaldamento, ventilazione per temperare l'ambiente ed evitare gelate);
 - prevenzione e gestione degli incendi;
 - propagazione di inquinamento acustico (la propagazione del suono dipende infatti dal vento e dalla stratificazione dell'atmosfera);
 - energia eolica e solare;
 - innevamento artificiale;
 - valutazione della dispersione degli inquinanti.

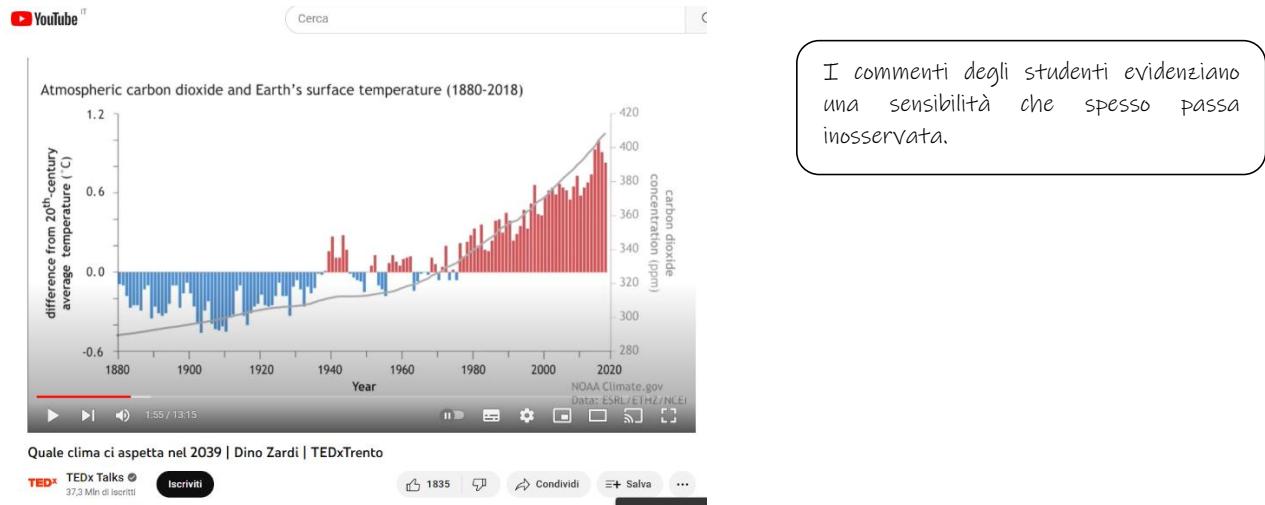


Aprile 2021, i meleti della Valle dell'Adige vengono irrigati per proteggere i germogli dal gelo.

LA PAROLA AGLI STUDENTI: QUALE CLIMA CI ASPETTA?

Quale clima ci aspetta nel 2039 | Dino Zardi | TEDxTrento

Una cosa che mi ha colpito in particolare è il grafico che ha fatto vedere all'inizio.



Screenshot del video "Quale clima ci aspetta nel 2039" TEDx Talks

Di quel grafico mi ha stupito il picco che si è verificato dal 1980 in poi, soprattutto le lineette rosse che indicavano se la temperatura media di quell'anno era superiore o inferiore a quella del secolo. Il grafico mi ha fatto capire che se continuiamo così la temperatura salirà sempre di più fino ad un punto in cui non potremo tornare più indietro. Questo mi ha turbato molto, perché se continueremo così non potremo più fare determinate cose che facevamo una volta: per esempio andare a sciare. L'innalzamento della temperatura io lo osservavo nei vari inverni, infatti le prime volte che andavo a sciare, una delle mie piste preferite veniva aperta a metà gennaio perché arrivando molto in basso (in termini di altezza sul mare) faceva fatica a mantenere la neve, adesso quella stessa pista viene aperta a fine gennaio perché è troppo caldo. In quel grafico veniva anche descritta la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera terrestre, osservandolo si capiva che la concentrazione di CO₂ continuava a crescere, è difficile pensare alla terra senza più vita, secondo me se continueremo così fra 1000 anni si rischia che non ci sia più vita per la mancanza di ossigeno.

Personalmente credo che non abbiamo scelta, dobbiamo cambiare qualcosa altrimenti daremo alle generazioni future un mondo che non si potrà definire tale. Le conseguenze di quello che sta succedendo oggi ci stanno dando sempre più segnali di pericolo: siccità, fusione dei ghiacciai, desertificazione, innalzamento dei mari, aumento della temperatura e molti altri. Questi sono problemi che non si possono mettere in secondo piano, dobbiamo agire tutti, e non dobbiamo dare per scontate le piccole azioni, i cambiamenti grandi partono da lì. Fare la raccolta differenziata, chiudere l'acqua quando ci si lava i denti, e altre piccole azioni che faranno la differenza.

Tuttavia, anche se credo che ognuno di noi può cambiare il destino della Terra, credo anche che le persone con più potere di noi dovrebbero prendere una posizione più forte su questi argomenti, imporre delle leggi e così con l'aiuto di tutti riusciremo a riportare la Terra sulla retta via.

Ma che senso ha avere un po' di soldi in più, in un mondo che va a fuoco ed in rovina? Ci stiamo comportando come dei parassiti nei confronti del nostro pianeta. Dovremmo proteggerlo, ma lo stiamo consumando. Vogliamo sempre di più e per questo, sfruttiamo sempre più risorse, senza però pensare bene alle conseguenze. Il [...] video mi è piaciuto molto, soprattutto per il ragionamento del presentatore, sulla rinascita della natura

durante la pandemia. Sono bastate poche settimane perché gli animali si riprendessero i loro territori. Le emissioni di gas sono diminuite circa del 26% e dopo 30 anni è stato di nuovo possibile vedere la cima dell'Himalaya.

Il video che ho visto, mi ha stupito fin da subito a causa del grafico che è stato mostrato all'inizio del filmato. Sono rimasto tristemente scioccato dall'enorme aumento delle temperature ed anche della quantità di anidride carbonica, e grazie proprio a questo grafico, ho compreso meglio quanto sia grave il pericolo del surriscaldamento globale. Ciò su cui ho ragionato maggiormente però, riguarda il fatto che l'aumento di quei due fattori è avvenuto principalmente dopo le guerre, maggiormente verso gli anni 2000, significando dunque che questo problema si è originato maggiormente durante la nostra generazione.

È quindi causa delle generazioni del ventunesimo secolo se ora il nostro mondo è a rischio, ma è sempre compito nostro rimediare ai nostri errori.

Viene descritto come un grave problema, ma in molti (e io stesso) non lo percepiscono così, forse perché non lo vivono di persona e non lo vedono con i loro occhi. Ritengo che un modo immediato per affrontare il problema sarebbe che chi sta al governo inizi ad adottare misure idonee. Per esempio si potrebbero sostituire le stazioni elettronucleari von grosse pale eoliche, ove possibile. Oppure, nell'alimentazione umana di potrebbe mangiare più verdura e meno carne, così da ridurre gli allevamenti intensivi, che producono tonnellate di anidride carbonica e consumano grossi quantitativi di acqua. [...] Quando è iniziata la pandemia dovuta al Covid, il mondo intero è stato costretto a fermarsi per qualche mese. Le attività di sono bloccate, le strade e i cieli si sono svuotati e il silenzio è calato sulle città. In questo moderato lasso di tempo, l'inquinamento si è riotto e la natura rigenerata. Ma allora, perché ogni anno non fermiamo tutto per almeno un mese. Le cose come andrebbero?

La cosa più triste è che spesso il motivo alla base dei comportamenti della nostra specie non risiede in una necessità, ma nella voglia smodata di guadagnare, ciò che porta spesso grandi aziende e financo governi a negare gli allarmi degli scienziati. [...] Andando in vacanza in Puglia, abbiamo trovato in mare delle stupende stelle marine che i pescatori del luogo ci hanno detto che da tempo sembravano non esserci più e che proprio durante il lockdown hanno fatto la loro ricomparsa. Questo mi ha fatto riflettere sull'enorme capacità di ripresa che ha la natura. Per questo motivo credo che se solo volessimo, riusciremmo a ridurre l'inquinamento globale: in fondo se ci siamo riusciti, anche se per poco tempo, una volta perché costretti dalla necessità, possiamo certamente rifarlo.

Sequenza: *Che tempo farà?*

Situazione stimolo

Per introdurre la sequenza, l'insegnante può proporre un'uscita sul territorio per l'osservazione di una capannina meteorologica.



Domande guida

- Quali sono le caratteristiche di una capannina meteorologica?
- Quali sono le grandezze che determinano cambiamenti meteorologici?
- Quali sono gli strumenti di misura di queste grandezze?
- Come si può costruire una capannina meteorologica?
- Come deve essere orientata?

Santa Massenza (TN)

Attività o esperimenti proposti

- Misure di temperatura: il termometro.
 - Il termometro di Galileo: che cos'è e come funziona.
 - L'effetto della variazione di densità: il Diavoletto di Cartesio.
 - L'effetto della variazione di temperatura
 - Sensazioni e misure: come sono fatti i termometri?
 - Realizzazione di termometri artigianali.
- Misure di pressione: il barometro.
 - Video [7]: La storia del barometro (e di come funziona) - Asaf Bar-Yosef TED – Ed, <https://www.youtube.com/watch?v=EkDhlzA-lwI>
 - Video [8]: Calibrazione del barometro dello smartphone, https://www.youtube.com/watch?v=9UpcjF440_8
 - Realizzazione di barometri artigianali.
- Misure di umidità relativa: l'igrometro.
 - Realizzazione di igrometri artigianali.
 - Misura dell'umidità relativa usando il papero bevitore.
- Misure di vento: l'anemometro.
 - Misure con lo smartphone.
 - Realizzazione di un anemometro artigianale
- Misure di precipitazioni.

Con la testa tra le nuvole

- Realizzazione di un pluviometro artigianale.
- Misura della radiazione solare: assorbimento ed emissione della radiazione termica.
 - Perché in estate è più caldo? Variabilità stagionale
 - Riscaldamento e raffreddamento di una superficie. Radiazione termica.
- Convezione.
 - Video [9]: <https://www.youtube.com/watch?v=0mUU69ParFM>
- Isolanti e conduttori.
- Costruzione della capannina. [10]

Le schede con le descrizioni dettagliate sono riportate di seguito.

Nota per l'insegnante: misconcezioni

Misconcezioni comuni [11]

- Il calore è energia.
- Temperatura e calore sono la stessa cosa.
- Il calore è contenuto nei corpi.
- Alcuni oggetti sono naturalmente caldi o freddi.
- Toccare un oggetto permette di rilevarne la temperatura.
- Calore e temperatura sono direttamente proporzionali.
- La temperatura è la misura della quantità di calore.

Come affrontare le misconcezioni relative ai fenomeni termici

- Proporre evidenze sperimentali utilizzando una terminologia chiara e corretta.
- Evitare definizioni e proporre domande che permettano di comprendere i concetti. Per esempio, per il concetto di temperatura: come è possibile aumentare o diminuire la temperatura di un corpo? Ovvero, quanti e quali metodi esistono per riscaldare l'acqua contenuta in una pentola?
- Evitare di parlare di *calore posseduto* e *calore trasferito*, *ceduto* e così via: si tratta di residui linguistici della teoria del calorico. Il calore è energia in transito tra due corpi a temperatura diversa.
- Al termine calore, preferire l'uso del termine *energia termica in transito*.

Quesiti per rilevare le misconcezioni [11][12][13]

- Perché indossiamo maglioni quando fa freddo?
 - Per tenere fuori il freddo.
 - Per generare energia.
 - Per ridurre la perdita di energia.
 - Tutti e tre i motivi sopra riportati sono corretti
- Due oggetti a temperatura diversa (90 °C l'uno e 20 °C l'altro) si trovano nel vuoto (nello spazio) a un metro di distanza tra loro. Le loro temperature variano o rimangono costanti?
- Dopo aver cotto alcune uova nell'acqua bollente, Andrea le raffredda mettendole in una ciotola di acqua fredda. Quale delle seguenti affermazioni spiega il processo di raffreddamento?
 - La temperatura viene trasferita dalle uova all'acqua.
 - Il freddo passa dall'acqua alle uova.
 - Gli oggetti caldi si raffreddano naturalmente.
 - L'energia viene trasferita dalle uova all'acqua.
- Luca prende una lattina di cola e una bottiglia di plastica di cola dal frigorifero, dove sono state durante la notte. Mette rapidamente un termometro nella cola nella lattina. La temperatura è di 7 °C. Quali sono le temperature più probabili della bottiglia di plastica e della cola che contiene?
 - Sono entrambi inferiori a 7 °C.
 - Sono entrambi uguali a 7 °C.
 - Entrambi sono superiori a 7 °C.
 - La cola è a 7 °C ma la bottiglia è superiore a 7 °C.
 - Dipende dalla quantità di cola e / o dalle dimensioni della bottiglia.

- “Il motivo per cui si formano le nuvole quando l’aria si raffredda è che l’aria fredda non può trattenere tanto vapore acqueo quanto l’aria calda”. Questa affermazione è corretta? Perché?
- Di che cosa sono fatte le nuvole? [13]
 - a. vapore acqueo
 - b. solo particelle solide in sospensione nell’aria
 - c. piccolissime goccioline d’acqua e/o cristalli di ghiaccio
 - d. ghiaccio secco (anidride carbonica allo stato solido)
- Sul fornello c’è un bollitore pieno d’acqua. L’acqua ha iniziato a bollire rapidamente. La temperatura dell’acqua è di circa [11]
 - 88 °C
 - 98 °C
 - 110 °C
 - Non si può stabilire

Cinque minuti dopo, l’acqua nel bollitore sta ancora bollendo. Quale pensi sia la temperatura del vapore sopra l’acqua bollente nel bollitore? [11]

- 88 °C
 - 98 °C
 - 110 °C
 - La stessa della domanda precedente.
- L’acqua bolle quando[13]
 - La pressione del suo vapore è uguale o maggiore della pressione atmosferica dell’ambiente.
 - Butti la pasta.
 - La temperatura dell’acqua è uguale a 100 °C
 - La pressione atmosferica dell’ambiente è minore della pressione al livello del mare.

Nota per l'insegnante: la raccolta dei dati [5]

I satelliti ricevono la radiazione emessa dal pianeta e la analizzano, fornendo dati sulla composizione dell'atmosfera terrestre.

Dalla Terra, la raccolta dei dati avviene principalmente tramite sondaggi verticali dell'atmosfera. Il profilo verticale di temperatura è il riferimento principale per lo studio della stabilità atmosferica.

In Italia, le stazioni che effettuano regolarmente i radiosondaggi (alle 00, alle 06, alle 12, e alle 18 UTC) sono quelle dell'Aeronautica Militare Italiana, site a Milano, Udine, Pratica di Mare, Cagliari, Brindisi e Trapani, e quella del servizio meteorologico dell'Emilia-Romagna, a San Pietro Capofiume.

Strumenti per sondaggi verticali

Radiosonde, rocketsonde e dropsonde sono strumenti di telemetria che permettono di misurare temperatura, umidità relativa, pressione e velocità del vento e trasmettono i risultati delle misure via radio, in tempo reale, a una stazione a terra.

La radiosonda viene portata verso l'alto da un pallone in lattice, che sale fino a quando l'eccessiva dilatazione lo fa rompere; a quel punto la sonda scende, frenata da un paracadute: solitamente il pallone sale per circa due ore e non supera i 20 km di quota. Le rocketsonde e le dropsonde vengono invece fatte cadere da un aereo e sono munite di un paracadute-palloncino inestensibile.

La raccolta dati in Trentino

In Trentino la raccolta dati viene effettuata:

- in Valle dei Laghi, mediante velivolo leggero munito di GPS (posizione), barometro (pressione), termo-igrometro (temperatura, u.r.), Datalogger (unità di acquisizione);
- sulla Funivia Trento-Sardagna, che permette di fare sondaggi pseudo verticali, tramite un sensore di umidità e temperatura che le rileva automaticamente a intervalli definiti e lunghi;
- presso l'osservatorio meteorologico dell'università di Trento "Molino Vittoria";
- in alcune postazioni di "canyon urbano", tra le vie della città di Trento.

La strumentazione attualmente disponibile consiste in tre stazioni meteorologiche, un SODAR (misura la diffusione delle onde sonore riflesse dalle turbolenze atmosferiche.), due Datalogger Datataker, due barometri, due termoigrometri, un anemometro, un igrometro, due radiometri, un LIDAR

Approfondimenti

Scolozzi R. ed Eccel E., *Storia e fonti della meteorologia in Trentino*,
<https://openpub.fmach.it/handle/10449/34310>, [14]

IL TERMOMETRO DI GALILEO

Le due foto ritraggono due strumenti che misurano la temperatura atmosferica.
Il primo è il termometro più alto del mondo, si trova in California ed è stato spento definitivamente nel 2012 a causa delle notevoli spese di funzionamento (8000\$/mese).
Il secondo è chiamato termometro di Galileo, in onore dello scienziato che inventò il

primo
termoscopio.



Patrick Pelster, [CC BY-SA 3.0 DE](#) via Wikimedia Commons



Foto di S. Oss

RIFLETTI

Osserva il termometro di Galileo: come si legge la temperatura? Come funziona? Possiamo realizzare dei modelli che ci permettano di capire che cosa succede?

Diavololetto di Cartesio

CHE COSA TI SERVE

- Una piccola bottiglia di plastica;
- una pipetta;
- rondelle;
- forbice;
- acqua.

CHE COSA DEVI FARE

- Taglia la pipetta in modo da accorciarla, quindi usa in modo opportuno le rondelle per zavorrarla: una volta messa in acqua, infatti, dovrà rimanere in posizione verticale.
- Aspira un po' d'acqua nella pipetta: deve galleggiare nell'acqua stessa, sporgendo di poco.
- Riempি d'acqua la bottiglia e inseriscici la pipetta.
- Premi sulle pareti della bottiglia: osserva e prova a spiegare quello che succede.



Foto di S. Oss

IL TERMOMETRO DI GALILEO – DIAVOLETTO DI CARTESIO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

La pipetta è in grado di galleggiare quando la pressione è minore della spinta di Archimede.

Schiacciando la bottiglia aumentiamo la pressione dell'acqua sul corpo e la pipetta affonda perché la pressione è maggiore della spinta di Archimede.

Dai commenti emerge come gli studenti tendano a confondere il concetto di forza e quello di pressione.

Durante lo svolgimento del nostro esperimento abbiamo riscontrato molti problemi, il principale è quello che il nastro isolante attaccato alla parte finale della pipetta uscito per zavorrata era come se fosse attratto dai bordi della bottiglia perciò risultava impossibile farlo stare in posizione verticale la pipetta.

Mi è sorto dunque qualche dubbio in merito alla preparazione dell'esperimento, poiché ho pensato che potrebbe essere stato qualche errore commesso in essa a man far avere risultati ottimali. Di seguito i miei dubbi:

- ▷ Quanta pipetta bisogna tagliare e quanta ne deve rimanere?
- ▷ Quale è la quantità di liquido ottimale da mettere nella bottiglia?
- ▷ È preferibile usare una pipetta in vetro o in plastica?

Nonostante questi dubbi ho comunque fatto un ultimo tentativo, accorciando ancora un po' la pipetta e aggiungendo un altro pezzo: a questo punto il corpo è sceso con notevole facilità all'applicazione della forza dall'esterno.

Quando gli studenti hanno trovato delle difficoltà dal punto di vista sperimentale, hanno provato a risolverle, anziché chiedere l'aiuto dell'insegnante.

IL TERMOMETRO DI GALILEO – DIAVOLETTO DI CARTESIO

Ci ho riflettuto qualche minuto e ho pensato a una spiegazione: premendo la bottiglia il volume all'interno si riduce e aumenta la pressione nell'aria presente a causa della compressione.

Però non sono riuscito a trovare una spiegazione per la quale il diavoletto andasse a fondo.

mi

chiedo due cose: premendo sulla bottiglia, la pressione è la stessa in tutti i punti, perché? ho pensato che l'acqua che viene spostata va a spostarsi in tutta quanta la bottiglia, ma non ne sono propriamente sicuro. La seconda cosa su cui ho dei dubbi è questa: perché l'acqua, una volta che si fa pressione, non va verso l'alto ma invece va a comprimere l'aria nella pipetta? e poi come fa? mi spiego meglio, trovo che l'aria all'interno della pipetta si, si possa comprimere, ma non facendo così poca pressione sulla bottiglia, e non credo che basti che l'acqua spinga un po' perché riesca a comprimerla, poi, forse mi sbaglio.

Gli studenti si sono posti molte domande durante questa attività sperimentale e nel questionario finale emerge come questo esperimento sia stato uno dei più apprezzati.

non trovo l'utilità del "galleggiante" di plastilina/pongo che abbiamo usato; alla fine, la pipetta conteneva aria, e quindi sarebbe rimasta comunque a galleggiare. A questo punto, mi dico che probabilmente serviva solo per tenerla dritta e per evitare che si ribaltasse, con la conseguente fuoriuscita dell'acqua o dell'aria, ma non sono sicuro che sia così.

cosa sarebbe successo se la bottiglia avesse avuto una forma diversa?

Ho notato, durante l'esperimento, che nella cima della bottiglia c'era comunque aria, visto che lì si trovava il tappo, quindi mi chiedo se riempendola tutta sarebbe cambiato qualcosa: ho pensato che forse, essendoci praticamente sei o sette volte meno aria di prima, quella presente nella pipetta sarebbe stata compressa in scala maggiore. Sarei anche molto curioso di sapere fino a che punto l'aria nella pipetta si potrebbe comprimere, e quanto spazio si può liberare.

- 1) IL DIAVOLETTO DI CARTESIO FUNZIONA SEMPRE ALLO STESSO MODO? OPPURE AGGIUNGENDO UN LIQUIDO, O UN OGGETTO, CHE CONTRASTA IN UNALCIE MODO L'ACQUA CARTESIENEBBE QUALECSA?
- 2) SE AL CENTRO DEL TERMOMETRO CHE OSPITA IL DIAVOLETTO APPONISSI TUTTI ATTORNO DELLE CALDITÀ, COSA SUCCEDENEBBE?

- Al risultato può cambiare con una variazione della temperatura dell'acqua!
(per esempio la velocità con cui rende l'oggetto alla pressione esercitata)

DONDE

- 1) Inserendo all'interno della bottiglia un liquido differente dall'acqua, l'esperimento ha lo stesso effetto come con l'acqua.

IL TERMOMETRO DI GALILEO – DIAVOLETTO DI CARTESIO

- Se l'acqua avesse avuto diverse temperature (calda / fredda) cosa sarebbe cambiato? La cannaia per misurare poteva avere temperaturi diverse?
- se avessimo usato un altro tipo di liquido; ad esempio l'olio, cosa sarebbe cambiato?

Anche per questo esperimento appare evidente la differenza delle domande poste dagli studenti dei licei scientifici (in blu), rispetto a quelle poste dagli studenti dei licei non scientifici (in verde).

IL TERMOMETRO DI GALILEO – DIAVOLETTO DI CARTESIO

SUGGERIMENTI

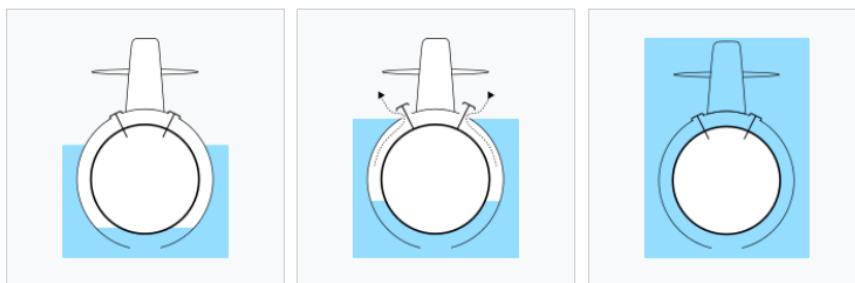
La bolla d'aria interna alla pipetta ne permette il galleggiamento.

Premendo lungo le pareti, la pressione interna alla bottiglia aumenta: l'aria contenuta si comprime e permette all'acqua di entrare, così la densità media della pipetta aumenta e il *diavoletto* affonda.

Si possono realizzare diavoletti di Cartesio utilizzando anche altri oggetti, come il tappo delle penne bic o la parte pieghevole di una cannuccia e alcune graffette.

Anche i sottomarini e i pesci sfruttano questo principio.

«All'inizio della manovra di emersione, il sottomarino, avvicinandosi alla superficie dell'acqua, svuota le casse di zavorra, che in precedenza erano state allagate per immergere il sottomarino. Per fare questo, vengono azionate delle valvole che liberano all'interno delle casse aria compressa in precedenza all'interno di apposite bombole. Quest'aria, non potendo uscire dalle valvole di sfianto montate nella parte superiore dello scafo, forma una bolla che spinge l'acqua verso il basso dove sarà libera di uscire da un'apposita apertura nella parte inferiore, chiamata presa a mare. Per il principio di Archimede, la struttura si trova adesso in condizione di galleggiare in superficie, avendo una densità media minore di quella dell'acqua» (<https://it.wikipedia.org/wiki/Sottomarino>)



Sottomarino in assetto positivo (sulla superficie dell'acqua).

Apertura delle valvole.

Sottomarino in assetto neutro (sott'acqua).

Immagine Creative Commons - Wikipedia

Molti pesci controllano il galleggiamento grazie a una sacca d'aria che possono comprimere e decomprimere: la vescica natatoria.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

www.reinventore.it, “Le caraffine di Magiotti”, <https://www.reinventore.it/approfondimenti/le-caraffine-di-magiotti#:~:text=In%20questo%20articolo%20presentiamo%201,in%20una%20bottiglia%20d'acqua.&text=La%20paternit%C3%A0%20dell'esperimento%20%C3%A8,acqua%20alla%20compressione%20del%201648>

IL TERMOMETRO DI GALILEO

Palloncini nel vaso

CHE COSA TI SERVE

- Tre caraffe o tre vasi uguali.
- Alcuni palloncini uguali.
- Acqua calda e acqua fredda.

CHE COSA DEVI FARE

1. Riungi d'acqua, a temperatura ambiente, tre palloncini uguali in modo tale che la gomma sia tesa al massimo.
2. Versa nelle tre caraffe, rispettivamente, acqua molto fredda, acqua molto calda, acqua a temperatura ambiente.
3. Immergi un palloncino in ciascuna caraffa.
4. Attendi e osserva.



IL TERMOMETRO DI GALILEO – PALLONCINI NEL VASO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

La temperatura del palloncino è costante, e la temperatura dell'acqua esterna determina la posizione del palloncino.

Secondo me, la densità dell'acqua calda è minore rispetto a quella dell'acqua fredda, per questo il palloncino affonda nell'acqua calda.

Tra due ore la temperatura dei tre recipienti sarà uguale, dunque il palloncino sarà sullo stesso livello in tutti i recipienti.

→ come mai il galleggiare galleggia con H₂O fredda / temperatura ambiente e va a fondo con quella calda?

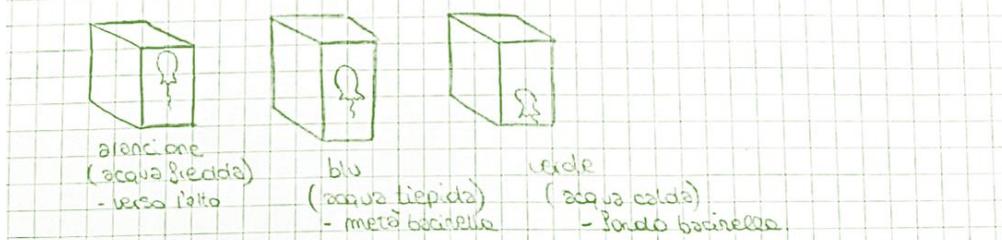
→ secondo me tra due ore

perché raggiungono tutte la stessa temp

Se lasciamo il palloncino nell'acqua fredda / calda il palloncino prende la temperatura all'interno del becker, raggiungendo la stessa densità, quindi galleggerà sotto la superficie dell'acqua

L'acqua in ogni becker prenderà la stessa temperatura dell'ambiente

il cambiamento, seppur minimo, delle "dimensioni" dei palloncini, indica una variazione per quanto riguarda la pressione dell'aria. Con il cambiamento di pressione le posizioni sono differenti.



IL TERMOMETRO DI GALILEO – PALLONCINI NEL VASO

La mia teoria è quella che si considera nel fatto che con il passare del tempo tutta l'acqua di tutti e tre i contenitori e i palloncini (che con l'acqua calda o l'acqua fredda si sono rispettivamente riscaldato o raffreddati) abbiano raggiunto dopo un determinato lasso di tempo la stessa temperatura e che quindi tutti e tre i palloncini si ritrovino allo stesso livello.

domande: nel caso sia presente dell'aria nei palloncini (anche alla stessa quantità)
come cambierebbe qualcosa nel risultato dell'esperimento?

Il variare della posizione del palloncino può dipendere dal livello dell'acqua nel contenitore oltre che dalla temperatura?

Se il palloncino ha più volume e la vasca è più piccola cosa accadrebbe con temperature diverse?

IL TERMOMETRO DI GALILEO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

IPOTESI FUNZIONAMENTO (tutte le affermazioni sono ipotetiche)

Il liquido contenuto nel cilindro acquisisce la temperatura dell'ambiente e la sua densità cambia in base alla temperatura acquistata. A questo punto le "bolle", che contengono ipoteticamente liquidi di densità differenti, si posizionano in base alla densità del liquido circostante (le bolle il cui liquido interno ha densità maggiore di quella esterna affonderanno, mentre quelle il cui liquido ha densità minore andranno verso l'alto). La bolla che ~~è~~ si posiziona più al centro del cilindro è quella con la densità più simile al liquido in cui è contenuta, e quindi con la temperatura più vicina a quella esterna.

SUGGERIMENTI

Per prima cosa conviene verificare che, per acqua a temperatura fissata, la densità media del palloncino pieno d'acqua sia prossima a quella dell'acqua stessa. Per verificare questa condizione, si riempie completamente il palloncino con acqua (condizione di "gomma tesa") a temperatura ambiente e, lasciandolo aperto con l'apertura verso l'alto, lo si inserisce in una caraffa contenente acqua a temperatura ambiente: il palloncino non dovrà né emergere, né affondare. A questo punto la posizione dei palloncini all'interno delle caraffe sarà determinata solo dalla differenza di temperatura.

Si potrà quindi osservare come i palloncini affondino, se immersi in acqua molto calda, e tendano a portarsi verso la superficie se immersi in acqua molto fredda. Col passare del tempo, il sistema tenderà all'equilibrio termico: l'acqua nella caraffa e l'acqua contenuta nei palloncini raggiungeranno la temperatura di equilibrio. I palloncini presenti sul fondo della caraffa si alzeranno, mentre quelli presenti nella parte superiore si abbasserranno, fino a quando tutti si troveranno nella parte centrale, così come il palloncino presente nel terzo recipiente e immerso in acqua a temperatura ambiente.

Il termometro di Galileo

Per misurare la temperatura ambiente si deve leggere il valore indicato sulla targhetta appesa alla sfera più bassa tra quelle che galleggiano.

Le sfere di vetro sono tutte uguali, ma la medaglietta riportante la temperatura presenta zone leggermente limate, per variarne la massa; le sfere non variano il proprio volume, mantenendo la propria densità media (vetro-medaglietta) costante.

Il funzionamento di questo termometro si basa sul principio di Archimede. Se la temperatura ambiente è molto bassa, la densità del fluido contenuto nel termometro sarà maggiore di quella di tutte le sfere che, quindi, galleggeranno; se, invece la temperatura del fluido è molto alta, tutte le sfere affonderanno. Per temperature intermedie, le sfere galleggeranno a livelli diversi, a seconda della loro densità.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

<https://lcsfunitn.wordpress.com/2017/06/21/termometro-di-galileo/>

SENSAZIONI E MISURE

Karpathos è un'isola greca che si trova nel sud del mar Egeo, tra Rodi e Creta. È caratterizzata dalla presenza del Meltemi, un vento secco e fresco proveniente da nord ovest che permette di avere tempo asciutto e cielo sereno. Tra luglio e agosto però, per alcuni giorni, può raggiungere intensità talmente elevate da rendere difficoltosi semplici atti come rimanere in piedi, camminare e parlare. A questi giorni di massima intensità segue un periodo di calma in cui il caldo diventa insopportabile.



RIFLETTI

Quali sono i motivi per i quali sentiamo caldo o freddo?

Come influisce la presenza di vento o umidità sulle nostre sensazioni?

I nostri sensi ci permettono di confrontare la temperatura di oggetti diversi?

Sensazioni diverse

per casa

CHE COSA TI SERVE

- Acqua;
- alcool;
- una bilancia (0.01 g);
- due piattini;
- un cronometro;
- alcuni oggetti uguali per forma e volume, ma di materiale diverso, per esempio uno di metallo, uno di legno e uno di polistirolo.

CHE COSA DEVI FARE

Esperimento 1

- Metti il piattino sulla bilancia e tara a 0.
- Versa un po' d'acqua nel piattino e misura la massa ogni 30 s.
- Registra i dati.
- Ripeti il tutto utilizzando alcool al posto dell'acqua.
- Riporta i dati in tabella
-

In viaggio attraverso la fisica

SENSAZIONI E MISURE

t(s)	M acqua (g)	M alcool (g)
0		
30		
60		

- Che cosa noti?

Esperimento 2

- Bagna il tuo braccio con un po' d'acqua e soffiacci sopra; ripeti sostituendo l'acqua con un po' d'alcool.

Esperimento 3

- Tocca i tre oggetti e valutane la temperatura.

SENSAZIONI E MISURE

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

1. Secondo me noi sentiamo il caldo e il freddo in base alla temperatura dell'oggetto.
2. Per esperienza personale, il vento e l'umidità aumentano la nostra percezione di caldo e di freddo.
3. Sì, noi siamo in grado di percepire la differenza di calore tra 2 oggetti.

PRIMO ESPERIMENTO: Purtroppo le bilance che ho in casa non hanno abbastanza sensibilità per percepire la differenza di massa dopo 30, 60, 90 secondi. Così ho dedotto che probabilmente l'acqua non avrebbe avuto differenze di massa (non evapora in così poco tempo), mentre l'alcol avrebbe perso un po' di massa in più, dato che è più propenso ad evaporare.

SECONDO ESPERIMENTO: Nel primo caso, soffiando sul mio braccio la percezione di freddo era abbastanza poca, mentre nel secondo caso ho sentito più freddo.

*
Pensavo che si sarebbero asciugati entrambi; perché l'alcool non si asciuga?

*
Pensavo che avrebbero avuto la medesima T giacché erano nel medesimo luogo.

ESPERIMENTO 3: abbiamo creato un dado di carota e un dado di formaggio su modello di un dado di legno già presente in casa.
Toccarono i tre oggetti abbiamo osservato che il ~~legno~~ dado di legno era quello più caldo, seguito da quello di formaggio e infine da quello di carota, che era il più freddo. Probabilmente tutti e tre gli oggetti avevano la stessa temperatura, ma quella percepita varia a causa della differenza di materiale.

Per l'esperimento n° 3, sono stati usati tre cubi di materiali differenti, ma ~~verso~~ dimensioni uguali: un dado di plastica, un ^{di} cubo di grana e una cariella di forma cubica. Toccarono i tre oggetti, prima singolarmente e poi tutti insieme, si è potuto notare come il più freddo fosse il cubo di grana, seguiva del dado, con la curiosità che era l'oggetto ~~più~~ nuovo freddo. Tutto ciò è probabilmente dovuto al lungo in cui questi oggetti sono conservati.

SENSAZIONI E MISURE

Penso di aver percepito il braccio più freddo bagnato di alcool perché l'alcol ha un punto di congelazione più alto dell'acqua quindi, a contatto con una fonte fredda ovvero il mio



soffio Ha assorbito più calore dalla mia pelle facendomi sembrare la parte bagnata del braccio più fredda.

Esperimento n. 2

Ho notato che soffiando sul braccio bagnato con l'alcool ho sentito più freddo rispetto al braccio bagnato con l'acqua.

Questo perché l'alcool ha una maggiore velocità di evaporazione dell'acqua, quando evapora sottrae più velocemente vapore alla pelle e si sente più freddo.

Esperimento n. 3

Ho scelto 3 oggetti: un'arancia, un tappo di sughero e un piccolo contenitore di plastica.

Ho notato che il più freddo al tatto era il mandarino, poi la plastica, mentre il tappo di sughero era quello più caldo.

Questo secondo me perché il sughero trattiene maggiormente il calore rispetto alla plastica, la buccia del mandarino invece trattiene poco il calore.

② perché l'acqua si asciuga e l'alcol no?

③ come mai il metallo al tatto sente più freddo, nonostante abbiano tutti i materiali la stessa temperatura (perché tenuti nello stesso ambiente)?

Le idee di base sembrano corrette, anche se la terminologia non è appropriata: queste schede possono aiutare l'insegnante a condurre una discussione volta a chiarire concetti e fenomeni introducendo la terminologia corretta. Potrebbe, per esempio, chiedere spiegazioni:

- che cosa intendi per punto di congelamento?
- quale termine puoi usare al posto di asciuga?

- Soffiando sull'acqua, l'acqua si diradava in tempo più veloce perché che si asciugava sul braccio, mentre soffiando sull'alcool, questo rimaneva più asciugato.

Esperimento 3 → il metallo è più freddo, il polistirolo è più caldo mentre il legno ha una temperatura intermedia tra i due.
Perché bisognava avere i materiali di uguale forma e dimensione?

• Anche la differenza di temperatura tra il metallo del banco, il quaderno e il banco è stata perché l'aula ha una temperatura costante all'interno dell'aula.

Forse succede perché immagazziniamo il calore in modo diverso a seconda del materiale di cui sono fatti.

SENSAZIONI E MISURE

come l'acqua, ma evaporava più rapidamente in quanto è composta diversamente. Posso precisare che i legami che uniscono le molecole della soluzione alcolico-alcolica sono più deboli di quelli dell'acqua, portando le molecole a volatilizzarsi più rapidamente. Probabilmente sono anche più leggere.

Non mi sarei mai aspettato che un liquido semplice come l'acqua, evaporasse molto più lentamente rispetto ad una sostanza più complessa come l'alcool. Inoltre la parte dell'esperimento che ho apprezzato di più è stato osservare quanto il peso del vetrino con l'alcool diminuisse ad alta velocità. Grazie a questo esperimento ho dunque imparato che, a differenza dell'ebollizione, l'evaporazione può avvenire a qualsiasi temperatura sopra lo zero.

L'esperimento porta gli studenti a concludere che l'evaporazione avviene a qualsiasi temperatura.

DOMANDE:

- con temperature dei due liquidi
- influisce sull'evaporazione?
- se scalda/freddo?
- i due liquidi cosa cambierebbe?

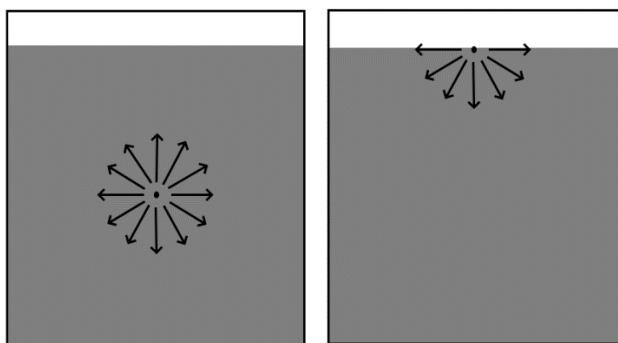
Le interessanti domande poste dagli studenti possono offrire molti spunti all'insegnante.

- 1) C'È UNA SOSTANZA CHE EVAPORA ANOVA PIÙ VELOCEMENTE DELL'ACQUA E PIÙ LENTAMENTE DELL'ALCOOL?
 - 2) SE IN UNA GIORNATA DI SOLE METTESSI L'ACQUA E L'ALCOL AD EVAPORARE IN 2 PIATTINI, IL RISULTATO SAREBBE LO STESSO DELL'ESPERIMENTO FATTO IN CLASSE?
 - 3) SE MESCOLASSI ACQUA ED ALCOL INSIEME POTREBBERO EVAPORARE PIÙ VELOCEMENTE O PIÙ LENTAMENTE?
- 1) Come cambia l'evaporazione di un determinato liquido in base alla massa della ciotola/contenitore in cui è posto?
 - 2) La temperatura dell'ambiente circostante con quale percentuale più influenza sull'evaporazione dell'alcool?

SENSAZIONI E MISURE

SUGGERIMENTI

- Il Meltemi si origina dall'incontro tra l'alta pressione estiva del Mediterraneo Occidentale e quella bassa del Mediterraneo Orientale. La sua presenza rende asciutto un clima altrimenti umido.
- L'evaporazione è un lento processo che permette il passaggio dalla fase liquida alla fase aeriforme. Si tratta di un processo che avviene sulla superficie di un liquido a qualsiasi temperatura: basta pensare ai panni che asciugano, se stesi all'aria. Tra le molecole di un liquido esistono forze di tipo attrattivo. Per le molecole interne al liquido, la risultante di queste forze è nulla, mentre per le molecole che si trovano in superficie, la risultante è diretta verso l'interno del liquido:



purché non le si costringa ad avvicinarsi troppo tra loro, nel qual caso la forza di interazione è repulsiva.

Le molecole però sono in continuo movimento e, a causa degli urti casuali con altre molecole, non hanno tutte la stessa velocità. Può capitare così che la loro energia cinetica sia sufficientemente grande da permettere loro di raggiungere la superficie e abbandonarla. Nel liquido, allora, rimangono le molecole "più lente", quelle con energia cinetica minore: ecco perché la temperatura si abbassa.

- Alcuni fattori influiscono sulla velocità di evaporazione di un liquido: la sua temperatura, l'area della sua superficie, la presenza di ventilazione, il tipo di liquido, l'umidità dell'ambiente, ...
- Se c'è umidità, si soffre maggiormente il caldo perché viene a mancare la termoregolazione in quanto il sudore evapora poco.



Il fenomeno dell'evaporazione aumenta all'aumentare della temperatura, perché maggiore è la temperatura, maggiore è l'energia cinetica media delle molecole.

SENSAZIONI E MISURE

Misure

CHE COSA TI SERVE

Termometri di vario tipo.

CHE COSA DEVI FARE

Determina unità di misura, risoluzione e portata di ogni strumento, ipotizzane il principio di funzionamento e valuta il tempo di risposta.

Termometro	Unità di misura	Risoluzione	Portata	Funzionamento	Tempo di risposta

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Mi domando come metta la sna
punta di ferro a trasmettere la
una temperatura e farla apparire
in un piccolo monitor /display.

Con la testa tra le nuvole

TERMOMETRI ARTIGIANALI

James Glaisher e Henry Tracey Coxwell nel XIX secolo rischiarono la vita salendo in cielo con un pallone aerostatico e scoprirono che all'aumentare della quota la temperatura dell'aria diminuisce.



RIFLETTI

Perché Glaisher e Coxwell rischiarono la vita?

È vero che all'aumentare della quota la temperatura diminuisce?

Termometro a lamina bimetallica

per casa

RIFLETTI

Come funziona il termostato di un ferro da stiro?

CHE COSA TI SERVE

- Etichetta adesiva.
- Carta di alluminio per alimenti.
- Forbice.

CHE COSA DEVI FARE

- Attacca l'etichetta adesiva di carta su un foglietto di alluminio per alimenti.
- Ritaglia la carta di alluminio eccedente.
- Appoggia la striscia ottenuta su un termosifone acceso.
- Che cosa succede alla strisciolina?

TERMOMETRI ARTIGIANALI – LA LAMINA BIMETALLICA

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Dopo un'ora circa l'etichetta con l'alluminio si arriccia con le punte verso l'alto.
Penso che sia dovuto al fatto che il calore tende ad andare verso l'alto quindi le estremità che mi sono riscaldate puntano verso l'alto.

Credo che tale reazione sia dovuta al contatto fra la carta stagnola con il calore, ma non mi è ben chiaro se motivo per cui ~~arriccia~~ ^{ma} arriccia. Punto dell'esperimento che vorrei approfondire in classe.

In questo esperimento si è potuto notare come l'etichetta attaccata alla carta stagnola, in presenza di calore, si sia arricciata su se stessa. L'alluminio, essendo un metallo, è un conduttore sia di calore che di freddo.

Quindi quando viene esposto al calore lo assorbe più velocemente, dilatandosi.

Dunque l'alluminio, come i liquidi contenuti nei termometri analogici, si dilata con il calore.

Per questo si è arricciato.

Ho osservato che la strisciolina dopo circa 10 minuti sul termosifone si è leggermente incurvata.

Non riesco a capire per quale motivo è successo, credo che dipenda dalla diversa conduzione di calore dei due materiali.

L'alluminio è un buon conduttore di calore mentre la carta è un cattivo conduttore.

L'insegnante potrebbe leggere le osservazioni degli studenti e rispondere alle domande utilizzando la terminologia corretta, quindi chiedere loro di riformulare i commenti alla luce delle spiegazioni.

Questo fenomeno è dovuto alla dilatazione della carta d'alluminio. L'alluminio infatti, essendo un metallo sottoposto ad una fonte di calore si dilata, quindi si inarca e così fa anche l'adesivo attaccato ad esso.

- Lasciando per qualche minuto sul termosifone il foglietto di alluminio con l'etichetta adesiva, questo si incurva verso il lato dell'etichetta (il foglio di alluminio rimane sempre esterno)
- Secondo me avviene perché l'alluminio si dilata col calore e il suo volume aumenta e quindi, visto che la carta rimane della stessa misura il foglio non può ingrandirsi e si incurva.



TERMOMETRI ARTIGIANALI – LA LAMINA BIMETALLICA

saliranno verso l'alto. Per quanto riguarda la realizzazione del termometro artigianale a casa ho notato che appoggiando su una fonte di calore le cartine realizzate attaccando carta normale a carta di alluminio, esse si arricciaano portando i loro bordi verso l'alto. Questo è dovuto al fatto che con il calore l'alluminio si dilata di più della carta e quindi si allunga mentre la carta rimane uguale e perciò lo strumento artigianale si arriccia.

densità. Per quanto riguarda il termometro artigianale, l'alluminio giunto a contatto con una fonte di calore si è piegato verso l'esterno e ciò è dovuto al dilatamento dell'alluminio, che in confronto a quello della carta è maggiore e perciò necessita di più spazio. Provando poi a distendere il foglietto di alluminio si creano delle pieghe.

TERMOMETRI ARTIGIANALI

SUGGERIMENTI

Il pallone aerostatico

Nel 1862 il pallone aerostatico di Glaisher e Coxwell superò il record mondiale di altitudine raggiungendo una quota di 11.000 m, l'altezza alla quale volano gli aerei di linea. I due si resero conto che stava accadendo qualcosa di strano quando la loro vista iniziò ad annebbiarsi e i piccioni che avevano portato con sé, una volta aperte le ali, iniziarono a precipitare: la temperatura stava scendendo drasticamente, così come la quantità di ossigeno, e se avessero proseguito la salita, sarebbero morti.

I termini troposfera e stratosfera si devono al meteorologo francese Léon Teisserenc de Bort che per primo si accorse, con grande sorpresa, che la temperatura dell'aria diminuiva fino alla quota di 11 chilometri circa e poi rimaneva costante. Effettuò centinaia di esperimenti con palloni sonda che, nel 1902, lo portarono a concludere che l'atmosfera fosse divisa in due strati.

L'aumento di temperatura nella stratosfera è dovuto allo sviluppo di energia termica causato dalla dissociazione dell'ozono che avviene quando la radiazione ultravioletta ne colpisce le molecole dividendole nei tre atomi di ossigeno che le costituiscono.

Questo processo, da un lato, filtra gran parte della radiazione ultravioletta, dannosa per l'uomo, fungendo da schermo e, dall'altro, determina un aumento di temperatura dell'atmosfera circostante: in questa zona non si formano nubi perché non c'è vapore acqueo. Il vapore acqueo raggiunge infatti la condizione di vapor saturo nella troposfera e condensa entro la tropopausa.



Ai giorni nostri la NASA è solita inviare in atmosfera palloni aerostatici per eseguire rilevazioni scientifiche. Nel 2018 ha lanciato il Big 60 (<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2018/touchdown-nasa-s-football-stadium-sized-scientific-balloon-takes-flight>), un pallone con un volume pari a 1.7 milioni di metri cubi: questo pallone ha raggiunto la stratosfera fino a una quota di 48.500 m.



Per avere un'idea delle dimensioni, lo spessore medio della troposfera supera di circa 3 chilometri il monte Everest.



©NASA: la Terra e la sua atmosfera

Si può ragionare per ordini di grandezza utilizzando un parallelo tra la Terra e un'arancia Tarocco. Dal momento che il rapporto tra i loro diametri è dell'ordine di 10^8 , l'atmosfera, il cui spessore è di circa 100 km, equivale allo spessore della parte esterna, arancione, della buccia, di circa 1 mm di spessore.



La temperatura dell'aria è una grandezza che varia con la latitudine, l'altitudine, la stagione, il tipo di terreno, il giorno e la notte.

La radiazione solare riscalda il terreno per irraggiamento e questo, a sua volta, riscalda per conduzione l'aria prossima al terreno e per convezione l'aria negli strati superiori.

La parte di atmosfera che più interessa i meteorologi è la troposfera, sede dei principali fenomeni meteorologici: all'interno di questa sfera, la temperatura decresce linearmente con la quota di circa 6.5°C al km. Il limite della troposfera, la tropopausa, varia a seconda del contenuto di vapore acqueo ed è segnalato dal fatto che lì la temperatura smette di diminuire.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

<https://www.focus.it/scienza/scienze/il-volo-temerario-dei-papa-di-felix-baumgartner>

TERMOMETRI ARTIGIANALI

La lamina bimetallica

È formata da due lamine di metalli diversi, sovrapposte che, a una temperatura fissata, hanno la stessa lunghezza.

Quando la temperatura aumenta, la lamina si incurva “chiudendosi” sulla faccia corrispondente al metallo avente coefficiente di dilatazione lineare minore.

La lamina bimetallica può essere utilizzata:

- come interruttore – termostato negli elettrodomestici. In Figura A la lamina è inserita in un circuito elettrico nel quale inizialmente passa corrente, dove l'estremo A fisso e l'estremo B è mobile.
 - Quando la temperatura della lamina aumenta, essa si incurva interrompendo il passaggio di corrente, Figura B.

- come termometro. In questo caso la lamina è avvolta a spirale. All'estremo mobile è collegato un indice che si sposta quando, al variare della temperatura, la spirale si avvolge o si svolge rispetto al suo centro, Figura C.

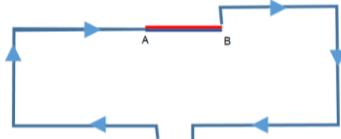


Figura A

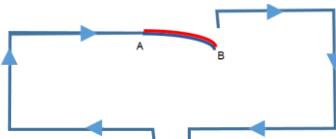


Figura B

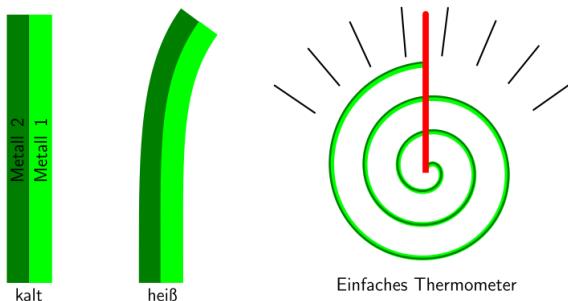


Figura C Johannes Schneider, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>>, via Wikimedia Commons

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

G. Ruffo, *Fisica: lezioni e problemi*, seconda edizione di *Lezioni di fisica*, estensione online, Zanichelli

Video *Lâmina bimetalica*, <https://www.youtube.com/watch?v=FBmIveeedu0>

RIFLETTI

Come funziona un termometro per misurare la febbre?

Come si deve utilizzare un termometro per ottenere una misura affidabile?

Come potresti realizzarne uno?

Sensibilità, risoluzione, accuratezza, tempo di risposta di un termometro: da che cosa dipendono?

Come si possono ottimizzare?

Termoscopi a liquido e a gas

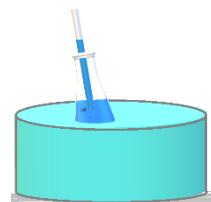
CHE COSA TI SERVE

- Due beute o piccole bottigliette.
- Un tubicino sottile di vetro o il serbatoio di una penna biro scarica.
- Un tappo con un foro di diametro pari a quello del tubicino.
- Pongo per sigillare.
- Acqua.
- Colorante.

CHE COSA DEVI FARE

Termoscopio a liquido

- Riempি una beuta con acqua colorata, in modo tale che non vi rimanga aria.
- Inserisci il tubicino nel tappo, tappa la beuta e segna il livello iniziale dell'acqua nel tubicino (livello a temperatura ambiente).
- Immergi la beuta in acqua bollente e osserva il livello raggiunto dall'acqua nel tubicino.



Termoscopio a gas

- Inserisci il tubicino nel tappo e aspira una goccia di acqua colorata nel tubicino: ti servirà come riferimento.
- Tappa l'altra beuta e segna il livello iniziale della goccia nel tubicino (livello a temperatura ambiente).
- Tieni la beuta fra le mani e osserva il livello raggiunto dalla goccia colorata.

Quali differenze noti tra i due termoscopi?

TERMOMETRI ARTIGIANALI – TERMOSCOPI A LIQUIDO E A GAS

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Il liquido si alzava nell'acqua più calda e abbassava in quella più fredda, questo perché quando il bulbo viene a contatto con temperature calde il liquido si espande a causa delle molecole che guadagnano energia dal calore e si allontanano le une dalle altre, con temperature più fredde avviene il contrario e si restringono.

La terminologia non appropriata, utilizzata nel commento, consente di costruire una lezione dialogica che guida gli studenti nella comprensione del fenomeno e nell'acquisizione del linguaggio scientifico.

TERMOMETRI ARTIGIANALI

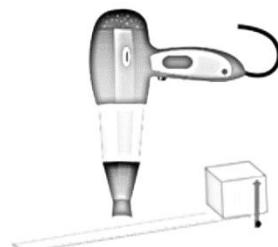
Un righello come termoscopio

CHE COSA TI SERVE

- Un righello.
- Uno spillo.
- Una strisciolina di cartoncino.
- Un oggetto pesante.
- Un asciugacapelli.
- Una bomboletta di ghiaccio spray.
- Nastro adesivo.

CHE COSA DEVI FARE

- Infila una striscia di cartoncino sullo spillo: fungerà da “lancetta”.
- Appoggia lo spillo sul tavolo.
- Appoggia il righello sullo spillo e bloccalo con un oggetto che ne aumenti l’attrito.
- Ferma l’altra estremità del righello con del nastro adesivo.
- Riscalda il righello con un asciugacapelli o raffreddalo con una bomboletta di ghiaccio spray: la lancetta ruoterà prima in un verso, poi nell’altro.



TERMOMETRI ARTIGIANALI – UN RIGHELLO COME TERMOSCOPIO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

La mia supposizione è che quando si riscalda il righello la carta ruota verso l'oggetto pesante perché le molecole dello spillo si dilatano a causa del calore, mentre quando lo si raffredda queste si restringono e che quindi ruotano nel verso opposto.

ho innanzitutto ho provato a scaldare il righello con il phon e ho notato che lo spillo girava solo da una parte cioè quella in cui era presente un oggetto nel mio caso ho posizionato un cubo di legno mentre quando si raffredda il righello lo spillo girava dall'altro lato quindi dove era presente il nastro questo accade secondo me perché quando scaldo il righello le molecole si dilateranno , quindi autonomamente lo spillo girerà verso il lato del cubetto mentre se lo si raffredda le molecole si contraggono e quindi lo spillo girerà nella parte in cui è presente il nastro

ruota verso il peso. Questo accade perché sia le molecole del righello che quelle dello spillo si dilatano. Al contrario raffreddando il righello con il ghiaccio spray si può notare che lo spillo ruota verso l'altro lato. Questo accade invece perché le molecole di entrambi gli oggetti si restringono.

Tutti gli studenti di questa classe si riferiscono a molecole che si dilatano e si contraggono: probabilmente le spiegazioni dell'insegnante sono state frivole.

TERMOMETRI ARTIGIANALI

SUGGERIMENTI

Nel 1600 G. Galilei realizza il primo termoscopio.

Dopo la sua morte, l'Accademia del Cimento si occupa della costruzione dei primi termometri senza punti fissi: le misure ottenute non sono pertanto confrontabili.

La prima scala termometrica a punti fissi è dovuta a Newton, che nel 1701 assegna il valore 0 al punto di congelamento dell'acqua e il valore 12 alla temperatura del corpo umano.

A. Celsius, nel 1742, assegna il valore 100 al punto di congelamento dell'acqua e 0 al punto di ebollizione, alla pressione standard. Nel 1744, dopo la sua morte, questi due valori saranno invertiti e si arriverà alla definizione di scala termometrica che tutti conosciamo.

Questi esperimenti si prestano per anticipare concetti e fenomeni che saranno poi affrontati nel seguito.

- Il tempo di risposta di un termometro (prontezza) permette di parlare di capacità termica ed equilibrio termico.
- La sensibilità è legata alla dilatazione di sostanze liquide e gassose e alla capacità termica.
- La presenza di una scala graduata presuppone che via sia una qualche regolarità nella dilatazione termica.
- I punti fissi consentono di parlare di transizioni di fase, calore latente, pressione, soluzioni e miscugli.



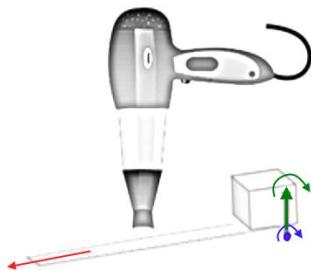
La scala termometrica ideata dal fisico tedesco Fahrenheit nel 1724 è ancora in uso negli Stati Uniti e negli altri stati evidenziati in verde nella seguente mappa:



Fonte: Original: LiggliluffNew version: Carnby, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons

Un righello come termoscopio

Quando il righello viene riscaldato, si dilata in lunghezza, larghezza e spessore. Ciò che si riesce a rilevare, però, è solo la dilatazione lineare subita dal lato lungo; come conseguenza, lo spillo ruota senza strisciare nel verso opposto alla dilatazione e, in questo modo, mette in rotazione l'indice.



Gli esperimenti relativi alla realizzazione di termometri artigianali permettono di introdurre i fenomeni relativi alla dilatazione termica lineare e di volume:

$$\Delta L = \lambda L_0 \Delta T$$

$$\Delta V = \alpha V_0 \Delta T$$

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Benincasa F. et al., *Storia della Strumentazione Meteorologica, nella cultura occidentale*, CNR ed.

Nota per l'insegnante: misure di temperatura in meteorologia

Per una misura accurata della temperatura non è sufficiente utilizzare un termometro; l'operazione di misura in meteorologia non è banale e richiede molti accorgimenti e conoscenze. Per esempio:

- la temperatura è più alta nei centri urbani rispetto alle zone rurali (fenomeno dell'isola di calore);
- la temperatura varia a seconda di come viene esposto il termometro alla radiazione solare;
- il termometro stesso è un corpo che assorbe ed emette energia termica;
- il termometro deve essere posto in un luogo “rappresentativo di un vasto territorio circostante”.

Per rendersi conto di quanto sia difficile ottenere una misura accurata, è possibile registrare la temperatura indicata dal termometro quando si trova all'interno della capannina meteorologica, quindi estrarlo ed esporlo al Sole, oppure conficcarlo del terreno, appenderlo a un muro esposto a nord, quindi a un muro esposto a sud di colori e materiali diversi, e così via.

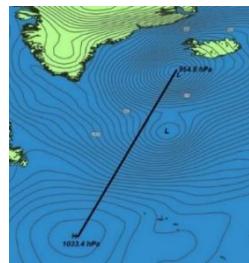
Il termometro dovrebbe inoltre essere in grado di misurare temperature comprese tra – 60 °C e +60 °C e avere una risoluzione di 0.1 °C (0.5 °C per gli strumenti a massima e minima).

Approfondimenti

Perosino G.C., *Attività didattica intorno alle osservazioni meteorologiche*. CREST (To, 2007.),
http://www.crestsnc.it/divulgazione/media/osservazioni_meteo.pdf

BAROMETRI ARTIGIANALI

L'anticiclone delle Azzorre e la depressione d'Islanda sono i due sistemi più importanti per il clima delle regioni mediterranee ed europee. Ogni superficie isobarica viene rappresentata sulla carta meteorologica mediante delle linee, dette isobare. La si può immaginare come un lenzuolo che si alza o si abbassa a seconda delle condizioni meteorologiche dell'atmosfera sottostante.



Carta realizzata con XyGrib

RIFLETTI

Sapresti costruire un semplice barometro?

Sensibilità, risoluzione e accuratezza di un barometro: da che cosa dipendono? Come si possono ottimizzare?

Come si tira un barometro?

Come si deve utilizzare un barometro per ottenere una misura affidabile?

La bilancia barometrica

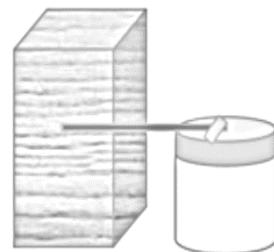
per casa

CHE COSA TI SERVE

- Una cannuccia (o uno stuzzicadente).
- Un vasetto di vetro.
- Un palloncino.
- Nastro adesivo.
- Forbice.
- Scatola o parallelepipedo di legno con funzione di riferimento (in alternativa è possibile usare una bottiglia contenente acqua).

CHE COSA DEVI FARE

- Ritaglia una disco dal palloncino, tendilo e fissalo con il nastro adesivo sull'imboccatura del vasetto.
- Sagoma a punta un estremo della cannuccia, cosicché possa fungere da indicatore.
- Fissa l'altro estremo della cannuccia al centro del palloncino, mediante il nastro adesivo.
- Avvicina il barometro al riferimento e segna con una matita il livello indicato dalla punta della cannuccia.



BAROMETRI ARTIGIANALI – LA BILANCIA BAROMETRICA

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

• si può migliorare aumentando la precisione fissando un indicatore con una massa minore in modo che questo non influisca sul suo movimento.

La bilancia barometrica: la sensibilità dipende dalla lunghezza della connivenza e la tensione del palloncino. Per ottimizzarla, la cannuccia deve essere di lunghezza moderata e il palloncino deve essere in tensione moderata, inoltre, l'utilizzo di vaso più grande ottimizza di più la sensibilità. Per tenere un barometro si misura la pressione dell'aria a livello del mare, prendono poi altre misure, in luoghi con una pressione più o meno certa.

Può utilizzare un vasetto più grande in modo tale che il palloncino sia più flessibile.

Costruendo il barometro artigianale bisogna fare attenzione a posizionare il bastoncino appuntito al centro del palloncino, il quale deve essere ben fissato al vasetto con un elastico, per fare in modo che questo possa muoversi correttamente a seconda della variazione di pressione. La lunghezza del bastoncino può influenzare le misure: se il bastoncino è molto lungo tenderà a muoversi con più facilità, sottolineando la differenza tra le varie misure, mentre se il bastoncino è troppo corto non riuscirà a spostarsi verso l'alto o verso il basso con facilità e le misure saranno tutte molto ravvicinate. Inoltre il vasetto e la superficie per segnare le misure devono essere in piano e sullo stesso livello, altrimenti non si potrà misurare il valore effettivo di pressione atmosferica.

Per verificare se le nostre misure sono attendibili le dobbiamo porre a confronto con quelle reali misurate dall'aeronautica militare. In questo ci può aiutare la consultazione dell'archivio storico del sito "il meteo".

[...] la pressione misurata sulla nostra tacca il giorno 18 non corrisponde ai valori riscontrati dall'archivio, in quanto la tacca è stata segnata appena finito di costruire il barometro. Ciò può aver provocato un aumento di temperatura all'interno del vasetto che di conseguenza ha causato la dilatazione dell'aria all'interno dello strumento, facendo così scendere l'indicatore verso il basso.

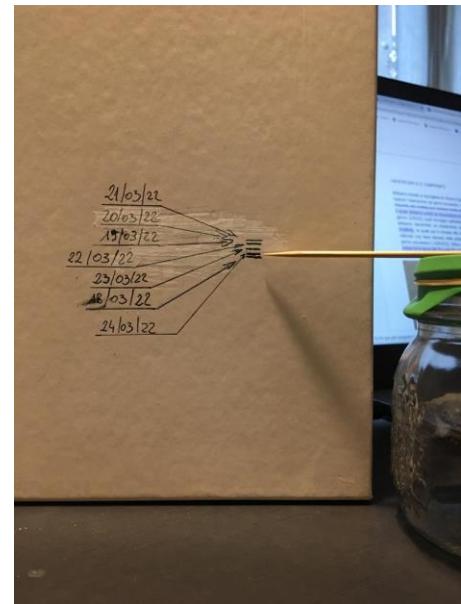


Foto scattata dagli studenti durante la sperimentazione

BAROMETRI ARTIGIANALI

Barometro a liquido

CHE COSA TI SERVE

- Un vaso di vetro.
- Una bottiglia di vetro.
- Un pennarello.
- Colorante alimentare.
- Acqua.

per casa

CHE COSA DEVI FARE

- Versa dell'acqua colorata nel vaso.
- Capovolgi la bottiglia e inseriscila nel vaso: l'acqua entrerà nel collo della bottiglia. Se così non fosse, conviene versare altra acqua nel vaso.
- Segna con un pennarello il livello iniziale del liquido.
- Riponi il barometro in un luogo opportuno e osserva come varia il livello raggiunto dal liquido al variare della pressione.



BAROMETRI ARTIGIANALI – BAROMETRO A LIQUIDO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

- Per migliorare la sensibilità è meglio che il collo della bottiglia sia il più stretto possibile. Le gocce dell'acqua deve essere abbastanza, così che lo strumento sia il più reattivo possibile.
- Il barometro per ottenere misure significative dovrebbe essere utilizzato in ambienti esterni, senza essere presente di vento, all'ombra, con una temperatura costante. Perché questi fattori aiutano così avere una misurazione più precisa.

BAROMETRO A LIQUIDO: per aumentare la sensibilità dell'oggetto si può restringere il collo della bottiglia, perché è sufficiente che scenda meno acqua.

Tale oggetto può essere considerato un oroscopio perché misura effettivamente la pressione: infatti, la pressione atmosferica è acqua, che "foga" più aria pressata all'interno della bottiglia mette alza al vano. Per migliorare la pressione con cui il liquido sale all'interno della bottiglia conviene che il recipiente in cui è contenuto il liquido stessa, perché la pressione d'acqua prima e viene sfavillata l'evaporazione. È meglio utilizzare il barometro all'interno, perché all'esterno vi sono più风 (venti) che potrebbero compromettere la misurazione.

Inoltre, conviene se effettuare le misurazioni all'ombra non più limitare l'evaporazione.

Per avere una misurazione ancora più precisa, sarebbe meglio fare l'operazione senza vento, per un ambiente più stabile, stesso motivo per il quale è meglio effettuare le misurazioni a temperatura

BAROMETRI ARTIGIANALI – BAROMETRO A LIQUIDO

Poi si potrebbe portare lo strumento a due pressioni consecutive, come con la bilancia barometrica, e creare una scalo sulla bottiglia. Il liquido all'interno del vaso dovrebbe non troppo poco, perché in quel caso l'evaporazione del liquido raffigurerebbe troppo.

Per ottenere misurazioni significative, si potrebbe muovere lo strumento all'esterno, in presenza di vento, con temperature che variano. Al sole o all'ombra non fa differenza.

SUGGERIMENTI

La variazione della pressione con la quota è proporzionale alla densità dell'aria a tale quota. Sarà maggiore dove la densità è maggiore, ossia in basso. La pressione diminuisce di circa 1hPa ogni 8.3 m di salita: ecco perché nelle carte meteorologiche l'altitudine viene indicata con la pressione. Ma essa non dipende solo dalla quota. Anche alla stessa quota oscilla, perché varia con il contenuto di vapore acqueo e con la gravità; per questo gli altimetri devono sempre essere calibrati.

In meteorologia ciò che è più significativo non è il valore del risultato della misura della pressione, ma la variazione di pressione: rapide variazioni di pressione possono infatti dare origine a eventi devastanti.

Lo studio della variazione di pressione al variare della quota non è semplice: la densità dell'aria dipende infatti da molti fattori. Per questo i meteorologi preferiscono non fare riferimento alla quota, ma alle superfici isobariche: superfici che rappresentano i punti che, in un determinato momento e all'altezza di geopotenziale hanno la stessa pressione.

L'altezza di geopotenziale è una grandezza che ha le dimensioni di un'altezza e che, se l'accelerazione di gravità fosse costante, sarebbe uguale all'altezza reale. Essa è definita come il rapporto tra il lavoro necessario per sollevare 1 kg d'aria dal livello del mare a una certa quota e l'accelerazione di gravità a livello del mare.

Per confrontare i dati raccolti, i barometri sono calibrati per indicare la pressione corrispondente alla misura che avremmo a livello del mare.

Il barometro è quindi lo strumento fondamentale del meteorologo, anche se la sua origine è relativamente recente. All'inizio del XVII secolo, alcuni minatori italiani si accorsero che le loro pompe non riuscivano a pompare acqua a più di 10,3 metri di altezza. Alcuni scienziati, come Galileo Galilei, suggerirono di far uscire l'aria dai tubi, affinché l'acqua potesse riempire il vuoto. Ma il problema persisteva. Solo Torricelli si rese conto che l'acqua non poteva salire oltre questa quota a causa della presenza dell'aria e che in questa condizione di equilibrio la pressione dell'acqua egualava la pressione atmosferica. La sua idea non venne accolta con favore perché, a quel tempo, si riteneva che l'aria non avesse un peso e non potesse esercitare pressione. Perciò Torricelli fece un esperimento per riprodurre la stessa situazione; usò il mercurio al posto dell'acqua e la colonnina di mercurio si fermò a circa 760 mm

Video: La storia del barometro (e di come funziona) - Asaf Bar-Yosef, TED-Ed):

<https://www.youtube.com/watch?v=EkDhlzA-lwI>

I sensori di pressione devono avere un intervallo di misura compreso tra 600 e 1100 mbar, una risoluzione di 1 mbar e una precisione di 0.1 mbar.

Bilancia barometrica – link al video da Eniscuola channel:
<https://www.youtube.com/watch?v=bIoMLnIqKWw>

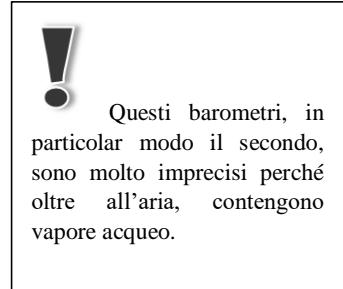
Questa bilancia funziona come il timpano del nostro orecchio.

Quando la pressione aumenta, la membrana elastica si incurva diventando concava e l'indice si alza.

Viceversa, se la pressione diminuisce, la membrana elastica si incurva assumendo una forma convessa e l'indice si abbassa.

Per verificare che l'indice si muove a causa della variazione di pressione, si può inserire il vaso in un vaso più grande che venga tappato con un'altra membrana elastica.

Premendo su quest'ultima, si aumenta la pressione interna e la membrana del barometro si abbassa.



BAROMETRI ARTIGIANALI

La membrana elastica deve essere tesa a copertura del barattolo: le sue dimensioni devono perciò essere adeguate.

La lunghezza dell'indice e l'elasticità della membrana incidono sulla sensibilità dello strumento.

Barometro a liquido

Il livello dell'acqua varia al variare della pressione atmosferica. Minore sarà il diametro del collo della bottiglia capovolta, maggiore sarà la sensibilità dello strumento.

Minore sarà la sezione della bottiglia esterna, maggiore sarà la prontezza dello strumento.

Entrambi i barometri devono essere utilizzati in un luogo fisso, preferibilmente all'aperto, che non sia soggetto a sbalzi di temperatura: evitare quindi di esporlo alla luce diretta del sole o in prossimità di termosifoni.



Variare le dimensioni dei barattoli e delle bottiglie, il liquido contenuto nella bottiglia, la lunghezza delle cannucce, il tipo di palloncino e le dimensioni dei palloncini. Riportare in una tabella la posizione dell'indice, il valore della pressione atmosferica registrato con un barometro già calibrato, il tempo atmosferico e cercare una relazione tra questi dati.

Variare la temperatura, per esempio utilizzando la luce diretta del sole o mettendo il barometro nel frigorifero, per individuare qualitativamente una relazione tra temperatura e pressione.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Howcast, <https://www.youtube.com/watch?v=E9GXNc3-KJU>

TeachEngineering, <https://www.youtube.com/watch?v=k4lQ9zvAE4U>

IGROMETRI ARTIGIANALI

Nel 1999 in Norvegia si è verificato un caso clinicamente accertato di sopravvivenza all'ipotermia, senza danni neurologici permanenti. La temperatura del paziente si era abbassata fino a 13.7 °C.

RIFLETTI

Quali sono i fattori che possono portare all'ipotermia?

Per quale motivo la protezione civile consiglia di evitare l'uso di magliette di cotone nella stagione fredda e di utilizzare guanti, cappelli, occhiali?

Si può soffrire di disidratazione quando fa freddo?

Pigne esposte al sole

per casa

CHE COSA TI SERVE

- Una bacinella contenente acqua.
- Un asciugacapelli.
- Una pigna.
- Una cannuccia.
- Una forbice.
- Colla.

CHE COSA DEVI FARE

- Immergi la pigna in acqua e osserva le sue squame.
- Toglila dall'acqua e asciugala con un asciugacapelli.
- Taglia un pezzo di cannuccia e usalo come indicatore, fissando un'estremità su una squama aperta.
- Metti la pigna all'aperto. Che cosa succede se c'è molta umidità?

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

La mancata reazione della pigna
è probabilmente dovuta alla scarsa umidità dell'aria.

- Dopo aver immerso la pigna nell'acqua non ho notato un particolare cambiamento di posizione delle sue squame.
- Questo è probabilmente dato dal fatto che la pigna che ho utilizzato per mettere in pratica l'esperimento era poco adatta a causa della grandezza delle sue squame.
- Dopo aver fissato una cannuccia all'estremità della pigna, l'ho spostata all'esterno e ho segnato con una matita il punto in cui arrivava la cannuccia.
- Dopo un giorno ho ricontrollato e ho notato che la cannuccia arrivava sotto al livello iniziale segnato.
- Questo significa che le squame della pigna si sono aperte e con questo si può concludere che nell'aria non c'era tanta umidità, o, più precisamente, c'era meno umidità che durante la prima misurazione.
- Si può quindi affermare che la pigna è in grado di percepire un cambiamento di umidità e che una sensibilità maggiore è data da squame più fine e leggere.

A seguito dell'esperimento svolto osserviamo che dopo aver immerso la pigna le sue squame si aprono.

Mentre quando la asciughiamo con l'asciugacapelli le squame della pigna si richiudono.

Ho notato che la pigna si chiude nelle giornate più umide e si riapre in quelle più asciutte. Quando la si immerge nell'acqua, la pigna si richiude lentamente, mentre una volta asciugata con il phon si riapre.

Penso che questo accada poiché in presenza di umidità o temperature fredde le pigne si richiudono su sé stesse per proteggere i semi contenuti al loro interno.

Nota per l'insegnante: misure di umidità relativa

L'atmosfera reale è costituita da aria umida. Per volumi contenuti, il vapore acqueo è distribuito omogeneamente nell'aria secca e la massa di aria umida si può pensare come somma della massa di aria secca e della massa di vapore acqueo.

Il vapore acqueo è invisibile e la sua quantità è variabile perché, dal momento che il nostro pianeta è costituito principalmente da acqua e la temperatura media è maggiore della temperatura di congelamento dell'acqua, l'acqua può passare facilmente da una fase all'altra. Contenuto di vapore acqueo e temperatura sono legati. Il contenuto di vapore acqueo diminuisce con la quota e, per una quota fissata, diminuisce passando dall'equatore ai poli.

Per riferirsi alla massima quantità di vapore è nata la locuzione "pressione di vapore saturo", che sarebbe preferibile chiamare pressione di vapore all'equilibrio, dal momento che si tratta della pressione che il vapore acqueo ha in presenza di un cambiamento di fase.

L'umidità specifica q è definita come il rapporto tra la massa di vapore acqueo M_v di una certa porzione di aria e la massa totale (aria secca + vapore acqueo) $M_d + M_v$ dell'aria.

$$q = \frac{M_v}{M} = \frac{M_v}{M_d + M_v} = \frac{\rho_v}{\rho} = \frac{\rho_v}{\rho_d + \rho_v}$$

Dal momento che le misure di densità e di contenuto di vapore acqueo sono difficili da fare, e il termometro è invece uno strumento di facile utilizzo, per misurare l'umidità si ricorre a misure di temperatura e si misura la temperatura di bulbo bagnato.

In meteorologia vengono usate sonde termoigrometriche che misurano temperatura e umidità: l'umidità viene misurata in modo automatico tramite strumenti che si basano su grandezze fisiche variabili con l'umidità, come la resistività elettrica.

Anche in questo caso la strumentazione non viene mai esposta alla radiazione solare, ma posta nella capannina. L'intervallo di misura deve essere compreso tra il 5% e il 100%, e la risoluzione deve essere dell'1%.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Perosino G.C., *Attività didattica intorno alle osservazioni meteorologiche*. CREST (To) 2007,
http://www.crestsnc.it/divulgazione/media/osservazioni_meteo.pdf



Una misconcezione comune, risalente all'Ottocento, vede l'aria come una spugna che riesce a trattenere tanta più umidità (vapore acqueo) quanto più è calda.

Igrometro a capello

RIFLETTI

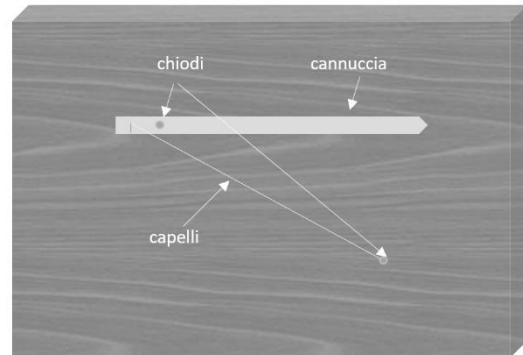
I capelli si arricchano quando piove: possiamo usarli per misurare l'umidità?

Come si può calibrare un igrometro?

Come si deve utilizzare un igrometro per ottenere una misura affidabile?

CHE COSA TI SERVE

- Capelli biondi e ricci lunghi circa 20 cm.
- Una cannuccia.
- Due piccoli chiodi.
- Una lastra di legno.
- Colla.
- Forbici.
- Alcool.
- Piccolo contenitore.
- Cotton fioc.
- Acqua.



CHE COSA DEVI FARE

- Per prima cosa sgrassa i capelli. Prepara una soluzione con 15 ml di acqua e 5 ml di alcool, intingici un cotton fioc e usalo per pulire i capelli.
- Appuntisci un'estremità della cannuccia.
- Ricava una piccola fessura all'altra estremità della cannuccia, a circa 1 cm dalla base.
- Infila nella fessura l'estremità dei capelli e bloccala con la colla.
- Arrotola leggermente l'altra estremità dei capelli a un chiodino e fissa i capelli al chiodo con colla.
- Usa l'altro chiodo per fissare la cannuccia alla base di legno, in modo che sia libera di ruotare.
- Muovi il chiodino al quale sono stati attaccati i capelli fino a quando la cannuccia si troverà in posizione orizzontale, quindi fissalo alla lastra di legno.
- Esponi l'igrometro in ambiente umido e in ambiente secco e osserva le differenze.

IGROMETRI ARTIGIANALI – IGROMETRO A CAPELLO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Per misurare l'umidità presente nell'aria abbiamo costruito un barometro, servendoci di assi in legno e un rame d'abete. Per prima cosa abbiamo creato il quadretto dove in seguito abbiamo messo il nostro bastoncino d'abete, quindi abbiamo tagliato, levigato e avvitato le assi insieme, poi abbiamo bucati con un trapano un'asse laterale del quadro e ci abbiamo incollato dentro il bastoncino, a cui avevamo tolto la corteccia. Nei giorni seguenti abbiamo raccolti i dati, questi sono i risultati:



Foto scattata dagli studenti durante la sperimentazione

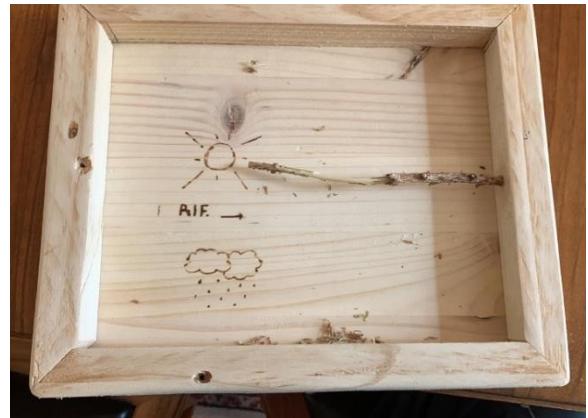


Foto scattata dagli studenti durante la sperimentazione

Quando nell'aria c'è parecchia umidità (il capello) tende ad arricciarsi e ad accorciare la sua lunghezza, quindi la cannuccia non resterà più in posizione orizzontale ma tenderà a ruotare in base a quanto il capello si è arricciato.

in questi giorni non essendoci molta umidità la cannuccia non ha ruotato di molto. Abbiamo provato a mettere l'igrometro in una stanza con del vapore generato da una doccia di acqua calda e abbiamo notato che il capello si è arricciato abbastanza, ma dopo averlo rimesso all'esterno della stanza il capello è tornato alla sua lunghezza di base. Abbiamo inoltre pensato a cosa potrebbe accadere nel momento in cui l'igrometro venga posto sopra ad una fonte di calore

SUGGERIMENTI

Esposizione prolungata al freddo, abbigliamento non idoneo, vento, contatto diretto con ghiaccio, metalli o liquidi molto freddi possono portare all'ipotermia e provocare congelamento.

È preferibile vestirsi "a cipolla", utilizzando tessuti tecnici. Non utilizzare il cotone a contatto con la pelle: la lascia respirare troppo e non consente di mantenere costante la temperatura corporea, inoltre, se si bagna, si asciuga con molta difficoltà e trattiene l'umidità a lungo. La maggior parte dell'energia termica viene ceduta all'ambiente attraverso testa, mani e piedi, che quindi vanno protetti con cappelli, guanti e calzature adeguate.

Il rischio ipotermia aumenta in condizioni di umidità o vento: se si suda o se c'è vento, infatti, il corpo si raffredda.

Infine, contrariamente a ciò che suggerisce il senso comune, quando fa molto freddo, si corre il rischio di disidratarsi. Respirando, si inspira aria molto fredda e secca che durante l'espirazione si riscalda. In questo modo si espira aria umida, "perdendo" sia energia termica che acqua.

Sulle facciate di molte case trentine e venete è appeso uno strumento costituito da una tavoletta di legno sulla quale è fissato un rametto di abete, che si incurva a seconda dell'umidità dell'ambiente, fornendo indicazioni abbastanza precise.



Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Gilbert M. et al., "Resuscitation from accidental hypothermia of 13.7 °C with circulatory arrest", *The Lancet*, vol. 355, 2000, pp. 375-376, PMID 10665559

Mostra interattiva dell'APPA "Acqua! Alla scoperta della molecola più preziosa" - manuale per docenti e studenti, Provincia Autonoma di Trento:

http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_restyle/mostre/manuale_per_docenti_e_studenti.1391761514.pdf

Guida passo passo alla costruzione dell'igrometro (da Science Buddies):

https://www.youtube.com/watch?v=NF_nanpcQ9c

MISURE DI UMIDITÀ

Lo psicrometro è uno strumento che permette di misurare l'umidità relativa a partire dalla differenza di temperatura registrata da un termometro asciutto e un termometro bagnato.

CHE COSA TI SERVE

- Una termocoppia con sensore sottile.
- Un ventilatore (aria fredda).
- Un papero bevitore.
- Acqua.

CHE COSA DEVI FARE

- Bagna la testa del papero.
- Misura la temperatura ambiente, che corrisponde alla temperatura del liquido presente nell'ampolla inferiore: T_a
- Misura la temperatura di bulbo bagnato, ossia la temperatura della testa del papero, dove avviene l'evaporazione: T_b
- Calcola la depressione di bulbo bagnato: $T_a - T_b$
- Ricava l'umidità relativa dalla tabella.



Se non puoi procurarti il papero bevitore, costruisci un semplice psicrometro seguendo le istruzioni riportate al seguente link: http://forum.indire.it/repository_cms/working/export/6073/altre-attivita.html

MISURE DI UMIDITÀ

T bulbo asciutto (°C)	Depressione di bulbo bagnato (°C)														
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5
-10.0	85	69	54	39	24	10	-----								
-7.5	87	73	60	48	35	22	10								
-5.0	88	77	66	54	43	32	21	11	0						
-2.5	90	80	70	60	50	41	31	12	3						
0.0	91	82	73	65	56	47	39	31	23	15					
2.5	92	84	76	68	61	53	46	38	31	24					
5.0	93	86	78	71	65	58	51	45	38	32	1				
7.5	93	87	80	74	68	62	56	50	44	38	11				
10.0	94	88	82	76	71	65	60	54	49	44	19				
12.5	94	89	84	78	73	68	63	58	53	48	25	4			
15.0	95	90	85	80	75	70	66	61	57	52	31	12			
17.5	95	90	86	81	77	72	68	64	60	55	36	18	2		
20.0	95	91	87	82	78	74	70	66	62	58	40	24	8		
22.5	96	92	87	83	80	76	72	68	64	61	44	28	14	1	
25.0	96	92	88	84	81	77	73	70	66	63	47	32	19	7	
27.5	96	92	89	85	82	78	75	71	68	65	50	36	23	12	1
30.0	96	93	89	86	82	79	76	73	70	67	52	39	27	16	6
32.5	97	98	90	86	83	80	77	74	71	68	54	42	30	20	11
35.0	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69	56	44	33	23	14
37.5	97	94	91	87	85	82	79	76	73	70	58	46	36	26	18
40.0	97	94	91	88	85	82	79	77	74	72	59	48	38	29	21

MISURE DI UMIDITÀ

SUGGERIMENTI

La temperatura del bulbo bagnato è il valore minimo che la temperatura dell'acqua può assumere a causa dell'evaporazione nell'ambiente circostante.

Si faccia attenzione a bagnare solo la testa, non il corpo, e si faccia notare che la testa del papero si raffredda per evaporazione, non perché viene utilizzata acqua fredda.

Nell'ampolla inferiore un liquido molto volatile si trova in equilibrio con la sua pressione di vapore saturo. La testa del papero è rivestita di feltro. Se viene bagnata, l'acqua evapora e la testa si raffredda: la differenza di pressione di vapore tra la testa e l'ampolla inferiore provoca la risalita del liquido lungo il tubicino e, contestualmente, lo spostamento verso l'alto del centro di massa del sistema. Non appena questo supera l'asse di rotazione del papero, il momento della forza peso determina la rotazione del papero verso il basso.

Alla massima inclinazione l'estremità inferiore del tubicino non pesca più nel liquido dell'ampolla inferiore e così l'ampolla e la testa si trovano in comunicazione e alla stessa pressione. Il liquido può allora scendere per gravità, il centro di massa si abbassa e il papero si raddrizza.

Il papero oscilla fintanto che la testa rimane bagnata.



Il papero bevitore è una macchina termica. Supponendo sia una macchina termica ideale, si può misurarne il rendimento, che peraltro risulta molto basso.

Sia T la temperatura della testa, il rendimento η è dato da:

$$\eta = \frac{T_{ambiente} - T}{T_{ambiente}}$$

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Video dell'esperimento, dal sito di DeA Scuola:

https://s.deascuola.it/fisica/playlist/16_primo_principio_termodinamica/index.html

MISURE DI VENTO

L’Ora del Garda è una brezza che sorge in tarda mattinata sulle coste settentrionali del lago, si incanala nella Valle del Sarca e nella Valle dei Laghi, dove permane fino al tardo pomeriggio, e irrompe nella Valle dell’Adige, a nord di Trento. Forse il suo nome deriva proprio dalla sua puntualità: i termini latini “aura” o “hora”, significano rispettivamente “brezza” e “ora”.



RIFLETTI

Perché e in quali contesti è importante conoscere la velocità del vento?

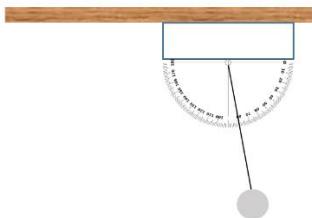
CHE COSA TI SERVE

- Asticella di legno.
- Una piccola livella a bolla.
- Cartoncino.
- Goniometro.
- Filo inestensibile.
- Pallina da ping pong.
- Colla a caldo.

per casa

CHE COSA DEVI FARE

Assembلا l’anemometro come mostrato in figura e usalo in posizione orizzontale.



RIFLETTI

Come si potrebbe calibrare questo anemometro?

MISURE DI VENTO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

goniometro quando il vento muove la pallina. Più l'angolo è ampio, più il vento è forte. Quando lo spago ~~è~~ regna 90° sul goniometro, significa che non c'è vento.

Il livello a bolla che capire se l'asta di legno è effettivamente dritta, cosa molto importante per avere il filo, con attaccato in fondo una pallina, il goniometro del goniometro, che è l'unità di riferimento.

A seconda del vento la pallina si sposterà e il filo indicherà gradi differenti rispetto a quello di riferimento, *corrispondere, tramite una tabella, alla frequenza del vento.

Qualcuno confonde i termini velocità e frequenza.

Saper riconoscere la velocità del vento è utile in molti ambiti.

Partendo dalla costruzione degli edifici, che dovranno essere più o meno resistenti se si trovano in zone con vento più o meno forte e frequente, ma anche per la posizione di terrazze o campi.

Nell'ambito della meteorologia bisogna avere dati sul vento: velocità, frequenza, intensità per garantire migliori previsioni

Inoltre vari sport sono incentrati sul vento, come ad esempio barca a vela, windsurf...



L'anemometro costruito, per poter essere letto è necessario che venga posizionato con la punta o la fine dell'asse parallela al punto in cui arriva vento.

In questo modo l'eventuale vento sposterebbe la pallina di lato, sugli angoli indicati sul goniometro.

Se l'anemometro venisse posizionato perpendicolarmente al vento, la pallina penderebbe in avanti e indietro, senza fornire alcun dato di misura.

Gli studenti, nonostante la giovane età, prestano molta attenzione agli accorgimenti sperimentali.

Come si può trasferire il dato dell'ampiezza dell'angolo rilevato dal goniometro (\dots°) nella forma più comune? (km/h nodi)

Secondo me sarebbe meglio posizionare l'anemometro in luoghi all'aperto e distanti da ostacoli o elementi che potrebbero condizionare la presenza del vento.

MISURE DI VENTO

L'anemometro si potrebbe calibrare utilizzando un ventilatore. Si programma il ventilatore in modo che l'aria esca a due velocità conosciute (abbastanza differenti l'una dall'altra) e si segna sul goniometro la corrispondenza. Poi si crea la scala graduata sempre sul goniometro.

Per calibrare l'anemometro costruito a casa, si deve portare lo strumento in uno spazio non soggetto a correnti e fenomeni atmosferici esterni, la misura segnata sarà la mancanza di vento oppure confrontare le misure di un anemometro già calibrato con i gradi segnati sul goniometro, trovando una misura massima e una minima e successivamente dividendo lo spazio tra le due in parti uguali. L'incertezza dello strumento è data dall'incertezza del goniometro.

Confrontando le nostre misurazioni con una stazione meteo abbiamo riscontrato una differenza causata dalla poca precisione dello strumento, che ha un'incertezza corrispondente all'incertezza del goniometro utilizzato ovvero di 1°.

È interessante che qualche studente si sia preoccupato di confrontare i risultati ottenuti con questo anemometro con quelli rilevati da una stazione meteo.

MISURE DI VENTO

SUGGERIMENTI

Si può stimare la velocità del vento osservandone gli effetti e usando la scala internazionale di Beaufort.

Scala	Descrizione	Osservazioni	Velocità indicativa del vento
0	Calma	Il fumo sale verticalmente	$< 1 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
1	Bava di vento	Direzione del vento indicata dal fumo, non dalle bandieruole	$1 \div 5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
2	Brezza leggera	Vento sensibile al volto; si muovono le foglie; si orientano le bandieruole	$6 \div 11 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
3	Brezza tesa	Foglie ramoscelli in movimento; il vento distende le bandiere	$12 \div 19 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
4	Vento moderato	La polvere, i pezzi di carta vengono sollevati; si muovono i piccoli rami	$20 \div 28 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
5	Vento tesò	Si muovono rami; si increspano le acque dei bacini	$29 \div 38 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
6	Vento fresco	Si agitano i grossi rami; si odono fischi; gli ombrelli si usano con difficoltà	$39 \div 49 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
7	Vento forte	Tutti gli alberi in movimento; si cammina controvento con difficoltà	$50 \div 61 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
8	Burrasca moderata	Si spezzano i piccoli rami; si cammina controvento con molta difficoltà	$62 \div 74 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
9	Burrasca forte	Danni leggeri alle strutture (tegole, camini, ...)	$75 \div 88 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
10	Burrasca fortissima	Alberi sradicati; danni considerevoli alle costruzioni	$89 \div 102 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
11	Bufera	Devastazioni gravi	$103 \div 117 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
12	Tempesta o Uragano	Devastazioni gravissime	$118 \div 133 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Il nodo è un'unità della misura della velocità del vento, usato nell'ambito della meteorologia e della navigazione nautica e aerea, che equivale a un miglio nautico (1,852 km) all'ora:

$$1\text{kn} = 1,852 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Trattandosi di una misura di velocità, si dirà, per esempio, “alla velocità di un nodo” e non “alla velocità di un nodo all’ora”, come spesso si sente dire.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Realizzazione di un anemometro artigianale: <https://www.youtube.com/watch?v=yOIzgacMtpM>

Nota per l'insegnante: l'anemometro

L'anemometro è lo strumento che permette di misurare velocità e pressione del vento, talvolta misura anche la temperatura percepita. È spesso associato a una banderuola che ne indica la direzione. Si tratta di uno strumento indispensabile anche in campi diversi dalla meteorologia: trasporto aereo, navigazione, posizionamento parco eolico, agricoltura, sport.

Ce ne sono di diversi tipi:

- a banderuola: un'elica rotante si orienta nella direzione del vento, deve essere fissato in alto, tipicamente su un tetto o all'estremità di un lungo palo;
- a mulinello: la rotazione del mulinello permette di determinare la velocità del vento;
- a ultrasuoni: misura la velocità del vento, indirettamente, utilizzando la misura del tempo impiegato dal vento per percorrere lo spazio tra due trasduttori in andata e in ritorno;
- a filo caldo: il vento raffredda un filo caldo attraversato da corrente e, dalla misura del raffreddamento, si risale alla velocità del vento. Questo tipo di anemometro permette di ottenere misure precise anche a basse velocità.

L'accuratezza della misura dipende fortemente dalla corretta installazione dell'anemometro, che deve essere posizionato ad almeno 10 m dal suolo, se necessario con sistema di messa a terra, in luogo aperto, lontano da ostacoli e in piano.

Sul sito Netatmo, <https://www.netatmo.com/>, è possibile acquistare un anemometro wireless, che misura la velocità del vento utilizzando un microfono e un altoparlante e sfrutta l'effetto Doppler. Il sito è didatticamente interessante perché permette di condividere i dati raccolti da tutti gli anemometri venduti, consentendo di effettuare analisi da remoto.

MISURE DI PRECIPITAZIONI

Un piccolo osservatorio meteorologico è stato installato nel 1919 sul terrazzo del palazzo di Nicola Vasa ad Aggius, in Sardegna, ed è stato insignito del titolo di Osservatorio Storico Secolare. Ce ne sono 232 in tutto il mondo e 12 in Italia. Questo però è l'unico che si trova in una casa privata. Da oltre un secolo misura l'acqua piovana.

RIFLETTI

Qual è l'unità di misura per le precipitazioni? Perché?

Qual è il ruolo dell'imbuto?

A che cosa possono essere dovuti errori e incertezze nella misura?

CHE COSA TI SERVE

- Un secchio da 5 litri e diametro pari a circa 20 cm
- Un imbuto di diametro pari a circa 20 cm
- Un cilindro graduato da 1 litro.

per casa

Nota: la portata degli strumenti e le dimensioni degli oggetti sono indicative, non prescrittive.

CHE COSA DEVI FARE

- Inserisci l'imbuto nel secchio.
- Raccogli l'acqua piovana di una giornata.
- A fine giornata svuota l'acqua in un cilindro graduato, per misurarne il volume in millilitri.
- Dividi il volume per l'area della superficie di raccolta.

MISURE DI PRECIPITAZIONI

SUGGERIMENTI

«L'altezza di precipitazione si definisce come l'altezza della lama d'acqua che coprirebbe, in un determinato intervallo di tempo d , una superficie orizzontale, qualora tutta l'acqua caduta sulla superficie fosse trattenuta, così da formare uno strato di spessore uniforme [...] L'intensità di precipitazione è, invece, il rapporto tra l'altezza h di precipitazione e la durata d della stessa».

L'imbuto, con un foro molto piccolo, favorisce la raccolta della precipitazione e allo stesso tempo riduce l'evaporazione.



Per avere un'idea degli ordini di grandezza, se su una superficie di 1 m^2 cade un litro d'acqua, l'altezza della precipitazione sarà di 1 mm.

Errori e incertezze nella misura possono essere dovuti a vari fattori, quali

- l'installazione: la bocca dell'imbuto deve essere orizzontale e lo strumento deve essere distante da ostacoli;
- la presenza di vento;
- la presenza di acqua trattenuta dallo strumento: è preferibile utilizzare pareti lisce e non dipinte;
- l'evaporazione: dipingere di bianco le pareti esterne limita il riscaldamento e l'evaporazione;
- la neve accumulata dal vento sopra lo strumento.

Per esempio, si possono utilizzare

- un secchio da 5 litri e diametro pari a circa 20 cm;
- un imbuto di diametro pari a circa 20 cm;
- un cilindro graduato da 1 litro.

In tal caso l'area della superficie di raccolta sarà pari a

$$A = \pi r^2 = \pi \cdot 10^2 \text{ cm}^2$$



Quanto dovrebbe piovere per far esondare l'Adige?

L'esondazione avviene quando la portata supera i $2500 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$.

Sapendo che la portata media è di circa $250 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ e supponendo che nell'esondazione tutta l'acqua del bacino dell'Adige non venga assorbita dal terreno, conoscendo la superficie del Trentino-Alto Adige, si può stimare quanta pioggia al secondo deve scendere per ottenere una portata di $2500 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$.

La superficie del Trentino-Alto Adige è di circa 13600 km^2 , ma poiché non tutta l'acqua confluisce nell'Adige, possiamo ridurla a 10000 km^2 , quindi l'altezza di precipitazione massima è pari a $\frac{(2500-250) \text{ m}^3}{10000 \cdot 10^6 \text{ m}^3} = 0.023 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$, ovvero circa $81 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$

Ovviamente si tratta di una stima: fortunatamente, anche in presenza di precipitazioni così intense, l'Adige non esonda se la precipitazione non è costante su tutto il territorio e se è di breve durata.



Se la precipitazione si presenta in forma solida, come neve, nevischio o grandine, solitamente si utilizzano pluviometri muniti di sistema di riscaldamento, che misurano l'equivalente in forma liquida. La neve può essere misurata anche mediante altri sistemi:

- Aste graduate per la misura della profondità.
- Snow pillow ("materassi" che misurano la massa del manto nevoso).
- Nivometro a ultrasuoni.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Perosino G.C., *Attività didattica intorno alle osservazioni meteorologiche CREST (To)*, 2007

LE STAGIONI

«Vedi come da indi si dirama [...] Che se la strada lor non fosse torta [...] e giù e su dell'ordine mondano». *Dante, Paradiso, Canto X, vv. 13/16/21*

Luca: «Perché in estate è caldo?»

Giulio: «In estate è più caldo perché la Terra è più vicina al Sole.»



RIFLETTI

È vero quanto afferma Giulio?

Che cosa sono l'afelio e il perielio?

Perché in estate è più caldo?

A che cosa è dovuto l'alternarsi delle stagioni?

CHE COSA TI SERVE

- Un ambiente buio.
- Un mappamondo.
- Un proiettore per diapositive, che fungerà da Sole, o un'opportuna torcia a LED
- Un cartoncino.
- Un misuratore dell'intensità della radiazione: una cella solare collegata a un multimetro, o una applicazione opportuna.
- Nastro adesivo e forbice.
- Un metro a nastro.

CHE COSA DEVI FARE

- Fissa la cella solare al mappamondo in corrispondenza della zona scelta per l'esperimento, in modo che vi aderisca bene e che la superficie della cella sia tangente alla superficie.
- Posiziona mappamondo e proiettore.
 - Metti il proiettore sul tavolo, di fronte al mappamondo, in modo tale che il fascio di luce si trovi alla stessa altezza del centro del mappamondo.
 - Affinché il proiettore illumini solo il globo, fora il cartoncino e interponilo tra il proiettore e il mappamondo.
 - Verifica che l'ombra del mappamondo sulla parete abbia dimensioni confrontabili con quelle del mappamondo in modo da simulare i raggi solari.

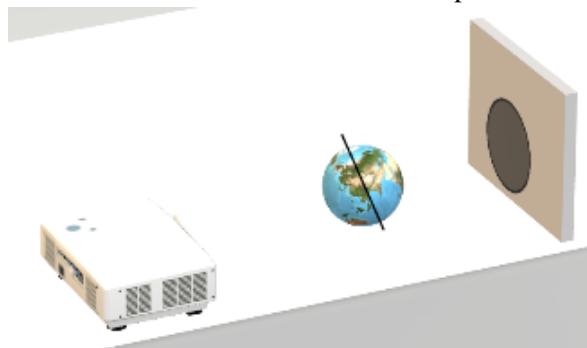
LE STAGIONI

- Posizione di partenza corrispondente al solstizio invernale nell'emisfero boreale: ruota il mappamondo in modo tale che il suo asse di rotazione punti in direzione opposta al proiettore.



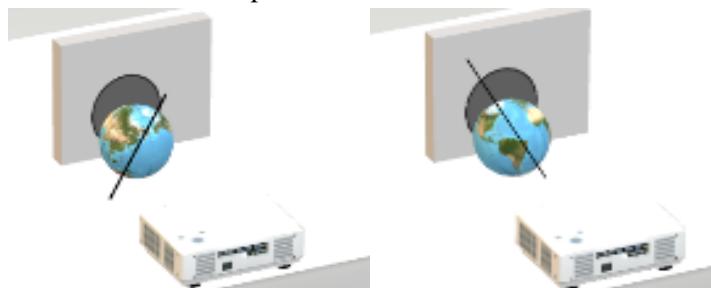
Solstizio invernale nell'emisfero boreale

- Posizione di partenza corrispondente al solstizio estivo nell'emisfero boreale: ruota il mappamondo in modo tale che il suo asse di rotazione punti verso il proiettore.



Solstizio estivo nell'emisfero boreale

- Posizione di partenza corrispondente a un equinozio: ruota il mappamondo in modo tale che il suo asse di rotazione sia parallelo allo schermo.



Equinozi nell'emisfero boreale

- Fai ruotare il mappamondo in senso antiorario e registra i valori indicati dal multimetro (in unità arbitrarie) ogni 10° .
- Costruisci i grafici intensità – tempo. Per ricavare il tempo corrispondente alla variazione angolare usa la proporzione $15^\circ : 1 \text{ h} = 10^\circ : x$
- Confronta i tre grafici.

LE STAGIONI

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Inizialmente abbiamo preso un mappamondo in 3D e l'abbiamo posizionato in modo tale che l'asse terrestre fosse indirizzato dalla parte opposta. Con la lampada, che rappresentava il sole, abbiamo illuminato la Terra e abbiamo riprodotto la configurazione del solstizio d'inverno.

Successivamente abbiamo calcolato l'intensità luminosa e scoperto la durata delle giornate. Abbiamo osservato che al polo Nord il sole non sorgeva mai, mentre al polo Sud il sole non tramontava mai. Riproducendo, invece, il solstizio d'estate abbiamo osservato che al polo Nord non tramontava mai, mentre al polo Sud non sorgeva. Rispetto al solstizio d'inverno l'intensità luminosa è maggiore. D'estate la temperatura è maggiore perché l'intensità è maggiore e il giorno dura di più. Riproducendo la configurazione dell'equinozio abbiamo osservato che le ore di sole sono quasi uguali rispetto a quelle al freie.

Solstizio d'inverno	Solstizio d'estate	Equinozio
Alba: 60 Lux	Alba: 115 lux	Alba: 80 Lux
Mezzogiorno: 80 Lux	Mezzogiorno: 95 lux	Mezzogiorno: 50 lux

LE STAGIONI

SUGGERIMENTI

Il tempo che intercorre tra due passaggi successivi di una stella su un meridiano, che corrisponde al tempo impiegato dalla Terra per compiere un'intera rotazione, è chiamato giorno siderale ed è costante tutto l'anno: 23h 56 min.

Il giorno solare è invece il tempo che intercorre tra due passaggi successivi del Sole sul meridiano locale; questo valore non è costante, perché in questo caso il moto di rivoluzione della Terra non è più trascurabile, ed è per questo che si è dovuto introdurre un giorno solare medio, con una durata convenzionale di 24 ore. Inoltre, il moto di rotazione della Terra rallenta: la durata del giorno aumenta di due millesimi di secondo ogni cento anni.

I passaggi dal dì (periodo di luce) alla notte (periodo di buio), e viceversa, sono graduali; l'alba e il tramonto sono dovuti alla presenza dell'atmosfera e ai fenomeni di assorbimento, diffusione, riflessione e rifrazione della radiazione solare.

Il Sole, ogni giorno, sorge a est e tramonta a ovest descrivendo un arco. Al mezzogiorno solare vero, che non coincide con quello dell'orologio, occupa la posizione più in alto lungo la sua traiettoria apparente: in questa situazione le ombre sono minime.

Al variare delle stagioni, la traiettoria del Sole (o meglio, la sua altezza) varia e di conseguenza varia la durata del dì. L'intero ciclo si compie in 365 giorni e un quarto.

L'altezza del Sole dipende anche dalla latitudine alla quale si trova l'osservatore.



Anticipi e ritardi del mezzogiorno solare vero rispetto a quello misurato con l'orologio (indipendentemente dall'ora legale) sono descritti dalla lemniscata del tempo, una curva che varia ogni anno: le differenze tra i due mezzogiori possono raggiungere anche i 30 minuti.

È possibile fotografarla con un'esposizione fotografica effettuata ogni giorno alla stessa ora per un anno, e sovrapponendo le riprese.



Con la testa tra le nuvole

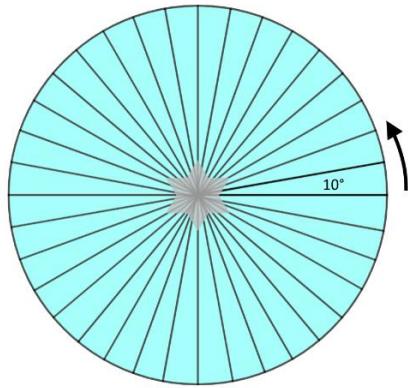
LE STAGIONI

L'esperimento: durata del dì

Posizionando il misuratore dell'intensità della radiazione in modo tale che sia tangente al globo, i valori registrati saranno funzione della sola latitudine.

La lampada dovrà essere posizionata a una certa distanza e alla stessa altezza del centro del mappamondo, affinché i raggi si possano considerare paralleli tra loro.

Per raccogliere i dati riportati nell'esempio, il misuratore è stato posizionato sull'Italia. Fissata una posizione iniziale a scelta, sono stati quindi registrate le misure dell'intensità di radiazione (espressa in unità arbitrarie) a intervalli temporali di 40 minuti, che corrispondono a una rotazione antioraria di 10° .

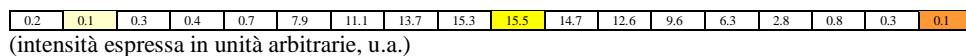


Visione dall'alto del mappamondo e dei meridiani

! Mettendo il mappamondo su un treppiede, sarà più facile variare l'inclinazione dell'asse terrestre. L'inclinazione ideale è pari a 23° .
A rigore, bisognerebbe spostare il mappamondo rispetto al proiettore (per simulare il moto della Terra attorno al Sole) ma, sperimentalmente, è più comodo procedere come indicato.

Il valore massimo dell'intensità, evidenziato in giallo acceso, rappresenta il mezzogiorno vero. Mentre i valori minimi agli estremi rappresentano rispettivamente l'alba, evidenziata in giallino, e il tramonto, evidenziato in arancione.

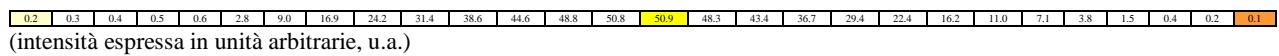
Inverno



Equinozio



Estate



Per confrontare i tre grafici è necessario centrarli rispetto al mezzogiorno.

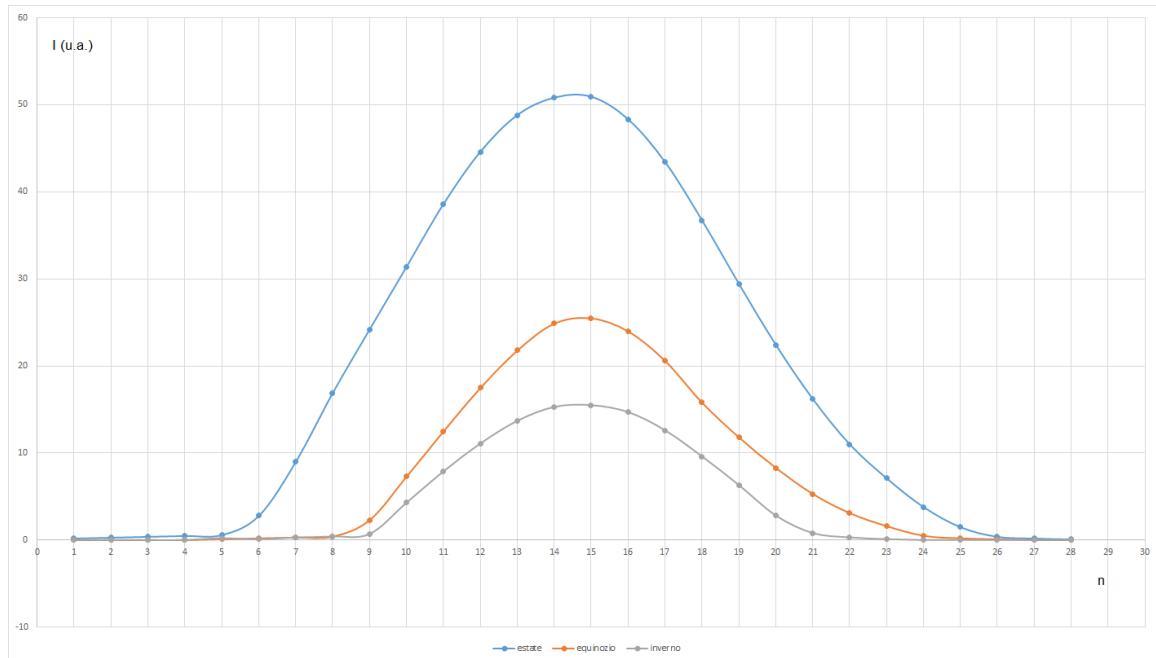
Dove, ancora [intensità]=u.a.

inverno	intensità	0	0	0	0	0.2	0.1	0.3	0.4	0.7	4.3	7.9	11.1	13.7	15.3	15.5	14.7	12.6	9.6	6.3	2.8	0.8	0.3	0.1	0	0	0	0	0
equinozio	intensità	0	0	0	0	0.1	0.2	0.3	0.4	2.3	7.3	12.5	17.5	21.8	24.9	25.5	24	20.6	15.8	11.8	8.3	5.3	3.1	1.6	0.5	0.2	0.1	0	0
estate	intensità	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	2.8	9	16.9	24.2	31.4	38.6	44.6	48.8	50.8	50.9	48.3	43.4	36.7	29.4	22.4	16.2	11	7.1	3.8	1.5	0.4	0.2	0.1
	numero misurazione	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

LE STAGIONI

In viaggio attraverso la fisica

In ascissa viene riportato il numero della misurazione n, e in ordinata l'intensità I:



Considerando che i massimi si trovano tra i dati 14 e 15, possiamo supporre che al punto 15 corrisponda il mezzogiorno vero, con un'incertezza di 40 minuti (i valori sono stati registrati ogni 10° di rotazione, che corrisponde a un tempo di 40 minuti).

Ricordando che il passaggio da una misurazione all'altra corrisponde a una variazione angolare di 10° , quindi a una variazione temporale di 40 minuti, si può determinare la durata del dì, nei tre casi:

	ascissa corrispondente all'alba	ascissa corrispondente al tramonto	durata del dì
Solstizio Estate	1	28	$(28 - 1) \cdot 40 \text{ min} = 1080 \text{ min} = 18 \text{ h}$
Equinozio	5	26	$(26 - 5) \cdot 40 \text{ min} = 840 \text{ min} = 14 \text{ h}$
Solstizio Inverno	6	23	$(23 - 6) \cdot 40 \text{ min} = 680 \text{ min} \sim 11 \text{ h } 20 \text{ min}$

Il riscaldamento è massimo quando i raggi solari formano un angolo retto con il piano tangente alla superficie terrestre in un punto e diminuisce al diminuire dell'angolo.

Spostando la cella in altri punti del globo, si può verificare che la durata del dì varia con la latitudine e, all'equatore, il dì e la notte hanno la stessa durata per tutto l'anno.



Poiché la lampada utilizzata non cambia e rimane in una stessa posizione, la differenza nei massimi di intensità dipende dall'orientazione dell'asse terrestre, non dalla distanza della Terra dal Sole. La distanza media tra la Terra e il Sole è di circa 150.000.000 km (in estate è circa 5 milioni di chilometri maggiore che in inverno).

LE STAGIONI

La seguente applicazione fornisce in tempo reale la distanza dal Sole di ogni pianeta:

<https://www.youmath.it/ym-tools-calcolatore-automatico/astronomia-online/distanza-di-pianeti-dal-sole.html>

current distance from Sun	1.017 au 8.455 light minutes
largest distance from Sun	1.52097701×10^8 km 1.01671033 au
smallest distance from Sun	1.47098074×10^8 km 0.98328989 au
orbital period	365.25636 days

[Source information »](#)

[Planet data source information](#)

▼ Primary source:

- Wolfram|Alpha Knowledgebase, 2021.
- Wolfram Language PlanetData. »

Uno screenshot dell'applicazione

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Proposte didattiche di astronomia diurna a cura di Maria Luisa Scillia, Università di Udine:

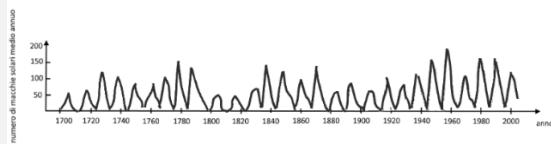
<https://www.fisica.uniud.it/URDF/laurea/idfo6/documenti/Astronomia.pdf>

<http://www.liceovolterra.edu.it/wp-content/uploads/2009/04/Il-Cosmo-visto-da-....pdf>

RADIAZIONE TERMICA

«*Ma ditemi che son li segni bui
Di questo corpo, che là giuso in terra
Fan di Caino favoleggiare altrui?*»
Dante, *Paradiso, Canto II, vv.49-51*

Il numero di macchie solari segue un ciclo di undici anni, con massimi e minimi agli estremi dell'intervallo.



RIFLETTI

Perché non ci sono dati precedenti il 1700?

C'è una relazione tra macchie solari e intensità della radiazione solare?

Come si può misurare la radiazione solare?

Assorbimento ed emissione della radiazione termica: il riscaldamento e il raffreddamento di una lastrina.

CHE COSA TI SERVE

- Lampada a filamento incandescente (almeno 60 W).
- Lastrine diverse per materiale e scabrosità superficiale: lastrina di alluminio, lastrina di alluminio dipinta con grafite, lastrina di alluminio dipinta di bianco...
- Lastra di polistirolo.
- Termometri.
- Cronometro.

CHE COSA DEVI FARE

- Appoggia a terra la base di polistirolo. Pratica un incavo nel polistirolo dove inserire il termometro sopra il quale appoggerai la lastrina da esaminare.
- Misura la temperatura ambiente.
- Illumina la lastrina dall'alto con la lampada posta a circa 25 cm di distanza.
- Misura il tempo impiegato dalla lastrina per ogni variazione di temperatura (per esempio) di 2 °C.
- Dopo circa mezz'ora, spegni la lampada e continua a registrare i dati.
- Riporta i dati in un piano cartesiano.

SUGGERIMENTI

Le macchie solari

Si tratta di zone superficiali che presentano una temperatura inferiore alla temperatura media della superficie solare.

Macchie solari in tempo reale: <https://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/>

Le prime macchie solari vennero osservate con un telescopio nel 1610, dagli astronomi J. e D. Fabricius che ne pubblicarono una descrizione nel 1611.

Nel 1893, W. Maunder, sovrintendente per le ricerche solari del Royal Greenwich Observatory a Londra, trovò dei rapporti originali dai quali emerse che tra il 1645 e il 1715 non si osservarono macchie solari: questo periodo venne chiamato periodo di Maunder.

Il loro numero è stato misurato sistematicamente a partire dal 1700, contestualmente alla nascita dell'astronomia moderna, e al passaggio dall'osservazione alla misura, e stimato a ritroso fino al 1500.

Le macchie solari si possono osservare facilmente proiettando su uno schermo bianco l'immagine del Sole prodotta da un binocolo o un telescopio.

L'esperimento

La potenza della lampada si ottiene a partire dalla potenza registrata e dalla potenza ceduta all'ambiente:



NON GUARDARE MAI IL SOLE
DIRETTAMENTE.

$$W_{\text{registrata}} = W_{\text{lampada}} - W_{\text{ceduta all'ambiente}}$$

$$W_{\text{lampada}} = W_{\text{registrata}} + W_{\text{ceduta all'ambiente}} = W_{\text{riscaldamento}} + W_{\text{raffreddamento}}$$

$$W_{\text{lampada}} = W_{\text{riscaldamento}} + W_{\text{raffreddamento}} = \frac{m_{\text{lastrina}} c_{\text{lastrina}} \Delta T_{\text{risc}}}{\Delta t_{\text{riscaldamento}}} + \frac{m_{\text{lastrina}} c_{\text{lastrina}} \Delta T_{\text{raffr}}}{\Delta t_{\text{raffreddamento}}}$$

Dal grafico $\Delta T_{\text{risc}} = \Delta T_{\text{raffr}} := \Delta T$, quindi

$$W_{\text{lampada}} = m_{\text{lastrina}} c_{\text{lastrina}} \Delta T \left(\frac{1}{\Delta t_{\text{risc}}} + \frac{1}{\Delta t_{\text{raffr}}} \right)$$

Per ottenere la potenza totale della lampada, si tiene conto dell'angolo solido sotto il quale viene vista la lastrina, ossia il rapporto tra la superficie di una sfera di raggio 25 cm e la superficie S della lastrina:

$$W = \frac{4\pi r^2}{S} W_{\text{lampada}}$$

RADIAZIONE TERMICA

Esempio di grafico:

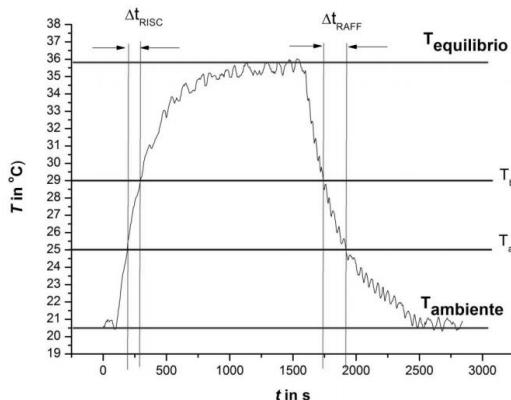
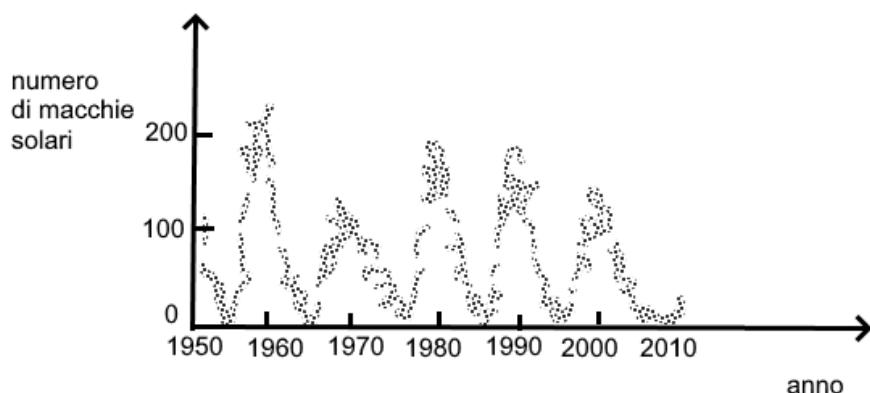


Grafico di T in funzione del tempo per la lastrina illuminata da una lampada da 150W – L. M. Gratton

La valutazione dell'attività solare viene fatta attraverso lo studio della costante solare che, in realtà, è "abbastanza" costante: in effetti varia, tra l'altro, a causa della presenza delle macchie solari.



Si può notare come l'attività solare sia abbastanza stabile, pertanto non è corretto dire che i cambiamenti climatici dipendono dall'aumento dell'attività solare.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

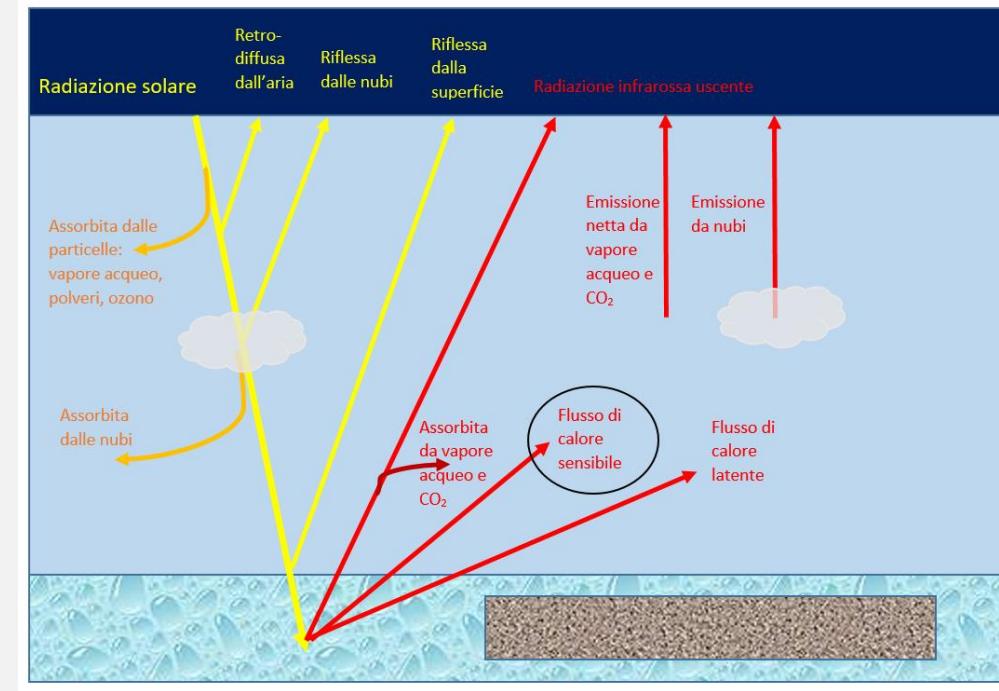
Gratton L.M., "Misura della costante solare", materiale didattico dell'attività proposta c/o il Liceo Scientifico Torricelli di Bolzano nel 2012

<https://tfascienzeunitn2012.files.wordpress.com/2013/01/potenzalampada.pdf>

<http://www.liceovolterra.edu.it/wp-content/uploads/2009/04/Il-Cosmo-visto-da-....pdf>

ISOLANTI E CONDUTTORI

La radiazione solare riscalda il terreno per irraggiamento e questo, a sua volta, riscalda per conduzione l'aria prossima al terreno e per convezione l'aria negli strati superiori.



RIFLETTI

Perché la conduzione è limitata agli strati d'aria in prossimità del suolo?

L'aria è un buon conduttore?

Come possiamo verificare se un materiale è un buon conduttore?

ISOLANTI E CONDUTTORI

Biglie in caduta

CHE COSA TI SERVE

- Una piastra elettrica
- Un parallelepipedo di legno.
- Alcune lamine di metalli diversi, ma di uguali dimensioni.
- 4-5 biglie di vetro per ciascuna lamina.
- Pasta conduttrice.
- Una candela.
- Un accendino.



CHE COSA DEVI FARE

- Metti un po' di pasta conduttrice alla base di ciascuna lamina.
- Fai aderire le lamine sul supporto di legno.
- Sciogli un po' di cera e usala per bloccare le biglie a distanze regolari su ciascuna lamina.



- Accendi il fornello e attendi che la piastra sia calda.
- Capovolgi il supporto di legno e appoggialo sulla piastra: attendi e osserva.

Video dell'esperimento, dal sito di DeA Scuola:

<https://zonamatematica.deascuola.it/ii-grado-i-biennio/aree-e-percorsi/fisica/videoesperimenti/>

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Nel corso dell'esperimento mi è potuto notare come le gocce di cera posizionate sulla l^astra in alluminio si fondessero più rapidamente rispetto a quelle poste nell'asta di ottone.

Inoltre, com'era più facilmente manifestabile, si fondono prima le gocce più vicine alla periferia della mano, si giunge alla conclusione che l'alluminio è un miglior conduttore termico rispetto all'ottone.

Le domande e le osservazioni degli studenti denotano un certo interesse per questo esperimento:

che cosa succede

- variando l'area di contatto tra le lastre e il fornello?
- variando lo spessore delle lastre?
- variando la massa delle lastre?
- variando la lunghezza delle lastre?
- variando la temperatura del fornello?
- variando la grandezza delle gocce di cera?

Finito l'esperimento mi sono chiesto quanto avessero potuto influenzare lo spessore e di conseguenza la massa dell'alluminio, inoltre mi sono chiesto cosa succederebbe se aumentassimo l'area di contatto tra le lastre e il fornello, si scalderebbero più velocemente?

inizialmente sembrava che si sciogliesse più velocemente la cera sull'asta di alluminio, ma alla fine dell'ora abbiamo notato che la cera si stava sciogliendo in egual modo su entrambe. Ciò confermava la nostra ipotesi, cioè che lo spessore e la lunghezza minore dell'asta di ottone potesse compensare la differenza di materiale. sarebbe stato bello vedere quando la cera si sarebbe sciolta del tutto e notare se il risultato coincideva con le nostre aspettative. inoltre sarebbe stato interessante notare con quale differenza di velocità la cera si sarebbe sciolta se la temperatura del fornello fosse stata maggiore.

più calde. Bisogna però anche tenere conto della grandezza di superficie delle gocce: è chiaro che gocce più piccole e più sottili, per quanto la differenza possa essere minima, si sciolgono più in fretta di gocce con un volume maggiore.

In laboratorio abbiamo provato a posizionare più gocce di cera su due barre di ottone e alluminio, quindi di due materiali differenti, provando poi ad ipotizzare su quale delle due la cera si sarebbe sciolta per prima (considerando che alla base delle barre vi era una fonte di calore di circa $80^{\circ} C$). C'è anche da considerare però che la barra di ottone era leggermente più corta rispetto a quella di alluminio e questo fattore poteva sicuramente influenzare l'esito dell'esperimento. Il calore specifico è sicuramente un fattore determinante per l'esito finale e per questo considerando che per riscaldare un chilo di ottone necessitiamo di $380 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ} C$ mentre se dovessimo riscaldare un chilo di alluminio necessitiamo di $880 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ} C$ notiamo subito l'imminente differenza.

Nel caso dell'ottone necessitiamo di molto meno calore per alzare la temperatura rispetto a quello necessario per fare lo stesso con l'alluminio, ragione per cui a lungo andare le gocce di cera si sarebbero sciolte prima nell'ottone rispetto all'alluminio.

Sarebbe stato interessante osservare il risultato modificando le dimensioni e quindi il peso dei due materiali, ovvero posizionare le varie gocce di cera su una barra da un chilo di ottone e su una barra da 0,5 chili di alluminio. Secondo me in questo caso il calore specifico dell'alluminio si dimezzerebbe, ma rimarrebbe comunque più alto rispetto a quello dell'ottone (infatti diventerebbe di $440 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ} C$).

In viaggio attraverso la fisica

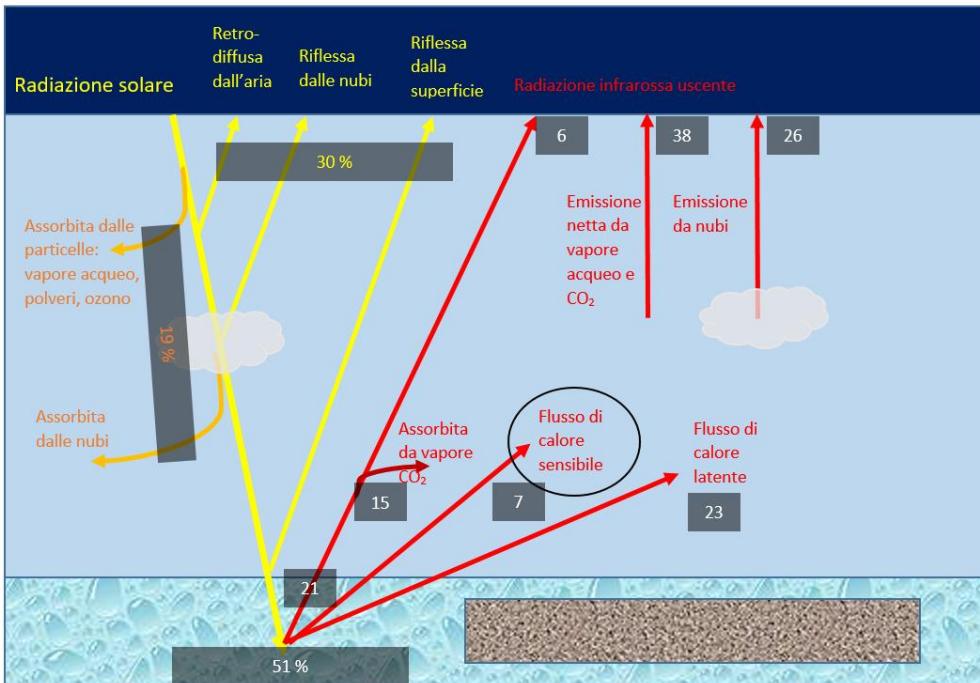
ISOLANTI E CONDUTTORI - BIGLIE IN CADUTA

Inizialmente avrei pensato che sulla sbarra di alluminio si sarebbe sciolta la cera molto più velocemente, perché ottimo conduttore di calore. Infatti ottone e alluminio hanno diversi calori specifici: 0,091 cal / (g ·°C) e 0,21 Kcal/(kg·K) rispettivamente. Più alto è il numero, minore è il tempo impiegato per lo scambio di calore.

I due valori sono molto diversi tra di loro, quindi ho pensato che la conducibilità termica varia fortemente dalla dimensione e spessore dell'oggetto, in quanto l'alluminio si sarebbe dovuto scaldare molto più velocemente in lungo ma essendo più spessa la sbarra si è compensato il tempo necessario in confronto a quello dell'ottone. Certamente altri fattori hanno influenzato negativamente l'esperimento, come la distanza delle gocce non equivalente sulle due aste, ma posso ipotizzare che la formula per calcolare la propagazione del calore dipenda dal volume dell'oggetto.

SUGGERIMENTI

Solo parte della radiazione solare giunge sulla superficie terrestre:



In un bilancio medio annuo globale, il 30% della radiazione viene riflesso nello spazio dall'atmosfera, dalle nubi e dalla superficie della Terra: è detto albedo, ed è quello che ci permette di vedere il nostro pianeta dai satelliti. Il 19% viene assorbito dal vapore acqueo, dalle polveri, dallo strato di ozono e dalle nubi, e il 51% viene assorbito dalla superficie terrestre e dagli oceani. La radiazione solare arriva al suolo prevalentemente come radiazione ultravioletta; il suolo si riscalda e restituisce energia mediante radiazione infrarossa, che viene in gran parte assorbita dai gas serra (vapore acqueo, CO₂, ossidi di azoto e metano) che la riflettono verso il suolo, flusso di calore sensibile (legato al riscaldamento per conduzione e successiva convezione degli strati d'aria a contatto con la superficie) e flusso di calore latente, dovuto al fatto che la superficie soggetta a evaporazione, costituita da oceani, mari, laghi e foglie delle piante è molto estesa. Questa energia viene assorbita dall'atmosfera, che si riscalda.

La conduzione è limitata agli strati d'aria in prossimità del suolo, con il quale c'è contatto. L'aria, riscaldandosi, si espande e il riscaldamento degli strati superiori avviene per convezione.

L'esperimento

Osservando ciascuna lamina ci si accorge che le biglie cadono in successione, in tempi diversi, quando la temperatura della cera è sufficiente per scioglierla. Si può effettuare una misura, utilizzando delle termocoppie in corrispondenza delle biglie e registrando la temperatura in funzione del tempo.

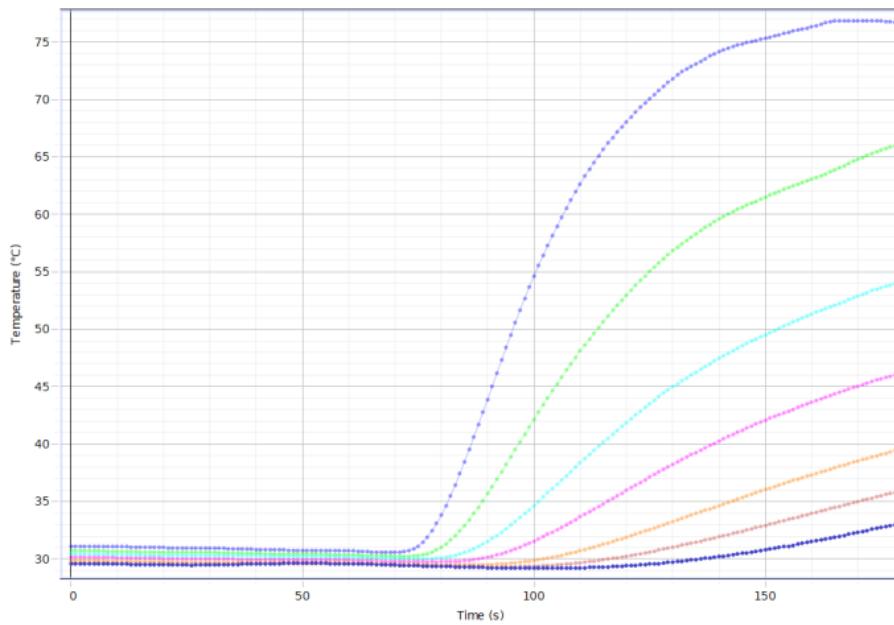
Di seguito sono riportati i grafici relativi alla temperatura di una lamina nelle zone dove si trovano sette biglie, a distanze diverse dalla piastra del fornello, come rappresentato nel disegno.



In assenza di pasta conduttrice, tra la piastra e le lame ci sarebbe un velo d'aria, che non è un buon conduttore di energia termica. La pasta conduttrice è utile per migliorare l'efficienza del trasferimento di energia termica tra piastra e lame.

ISOLANTI E CONDUTTORI - BIGLIE IN CADUTA

Le due curve blu rappresentano l'aumento di temperatura nel tempo della zona dove si trova la biglia più vicina alla piastra (curva blu chiaro) e della zona dove si trova la biglia più lontana dalla piastra (curva blu scuro).



Posizione delle biglie, rispetto alla piastra del fornello

Osservando biglie equidistanti dalla piastra, fissate a lame diverse, si nota che esse cadono in tempi differenti a seconda del materiale costituente la lamina: metalli diversi hanno infatti diversa conducibilità termica.



Naturalmente cadono solo le biglie che si trovano in zone che hanno raggiunto la temperatura di fusione della cera.

Qui il video dell'esperimento, dal sito di DeA Scuola: <https://zonamatematica.deascuola.it/ii-grado-i-biennio/aree-e-percorsi/fisica/videoesperimenti/>



Volendo, anziché utilizzare i sensori suggeriti, è possibile utilizzare una termo-camera.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Bocci F. et al., *Fisica – i colori dell'universo*, ed. Petrini

ISOLANTI E CONDUTTORI

La ghiacciaia era un ambiente scavato nel terreno o ricavato all'interno di una collinetta artificiale, riparato dal sole. La si utilizzava per la conservazione del ghiaccio accumulato durante l'inverno, utile per conservare gli alimenti

RIFLETTI

Se non ci fosse il freezer, come potresti conservare il ghiaccio il più a lungo possibile?

CHE COSA TI SERVE

- Legno.
- Plastica.
- Metallo.
- Polistirolo.
- Maglia di lana.
- Cubetti di ghiaccio, possibilmente uguali.

per casa

CHE COSA DEVI FARE

- Appoggia un cubetto di ghiaccio su ciascun materiale.
- Misura il tempo impiegato dal ghiaccio a fondere.
- Verifica che cosa cambia utilizzando superfici di uguale forma e volume, ma diverso materiale, o superfici dello stesso materiale, ma di forma e volume differenti.

ISOLANTI E CONDUTTORI I - LA GHIACCIAIA

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Ho appoggiato i cubetti sui 5 materiali diversi ed ho osservato il tempo impiegato a sciogliersi per ognuno.
Il cubetto appoggiato sul metallo è stato il più veloce a sciogliersi: ci ha messo 1 ora 1 minuto e 17 secondi.
Quelli appoggiati sulla plastica e sul legno si sono sciolti circa alla stessa velocità: entrambi ci hanno messo 1 h 55 min, mentre da quello sulla lana ci ha messo 2 h 03 min e quello sul polistirolo 2 h e 17 min.
~~Per Ogni Diverso Materiale I materiali conducono il calore in maniera diversa e credo che la differenza di velocità dello sciogliersi dei cubetti sia dovuta a questo fattore.~~

Con superfici di diverso volume e uguale materiale il ghiaccio si scioglie più velocemente sopra l'oggetto più grande, perché esso ha maggiore calore da trasmettere.



Ho verificato lo scioglimento del ghiaccio su oggetti di metallo ma con diverso volume.

Ho notato però che un cubetto si è sciolto prima su un materiale più piccolo.

Questo è dovuto al fatto che sono probabilmente metalli diversi, i quali, anche se di poco, hanno diversi coefficienti di dispersione di calore.

Utilizzando superfici di uguale forma e volume ma diverso materiale, il ghiaccio si scioglie in modo differente.

Questo perché ogni materiale ha una diversa composizione, quindi è più o meno isolante in base alla sua coefficiente di dispersione di energia.

Possiamo osservare che il ghiaccio si scioglie inizialmente sul metallo, dopo 6 minuti, al secondo posto sulla plastica dopo 2 ore, sul legno dopo 2h e 10 minuti, la lana a 2h e 21 minuti e infine sul polistirolo, dopo approssimativamente si scioglie dopo 2h e 30.

Poi ho provato a usare gli stessi materiali in forma più piccola: il tempo per sciogliersi è stato su per giù il medesimo.

Credo che il tempo di scioglimento dipenda dalla condutività termica dei materiali.

Il ghiaccio si scioglie per primo sul metallo, dove ci mette 5 minuti, successivamente sulla plastica dove all'inizio impiega 2 ore, in seguito sul legno, dove si scioglie dopo un po' di più di 2 ore, infine sul polistirolo.

Si scioglie primo sul metallo perché è un maggior trasmettitore di calore; proprio per questo in cucina si usano mestoli in legno o in plastica, perché trasmettono più lentamente il calore, così evitiamo di scottarci.

Anche se proviamo a mettere il ghiaccio su un pezzo di metallo più grande, si scioglie comunque dopo circa 5 minuti.

ISOLANTI E CONDUTTORI I- LA GHIACCIAIA

- Il primo cubetto ad essersi sciolto, è stato quello posizionato su una superficie Metallica. Il metallo, infatti, è un conduttore termico, ossia acquista calore molto rapidamente. Pertanto il ghiaccio ha una temperatura inferiore del metallo e assume il calore di questo fino a raggiungere la sua stessa temperatura e di conseguenza si scioglie.



Le osservazioni degli studenti possono evidenziare misconcezioni relative a temperatura e calore.

- Al secondo posto troviamo il cubetto appoggiato sulla plastica. Anche la plastica è un conduttore termico ma ha una temperatura inferiore a quella del metallo.



- Il terzo cubetto ad essersi sciolto è stato quello posizionato sul legno. Il legno, infatti, è un isolante, ossia presenta alta resistenza al passaggio del calore ed ha un basso valore di conducibilità termica.

ho potuto notare che il materiale su cui si è sciolto più velocemente è stato l'alluminio con la superficie maggiore.

L'attrito potrebbe essere un fattore considerabile visto che osservando il ghiaccio che si è sciolto prima (quello degli allumini) il ghiaccio ha continuato a muoversi, causando quindi una sorta di creazione di energia e quindi anche di calore.

In realtà, l'ordine dei materiali su cui il ghiaccio si è sciolto è stato diverso: alluminio, vetro, plexiglass, plastica, sughero e legno. Secondo me, questo è avvenuto perché piuttosto avrei dovuto considerare la capacità termica (calore specifico x massa) degli materiali. Anche l'area della superficie di ogni materiale deve aver influenzato il risultato. Nei materiali con una parte superiore più larga, il ghiaccio slittava sulla superficie e così aveva più contatto con lo materiale stesso, invece che con l'acqua sciolta e fredda.



Foto scattata dagli studenti durante la sperimentazione

mi sono chiesto se la grandezza dei materiali potesse variare sul risultato dell'esperimento, ed in caso quanto grandi dovessero essere per egualare l'alluminio.

ISOLANTI E CONDUTTORI

La pandemia del 2020 ha portato con sé molte novità. Una di queste è l'allestimento di termocamere a infrarossi in molti luoghi pubblici al fine di monitorare a distanza la temperatura degli avventori.

CHE COSA TI SERVE

Una termo-camera.

Oggetti di materiali diversi.



Foto di S. Oss

CHE COSA DEVI FARE

Chiedi a un compagno di riprendere la tua mano quando la appoggi sul vetro di una finestra, su una porta di legno, su un armadio metallico e così via.

Osserva le immagini e cerca di capire per quale motivo i colori sono così diversi.

SUGGERIMENTI

La grandezza fisica che permette di stabilire l'attitudine a condurre energia termica è la conducibilità termica, ed è una caratteristica del materiale o della sostanza considerata.

Oggetti dello stesso materiale, però, possono condurre in modo differente a seconda della loro superficie, del loro spessore e della differenza di temperatura.

Esempi

- Il nostro corpo è fatto per minimizzare la conduzione verso l'esterno:
 - o i costituenti dell'epidermide hanno una conducibilità termica bassa e il suo spessore è abbastanza significativo;
 - o la forma del nostro corpo è tale da rendere piccola la nostra superficie;
 - o la differenza di temperatura tra epidermide e ambiente esterno è molto piccola, o lo diventa, grazie al meccanismo di termoregolazione chiamato "scambio in controcorrente".
- L'aria ha un coefficiente di conducibilità termica basso, perciò è un isolante. Se il polistirolo e i piumini d'oca sono ottimi isolanti, lo devono in parte anche alla presenza di aria al loro interno.
- La protezione delle colture con capsule di ghiaccio a 0°C, all'equilibrio liquido-solido, isola frutti e fiori, perché anche il ghiaccio ha una conducibilità termica bassa.
- Il cappotto termico degli edifici è costituito da pannelli di materiale isolante (polistirolo, fibra di vetro, lana di roccia, sughero e fibra di legno) fissati alle pareti esterne.



L'acqua congela, liberando calore latente e in questo modo aumenta la temperatura all'interno della capsula protettiva.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Oss S. e Perini M., "Termografia infrarossa nel laboratorio didattico - Infrared thermography in an undergraduate laboratory", *Giornale di fisica* 2021

RIFLETTI

per casa

Come è fatta una capannina meteorologica?

Quali materiali vengono utilizzati? Perché?

Di che colore è? Perché?

Per quale motivo è provvista lateralmente di fessure?

Per quale motivo è posta a una certa altezza da terra, preferibilmente su terreno erboso?

CHE COSA DEVI FARE

Segui i suggerimenti presentati nel lavoro di Perosino G. C., “Attività didattica intorno alle osservazioni meteorologiche” CREST (To) –2007:

http://www.crestsnc.it/divulgazione/media/osservazioni_meteo.pdf

Sequenza: Nubi e precipitazioni

Domanda stimolo

Per introdurre la sequenza, l'insegnante può proporre un'uscita sul territorio per fotografare nubi.

Domande guida

- Che cosa indica la presenza di queste nubi?
- Si possono misurare le dimensioni di una nuvola?
- Quali sono le grandezze fisiche che caratterizzano una nuvola?
- Che cosa si potrebbe misurare?
- Che cosa annunciano le nubi?
- Di che cosa è fatta una nube?
- Quanta acqua può contenere una nube?
- Perché non cade?
- Come si forma?
- Come si formano le gocce di pioggia?

Attività o esperimenti proposti

- Attività di osservazione – registrazione – discussione.
- Metodi di triangolazione.
 - o La misura di un'altezza.
- A quale altezza si forma una nube? Lettura delle carte meteo.
 - o Stima.
 - o Misura tramite lettura di grafici.
 - o Misura con nefoipsometro.
- Transizioni di fase.
 - o Curve di riscaldamento/ raffreddamento in diverse condizioni.
 - o Misura del calore latente di fusione con calorimetro delle mescolanze.
 - o Misura del calore latente di vaporizzazione dell'acqua.
 - o La pioggia in casa.
 - o Il comportamento del vapore acqueo.
 - La nuvola in bottiglia.
 - Implosione di una lattina.

In viaggio attraverso la fisica

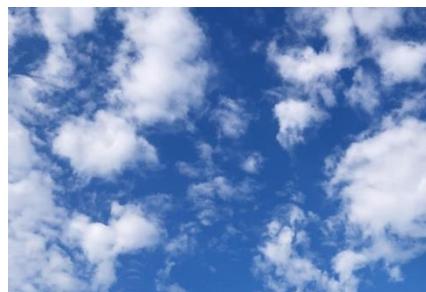
- Formazione di cristalli.
- Che tempo farà.

Le schede con le descrizioni dettagliate, sono riportate di seguito.

OSSERVAZIONE DEL CIELO

Fuori s'estende la terra vuota fino all'orizzonte, s'apre il cielo dove corrono le nuvole. Nella forma che il caso e il vento danno alle nuvole l'uomo è già intento a riconoscere figure: un veliero, una mano, un elefante...

(Italo Calvino, *Le città invisibili*)



RIFLETTI

- *Cielo a pecorelle acqua a catinelle.*
- *Se le nuvole le và vers Verona, ciapa la zapa e laora, se le nuvole le va vers Trent, ciapa la zapa e va al coert.*
- *Co 'l Sas Maór el gà el capèl, mola la falz e ciapa el restèl.*

Sono solo alcuni dei numerosi proverbi della tradizione contadina. Quanto c'è di vero nei proverbi popolari?

CHE COSA DEVI FARE

per casa

Per almeno un mese, osserva il cielo, fotografa le nubi e registra i dati nella tabella.

Data e ora	Tipo di nube	Localizzazione nube	Tempo atmosferico atteso	Tempo atmosferico presente	Conferma o meno di quanto atteso

OSSERVAZIONE DEL CIELO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Data e ora	Tipo di nube	Localizzazione nube	Tempo atmosferico atteso	Tempo atmosferico presente	Conferma o meno di quanto atteso
11/3/22 12:00	nubi fitte grigie → coprenti	alte in cielo che si vede tutto il cielo	pioggia	nuvoloso/coperto	no
9/3/22 15:30	parafoschia a 3 nuvole leggermente	alto	sole	solegnato	sí
14 marzo 12:00	foschia grigio	in alto e sud	nuvoloso	parzialmente nuvoloso	sí
18/3/22 15:00	nuvole coprenti	in alto, tutto il cielo	pioggia	leggera pioggia	no
22/3/22 16:00	nuvole a pecorelle	in alto	sole	solegnato	no
30/3/22 10:00	nuvole scure	basso	pioggia	pioggia	sí
1/4/22 9:00	nuvole spesse	alte	pioggia	pioggia	sí
2/4/22 17:30	nuvole "ovalate" bianche	a est, in basso	pioggia	nuvoloso	No

Se si osservano i dati riportati osservando le nuvole ogni giorno per circa un mese, si nota che:

- solitamente le nuvole alte garantiscono un tempo atmosferico sereno o parzialmente nuvoloso mentre le nuvole basse danno solitamente un tempo piovoso, nuvoloso o addirittura nevoso
- i giorni in cui le nuvole sono assenti sono molto pochi rispetto a quelli dove ci sono
- più le nuvole sono dense più è probabile che vi sia pioggia o neve come tempo atmosferico a causa della loro "caricatura" che le rende più scure di conseguenza
- il tempo può essere sereno se le nuvole sono alte e chiare

Con la testa tra le nuvole

OSSERVAZIONE DEL CIELO

Data e ora	Tipo di nube	Localizzazione nube	Tempo atmosferico atteso	Tempo atmosferico presente	Conferma o meno
4/03 17.05	Nembostrati	bassa	Sereno	poco nuvoloso	Sereno
8/03 12.47	Cumuli humilis	media	Sereno	Sereno	Sereno
12/03 18.00	Strati molto leggeri	media	Sereno	Sereno/poco nuvoloso	Sereno
14/03 7.15	Stratocumulo	bassa	Sereno	Sereno	Conferma
14/03 7.30	stratocumulus floccus	media	nuvoloso	Sereno	Sereno
15/3 13.15	strati	molto bassa	pioggia	nuvoloso	nuvoloso

Alcune osservazioni sono successive all'intervento dell'insegnante.

Le nuvole sono causa di fenomeni meteorologici come pioggia, grandine, neve. Nubi formate a temperature calde sono più leggere di quelle formate a temperature basse e per questo si spostano più facilmente. Nella maggior parte dei casi possiamo stabilire il tempo meteorologico grazie ad esse. Possiamo fare delle previsioni che a sua volta possono essere confermate oppure no. Questo dipende anche da altri fattori "presenti nel cielo". Per esempio il vento. Con delle raffiche di vento, le nuvole si spostano, liberando il cielo.

Esistono vari tipi di nube a seconda della "formazione" e della localizzazione nel cielo. Nuvole basse, infatti, sono portatrici di brutto tempo, mentre, nuvole localizzate ad un'alta quota sono "innocue" ossia non incidono drasticamente sul cambiamento meteorologico. Nella tabella sono riportati alcuni dati raccolti nel periodo tra marzo e aprile. Come possiamo vedere, nella maggior parte dei casi le previsioni attese si sono confermate, mentre, in rare situazioni ci sono stati dei lievi cambiamenti causati da un'eventuale presenza di vento o di quantità d'acqua presente nelle nubi. I dati raccolti, inoltre, sono stati mediamente pochi, in quanto, l'arrivo della primavera, ha portato giornate molto calde e soleggiate

Si è potuto notare che quando il tempo è nuvoloso, con nuvole alte che tendono a coprire tutto il cielo, allora il tempo rimarrà così o diventerà soleggiato

quando invece le nuvole sono più scure e basse, allora ci sarà la pioggia

SUGGERIMENTI

Le nubi sono sempre una diversa dall'altra, ma ci sono ricorrenze che ne consentono la classificazione.

Classificazione delle nubi rispetto al meccanismo fisico della loro formazione

Nubi convettive - cumuliformi

Meccanismo	Sollevamento convettivo d'aria in condizioni di instabilità	- A sviluppo verticale. - Si originano per riscaldamento del suolo da parte del Sole o per raffreddamento degli strati alti: si tratta di fenomeni diurni presenti in giornate di Sole, ma possono anche essere dovuti agli incendi. - Tipiche della primavera e dell'estate.	
Dimensioni orizzontali – diametro	0.1 – 10 km		
Contenuto d'acqua	1 g/m ³		

Nubi stratiformi

Meccanismo	Sollevamento forzato di masse d'aria stabili	- Cielo coperto: strati bassi e uniformi con o senza pioggia.	
Dimensioni orizzontali – diametro	10 ² – 10 ³ km	- Si originano, per esempio, grazie al vento che scorre su una pianura in pendenza o quando l'aria scorre su un fronte caldo con pendenza prossima all'1%.	
Contenuto d'acqua	10 g/m ³		

Nubi orografiche

Meccanismo	Sollevamento meccanico indotto dall'orografia	- A sviluppo verticale. - Si originano per riscaldamento del suolo da parte del Sole o per raffreddamento degli strati alti: si tratta di fenomeni diurni presenti in giornate di Sole. - Tipiche della primavera e dell'estate.	
Dimensioni orizzontali – diametro	Molto varie		
Contenuto d'acqua	10 g/m ³		

Classificazione delle nubi rispetto alla temperatura (quindi alla struttura microfisica)

Si chiamano nubi fredde quelle che, anche parzialmente, si trovano a una temperatura inferiore a 0°C: possono essere costituite anche da cristalli di ghiaccio. Si chiamano calde le nubi che si trovano a una temperatura superiore a 0°C.

OSSERVAZIONE DEL CIELO

Classificazione delle nubi rispetto alla morfologia (Organizzazione Meteorologica Mondiale)

Storicamente è stata la prima forma di classificazione: eredita nomi che sono poi stati adattati nel seguito.

Tutte le forme di condensazione del vapore acqueo sono contenute entro la tropopausa, quindi entro gli 11 chilometri (spessore medio). La classificazione si basa su forma e quota.

- Forma: strati interrotti, strati non interrotti, nubi individuali.
- Quota: basse, media, alte.

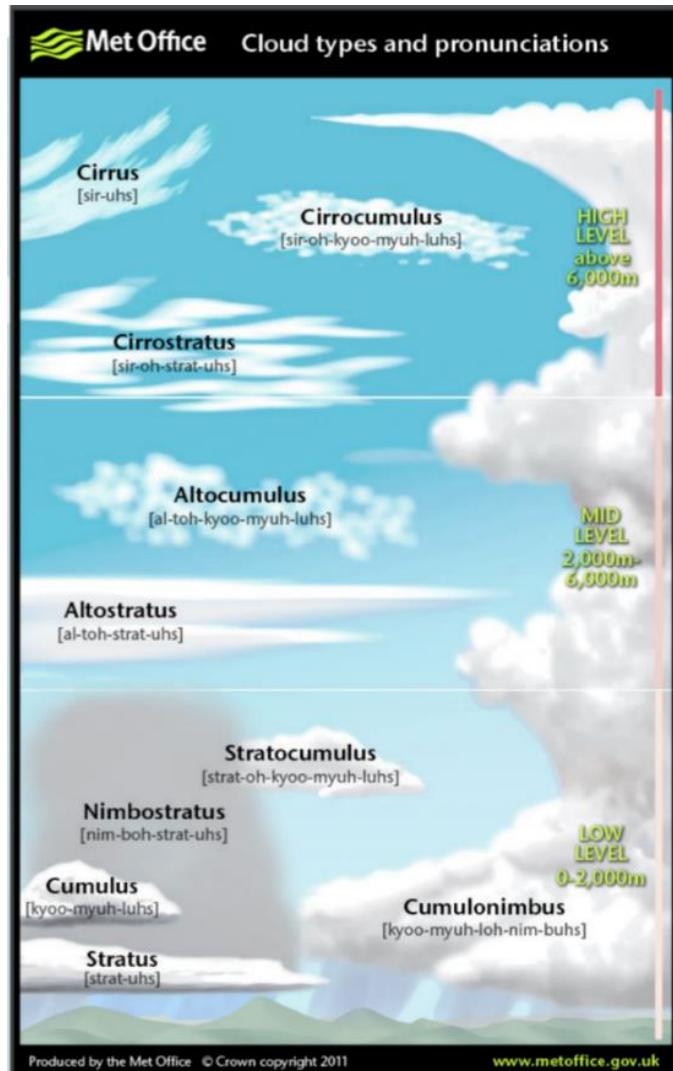


Immagine da Met Office

Qui il video esplicativo: <https://www.youtube.com/watch?v=JaAz3lp8Keg&t=6s>

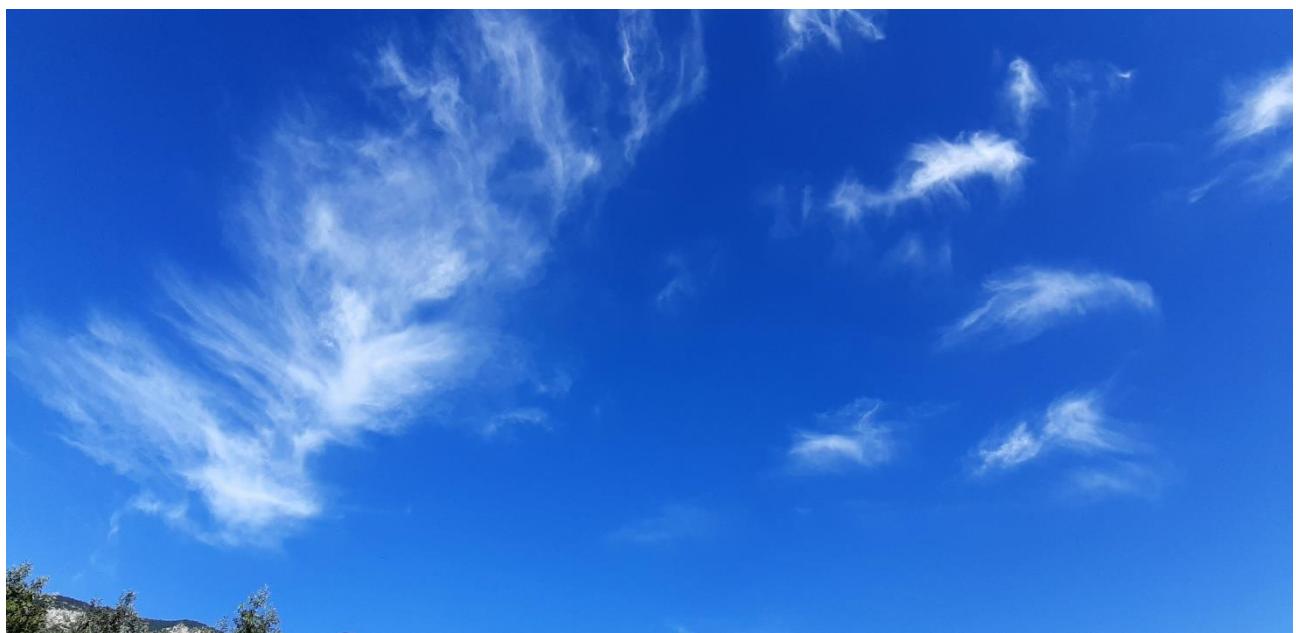
Alle pagine seguenti si riportano le foto di alcune nubi.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

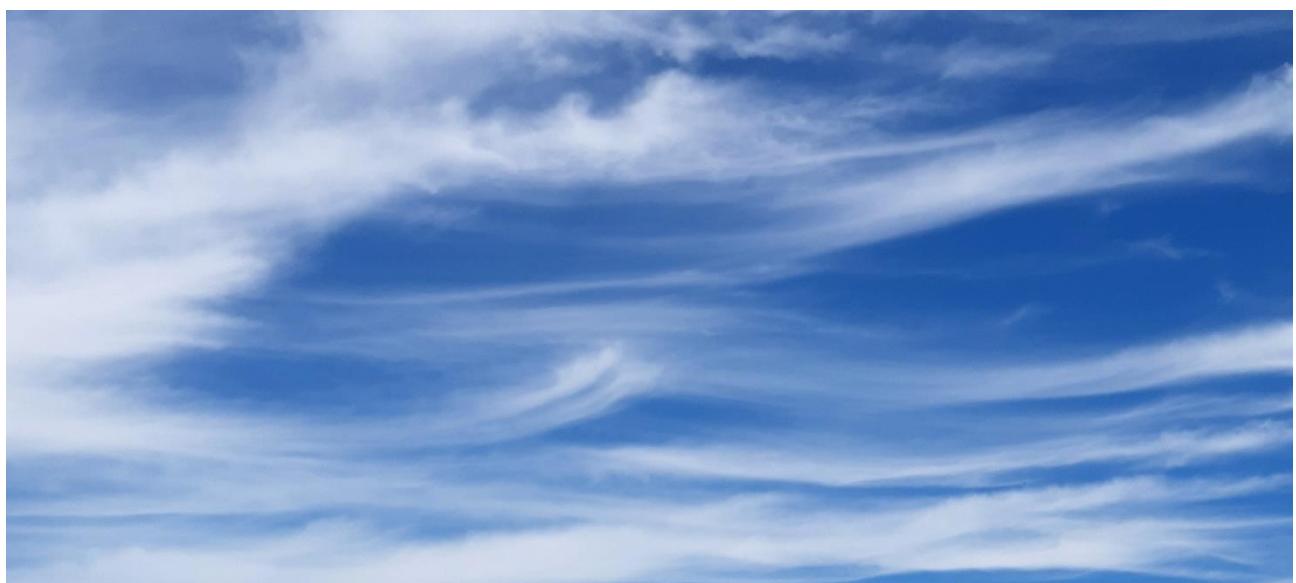
Metoffice, <https://www.metoffice.gov.uk/weather/learn-about/weather>

In viaggio attraverso la fisica

OSSERVAZIONE DEL CIELO



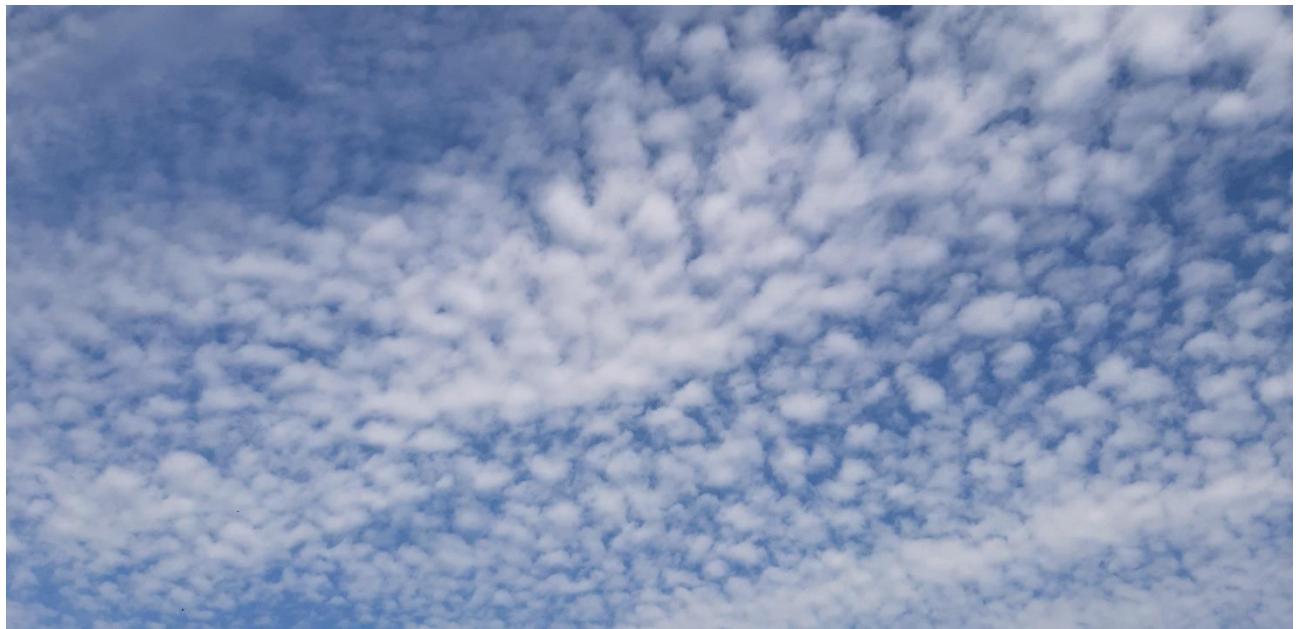
Cirrus



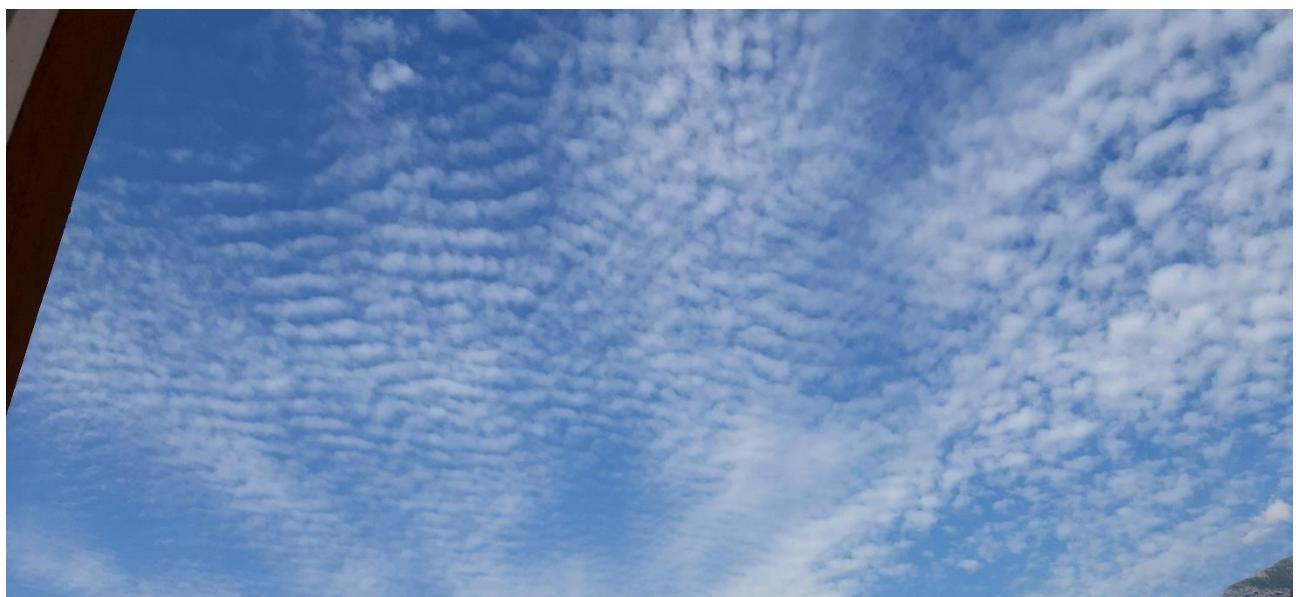
Cirrus

Con la testa tra le nuvole

OSSERVAZIONE DEL CIELO



Cirrocumulus



Cirrocumulus stratiformis

In viaggio attraverso la fisica

OSSERVAZIONE DEL CIELO



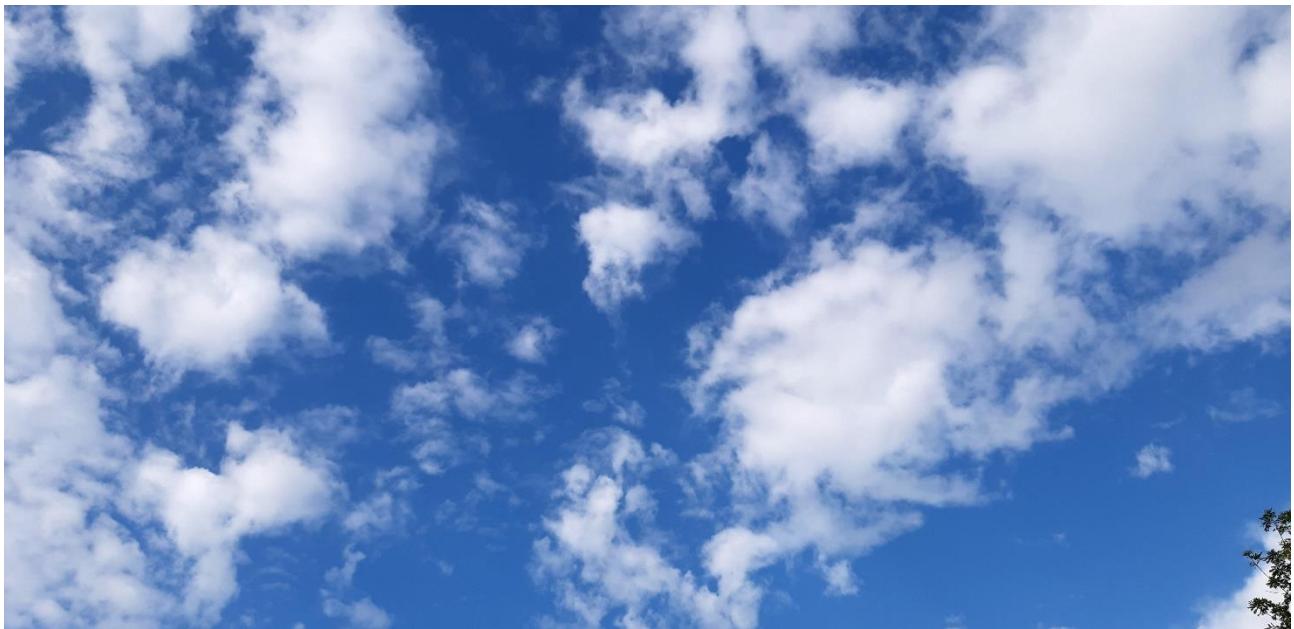
Stratus



Cumulus

Con la testa tra le nuvole

OSSERVAZIONE DEL CIELO



Altocumulus



Cumulus mammatus

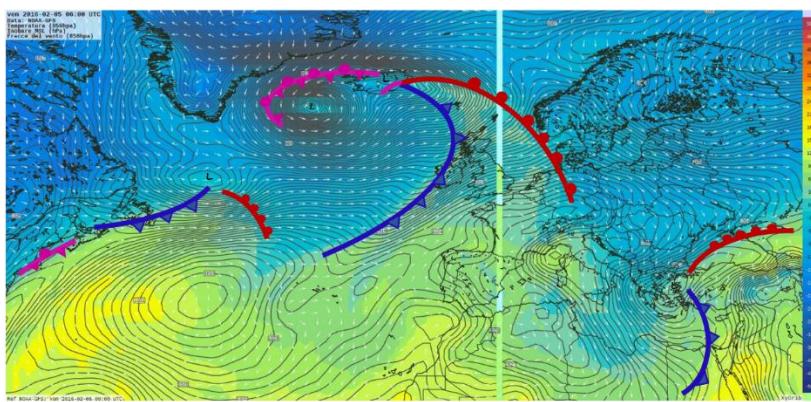
Nota per l'insegnante: fronti

Molte nubi si sviluppano in presenza di fronti, strati relativamente sottili di discontinuità tra grandi masse di aria calda e di aria fredda (dell'ordine dei 100 km).

Due video esplicativi e un video-esperimento (dal sito metoffice.gov.uk):

- What are weather fronts and how do they affect our weather?
<https://www.youtube.com/watch?v=dwIQds-4I7I&t=191s>
- What are weather fronts? <https://www.youtube.com/watch?v=G7Ewqm0YHUI>
- Weather fronts explained, <https://www.youtube.com/watch?v=naarbGHoAGU>

Nelle carte meteorologiche i fronti sono indicati con linee curve lungo le quali sono rappresentati piccoli triangoli, nel caso del fronte freddo, o piccoli semicerchi, nel caso del fronte caldo.



Mappa creata con XyGrib

Il passaggio di un fronte comporta una serie di cambiamenti atmosferici, diversi, a seconda del tipo di fronte.

LA MISURA DELL'ALTEZZA

Un aereo vola sopra le nuvole.

Qual è l'altezza massima alla quale si formano le nuvole?



RIFLETTI

Tutte le forme di condensazione del vapore acqueo sono contenute entro la tropopausa, quindi entro 11 km (spessore medio). Oltre questa quota non si trovano nubi.

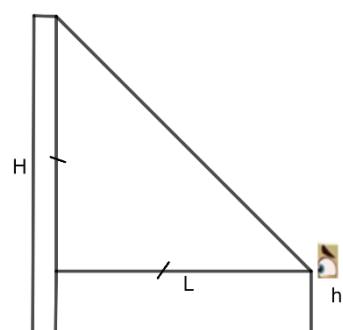
Come si può misurare l'altezza di un albero, di una montagna o di un edificio, quando non è possibile eseguire una misura diretta?

CHE COSA TI SERVE

- Foglio di carta.
- Nastro adesivo.
- Squadra a 45°.
- Metro a nastro (risoluzione 1 mm, portata 5 m).

CHE COSA DEVI FARE

- Arrotola il foglio di carta e fissalo alla squadra con il nastro adesivo.
- Misura l'altezza H di una porta o l'altezza da terra di una finestra della scuola (in questo caso, calando la corda metrica dalla finestra fino a terra).
- Posiziona l'apparato in modo tale da vedere la parte superiore della porta o della finestra attraverso il tubicino di carta.
- Misura la distanza dell'occhio da terra (h) e dalla porta/edificio (L).
- Calcola il valore della misura indiretta di H .
- Confronta i valori ottenuti con la misura diretta e con la misura indiretta.
- Usa questo apparato per misurare l'altezza di un albero o altro.



LA MISURA DELL'ALTEZZA

SUGGERIMENTI

Nella troposfera si verificano i principali fenomeni meteorologici.

In questa zona, all'aumentare della quota, la temperatura diminuisce linearmente.

Anche pressione e densità diminuiscono con la quota; pertanto, la troposfera contiene circa l'80% della massa dell'atmosfera e quasi tutto il vapore acqueo.

La diminuzione di temperatura avviene fino a una certa quota, che dipende dal contenuto di vapore acqueo: in questo strato di atmosfera, chiamato tropopausa, la temperatura rimane costante e il vapore acqueo non condensa più. Essa rappresenta l'altezza massima, oltre la quale non si formano nubi.

Solo le eruzioni vulcaniche sono in grado di disperdere polveri al di sopra della tropopausa, nella stratosfera, determinando così una diminuzione della trasparenza dell'atmosfera.

Nella stratosfera la temperatura aumenta all'aumentare della quota. Si tratta di una zona caratterizzata da forti inversioni termiche, con correnti orizzontali intense, ma moti verticali inibiti. Ciò determina stabilità degli strati atmosferici.

L'esperimento

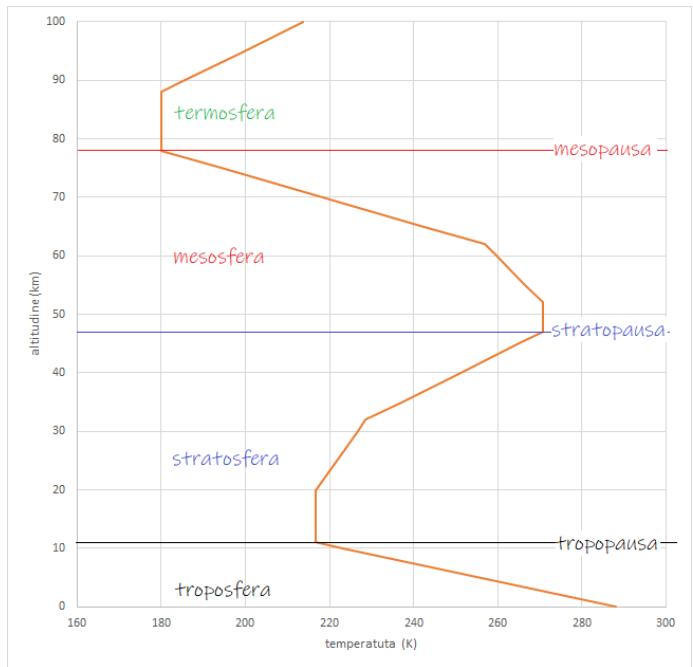
Le misure di triangolazione si possono effettuare anche mediante altri metodi. L'utilizzo del triangolo rettangolo isoscele permette di semplificare i calcoli e rende l'esperimento di facile e veloce esecuzione.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Misure di triangolazione con triangoli simili a cura di E. Antolini,

<https://fisicaperlaScuola.wordpress.com/2016/10/03/triangolazione-con-triangoli-simili/>

Triangolazione a cura di P. Fuganti, <https://fisicaperlaScuola.wordpress.com/2016/10/03/triangolazione/>



Con la testa tra le nuvole

L'ALTEZZA DI UNA NUBE

La foto ritrae *L'uomo che misura le nuvole*, dell'artista belga contemporaneo di fama mondiale Jan Fabre. Si possono misurare le dimensioni di una nuvola?



Jan Fabre, CC BY 4.0, via Wikimedia Commons

RIFLETTI

per casa

Che cosa intendiamo per dimensioni?

Quali grandezze, relative alla nuvola, ritieni si possano misurare?

Come puoi stimare a quale altezza si trova la base di una nube?

L'ALTEZZA DI UNA NUBE

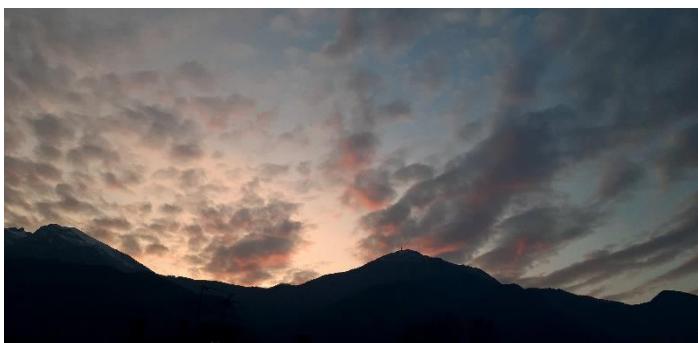
SUGGERIMENTI

Con altezza di una nube si intende l'altezza della base di una nube, sopra il livello del suolo. Per stimarla, si può

- riconoscere il tipo di nube;
- considerare che la base della nube sarà più scura, così come saranno scure le nubi di grandi dimensioni: la luce proveniente dal Sole penetra nella nube lateralmente o dall'alto e viene assorbita e riflessa da tutte le goccioline di acqua e ghiaccio che incontra lungo il suo cammino.



- ricordare che all'alba le nubi più alte si “colorano” prima, viceversa al tramonto si notano di più le nubi basse;



- cercare riferimenti artificiali (grattacieli) o naturali (colline, montagne).

L'altezza di uno strato viene definita dall'O.M.M. come quella della parte più bassa della base della nube. Convenzionalmente viene espressa in “piedi sopra il livello del suolo” e non “sopra il livello del mare”. Deve essere sempre arrotondata ai più vicini 100 piedi (30 m), se compresa tra 0 e 5000 piedi; ai più vicini 500 piedi, se compresa tra 5000 e 10000 piedi; ai 1000 piedi, per altezze superiori ai 10000 piedi.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Il colore delle nubi, <https://www.weather.gov/jetstream/color>

L'ALTEZZA DI UNA NUBE – LETTURA DI GRAFICI

Misura tramite lettura di grafici (a discrezione dell'insegnante)

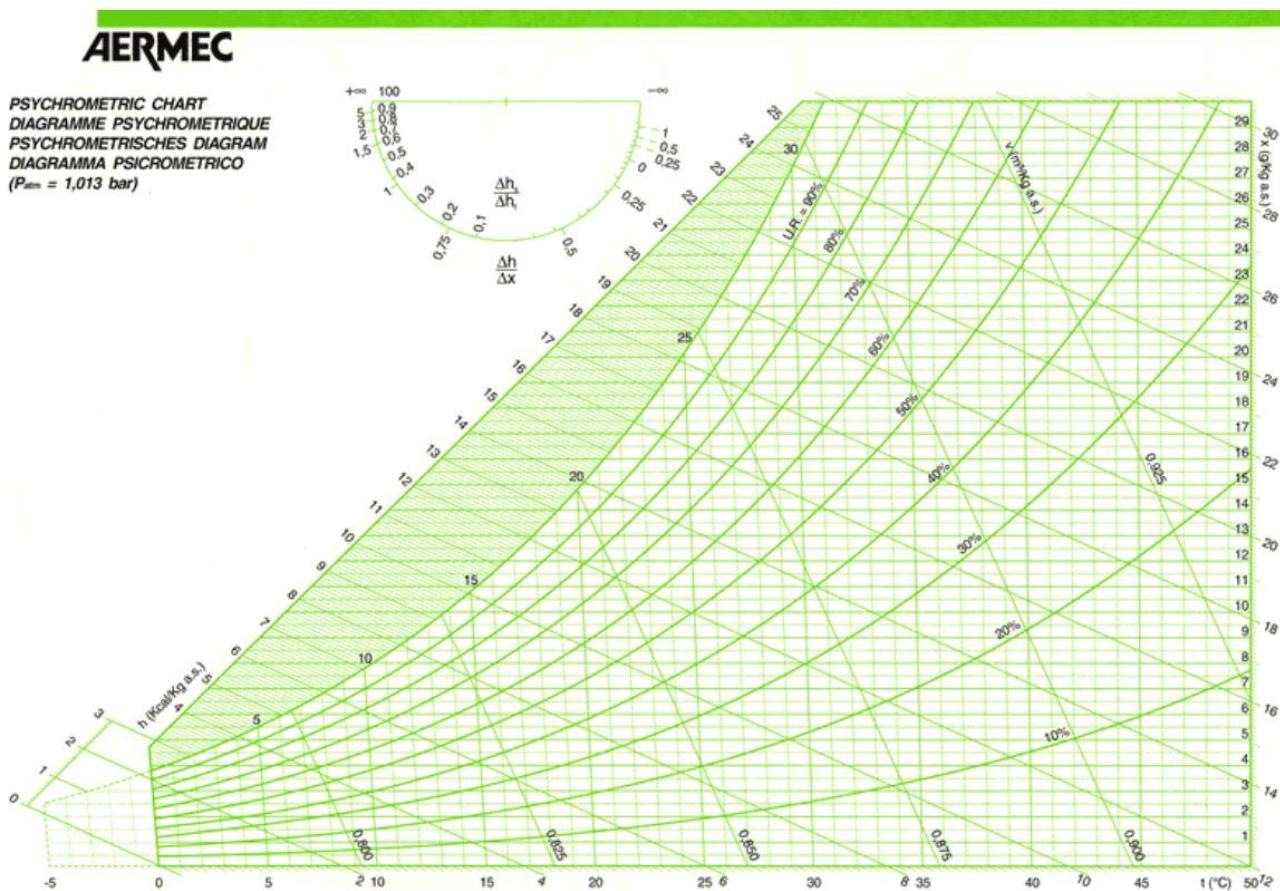
CHE COSA TI SERVE

- Psicrometro.
- Diagramma psicrometrico.

CHE COSA DEVI FARE

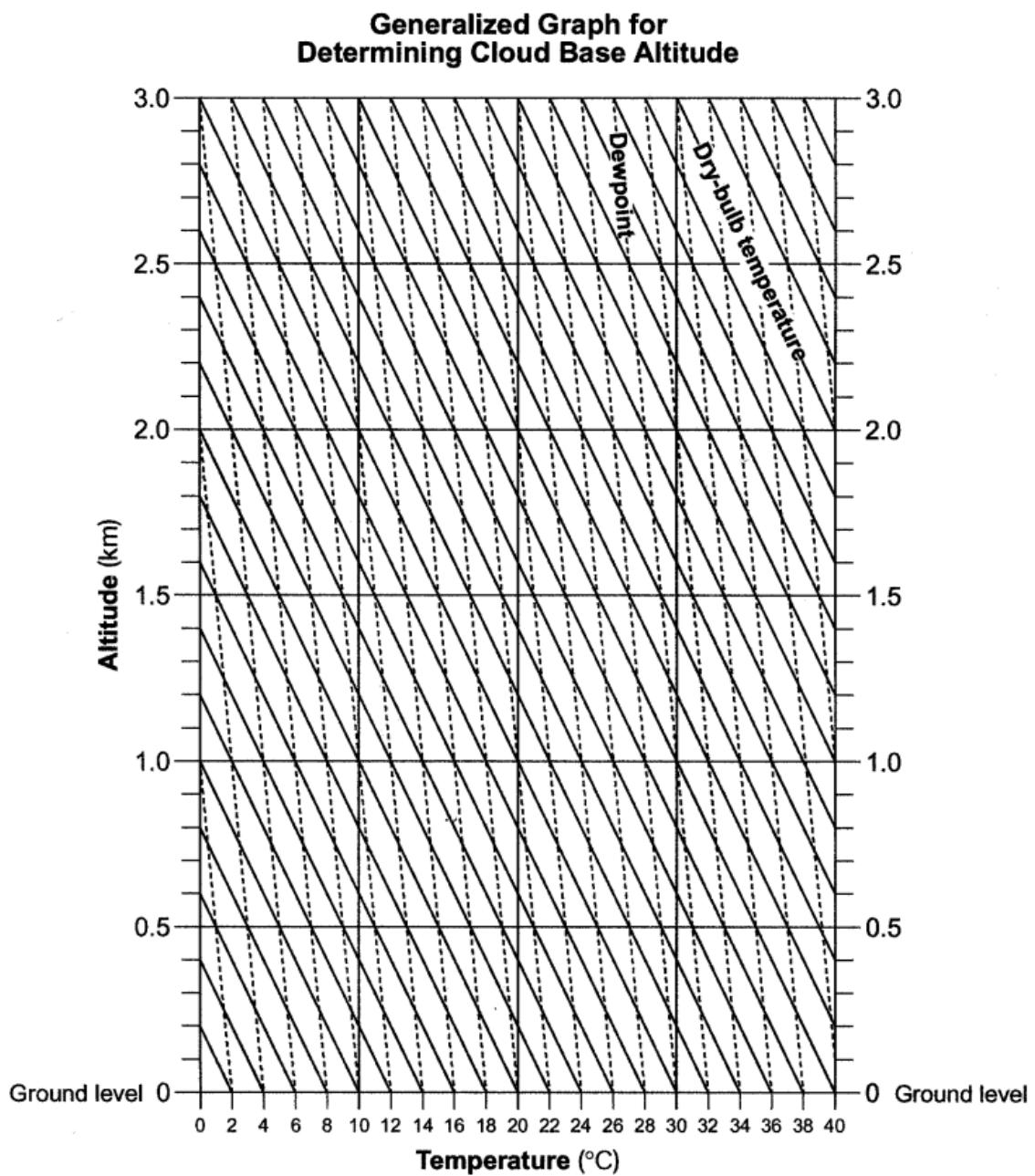
Con uno psicrometro si misurano la temperatura ambiente T_a e la temperatura di bulbo bagnato T_{wb}

Si determina quindi l'umidità relativa, grazie al diagramma psicrometrico.



Utilizzando poi il seguente grafico, si intersecano la linea continua relativa alla temperatura ambiente e la linea tratteggiata relativa alla temperatura di rugiada, quindi si risale alla quota della base della nube:

L'ALTEZZA DI UNA NUBE – LETTURA DI GRAFICI



Fonte: <http://stevekluge.com/geoscience/regentses/labs/cloudbasechart.pdf>

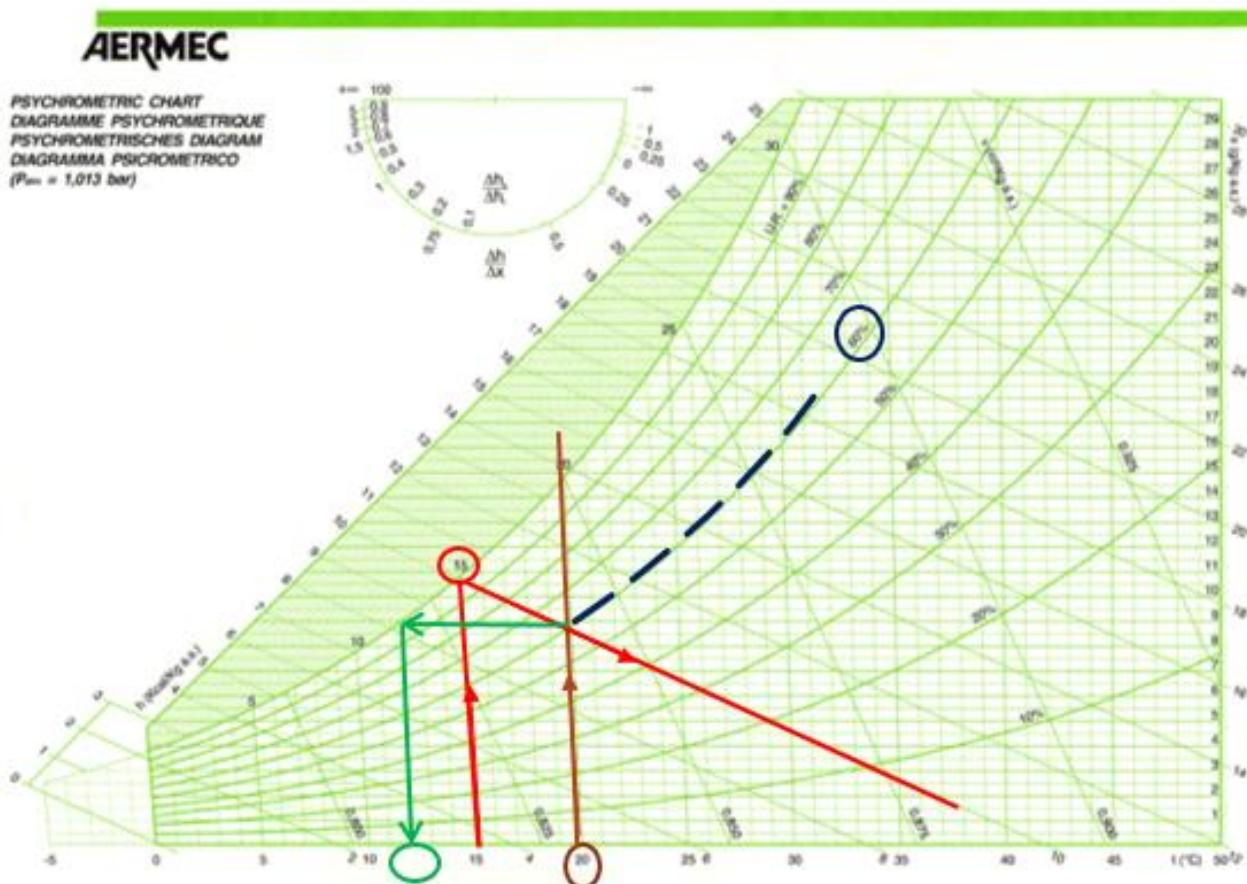
SUGGERIMENTI

L'attività è facoltativa.

Nelle condizioni riscontrabili comunemente in atmosfera, l'aria e il vapor saturo conservano un comportamento ideale.

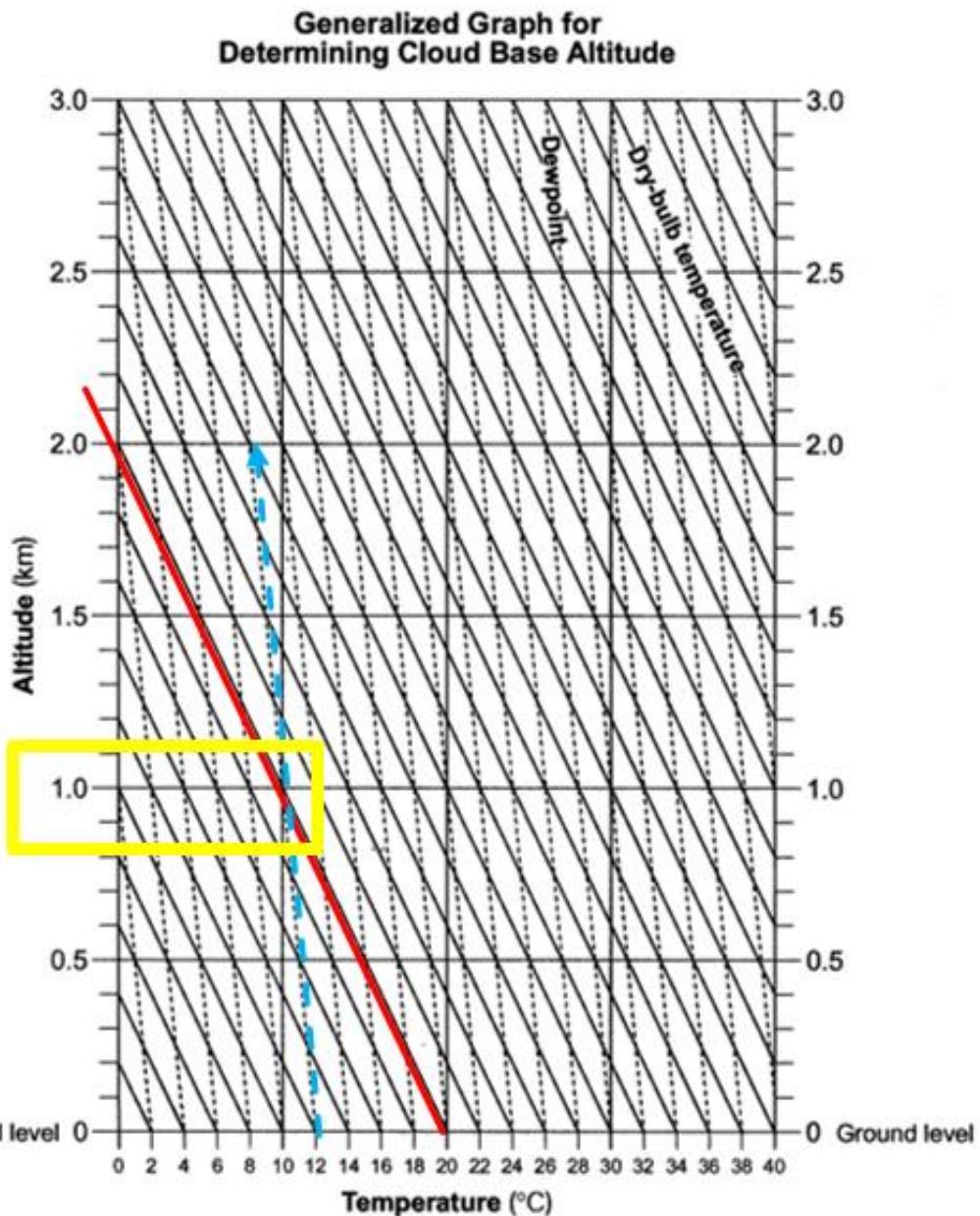
Un esempio

Supponendo che la temperatura ambiente sia $T_a = 20^\circ\text{C}$ e la temperatura di bulbo bagnato sia $T_{wb} = 15^\circ\text{C}$, seguendo le linee colorate (rispettivamente marrone e rossa), nel verso indicato dalle frecce, si ricava il valore dell'umidità relativa (curva blu tratteggiata, 60%), che permette, seguendo la linea verde, di ricavare la temperatura di rugiada $T_{dew} = 12^\circ\text{C}$.



L'ALTEZZA DI UNA NUBE – LETTURA DI GRAFICI

Utilizzando i valori della temperatura ambiente e della temperatura di rugiada, nel seguente diagramma, e seguendo rispettivamente le linee rossa e azzurra:



si determina l'altezza della base della nube $H = 1 \text{ km}$.

Nota per l'insegnante: il nefoipsometro

Il nefoipsometro è uno strumento che permette di misurare l'altezza della base, lo spessore e l'altezza di una nube.

Il nefoipsometro a tamburo ottico misura l'altezza delle nuvole mediante metodi di triangolazione: è costituito

da un proiettore rotante che emette un intenso fascio di luce verso l'alto con un angolo che varia con la rotazione, e da un rivelatore, a distanza fissa dal proiettore, che rileva l'angolo con il quale la luce viene riflessa verso il basso.



Courtesy: U.S. Department of Energy's Atmospheric Radiation Measurement Program.

Il nefoipsometro laser è costituito da un laser che emette impulsi in verticale e da un sensore che misura l'intensità della radiazione retro-diffusa da nebbia, pioggia e nuvole. Misurando l'intervallo di tempo tra l'emissione dell'impulso e la rilevazione dell'intensità della radiazione retro-diffusa calcola l'altezza della base delle nubi.



Jk047, Public domain, via Wikimedia Commons

RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO

Al mare e al lago spira una piacevole brezza che ci rinfresca nelle calde giornate d'estate



RIFLETTI

A che cos'è dovuta la presenza della brezza?

Di giorno la brezza di mare soffia verso la terraferma, mentre di notte la brezza di terra soffia nel verso opposto: perché?

Un calorimetro casalingo

CHE COSA TI SERVE

- Un bicchiere di polistirolo.
- Un pezzo di pannello di polistirolo (di spessore 1 cm circa)
- Un taglierino.
- Una matita.
- Acqua calda e acqua fredda.
- Un termometro.

CHE COSA DEVI FARE

- Capovolgi il bicchiere sul pannello e disegnane la sagoma con la matita.
- Facendo attenzione, usa il taglierino per fare un'incisione inclinata verso l'interno, lungo il cerchio appena individuato. In questo modo otterrai un coperchio a tronco di cono che si incastra perfettamente nel bicchiere consentendone la chiusura ermetica.
- Utilizza la matita o un bastoncino, per praticare un foro al centro del coperchio, dove inserirai il termometro.
- Prendi 100 g di acqua fredda, misurane la temperatura, e versala nel calorimetro.
- Prepara 100 g di acqua calda, misurane la temperatura, e versala nel calorimetro.
- Tappa il calorimetro, agitalo e misura la temperatura raggiunta.



RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO – UN CALORIMETRO CASALINGO

LA PAROLA AGLI STUDENTI

Sicuramente ci sono stati degli errori nella misurazione della massa dell'acqua e nella sua temperatura. Inoltre non c'è molta differenza tra $41.7 \pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $37.3 \pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Comunque grazie a quest'esperimento abbiamo dimostrato che il calore sembra disperdersi molto velocemente, anche se mantenuto in un calorimetro. La mia ipotesi è che l'acqua più calda si condensi sul tappo, come ho potuto notare, diminuendo quindi la quantità dell'acqua a $62.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ rispetto a quella più fredda.

Le osservazioni degli studenti possono evidenziare misconcezioni relative a temperatura e calore:
«il calore sembra disperdersi»
«ha perso un po' di calore»
«le molecole più calde si spostano su»



Foto scattata dagli studenti durante la sperimentazione

Dopo aver condotto l'esperimento, abbiamo osservato che la temperatura finale è in realtà minore della media ($37.4\text{ }^{\circ}\text{C}$). Secondo me, questo è avvenuto per due motivi: l'acqua calda ha perso un po' di calore mentre ci preparavamo per mescolarla con quella a temperatura ambiente, ma soprattutto perché le molecole più calde si spostano su mentre quelle più fredde si muovono verso il basso, quindi la punta del calorimetro ha misurato effettivamente l'acqua più fredda!

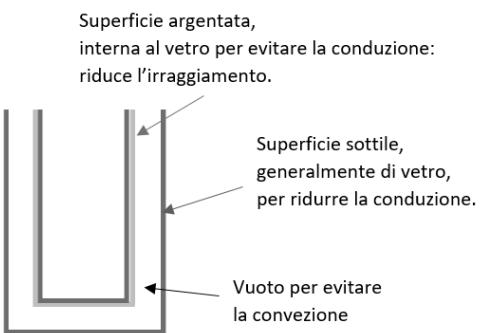
Notiamo quindi la differenza e ipotizzo che essa sia data dal fatto che il termometro aveva un'incertezza di $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e anche dal fatto che l'aria calda potesse uscire dal calorimetro poiché esso non era chiuso ermeticamente ci siamo domandate inoltre se fosse l'acqua calda ad alzare la temperatura dell'acqua a temperatura ambiente o fosse quest'ultima a condizionare la temperatura finale abbassandola.

Secondo me la temperatura è più bassa della media perché le molecole più calde dell'acqua sono evaporate. Ma anche perché l'acqua fredda assorbe più calore e quindi ci vuole acqua ancora più calda per scaldarla.

RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO – UN CALORIMETRO CASALINGO

SUGGERIMENTI

Per misurare l'energia termica in transito tra due sostanze a temperatura diversa, si deve evitare la presenza di scambi con l'ambiente: per questo motivo si usano i calorimetri. Il calorimetro è una thermos in grado di minimizzare la propagazione dell'energia termica:



Sezione della parete di un calorimetro

I bicchierini suggeriti sono reperibili a prezzi contenuti (100 bicchieri costano circa 6 €) e funzionano abbastanza bene come calorimetri artigianali. In alternativa, si possono usare piccole vaschette per il gelato.

Eseguendo questi esperimenti è importante ricordare sempre che

- quando si misura la temperatura si deve continuare ad agitare il liquido per evitare stratificazioni. Nel caso del calorimetro artigianale, è sufficiente mescolare agitando il bicchierino con la mano;
- il sistema non è perfettamente isolato.

L'equivalente in acqua del calorimetro è la massa d'acqua in grado di scambiare una quantità di energia termica pari a quella che viene scambiata dal calorimetro, o meglio dalla parte immersa del termometro e dalla parte interna del recipiente.



In questa prima fase, si può semplicemente mostrare agli studenti che mescolando due uguali masse d'acqua a temperature diverse, e non tenendo conto dell'equivalente in acqua del calorimetro, si raggiunge una temperatura di equilibrio termico minore di quella attesa.

Non è necessario utilizzare alcuna formula, per ora: i ragazzi intuitivamente si aspetteranno come temperatura finale, il valor medio delle temperature. E con loro sorpresa, vedranno che non è così.

L'insegnante potrà misurare preventivamente l'equivalente in acqua e utilizzarlo negli esperimenti seguenti.

Ricordiamo che per misurare l'equivalente in acqua del calorimetro è sufficiente misurare le seguenti grandezze:

m_f : massa dell'acqua fredda

RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO – UN CALORIMETRO CASALINGO

T_f : temperatura dell'acqua fredda

m_c : massa dell'acqua calda

T_c : temperatura dell'acqua calda

T_e : temperatura finale (di equilibrio)



L'equivalente in acqua è un valore sempre positivo e, anche utilizzando uno stesso calorimetro, varia ad ogni esperimento, perché dipende dalle temperature iniziali delle sostanze inserite e dalle loro masse.

E verificare che le due espressioni:

$$m_c c_{acqua} (T_c - T_e)$$

e

$$m_f c_{acqua} (T_e - T_f)$$

Forniscono risultati diversi, contrariamente a quanto ci si aspetta.

Si corregge quindi la relazione dell'equilibrio termico, aggiungendo la massa equivalente in acqua del calorimetro, e ricavandone il valore:

$$m_c c_{acqua} (T_c - T_e) = (m_f + m_{equiv}) c_{acqua} (T_e - T_f)$$

$$m_{equiv} = \frac{m_c c_{acqua} (T_c - T_e) - m_f c_{acqua} (T_e - T_f)}{T_e - T_f}$$

RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO

Tempo di riscaldamento

CHE COSA TI SERVE

- Un calorimetro casalingo.
- Un termometro ($0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$), preferibilmente a sonda.
- Una bilancia (0.1 g).
- Una resistenza, un alimentatore stabilizzato e cavi di collegamento.
- Possibilmente guaina isolante termo-restringente.

CHE COSA DEVI FARE

- Fissa la resistenza nel coperchio del calorimetro e, se possibile, isolala con la guaina termo-restringente.
- Tappa il calorimetro, mettilo sulla bilancia e tara a 0 g .
- Versa nel calorimetro 100 g di acqua, e chiudilo.
- Infila il termometro nel foro e misura la temperatura iniziale.
- Collega la resistenza all'alimentatore e accendilo, impostando una tensione e una corrente fissata: questi valori rimarranno costanti durante l'esperimento. In questo modo la potenza erogata sarà costante.
- Continuando ad agitare il bicchierino, così da mescolare l'acqua al suo interno, misura la temperatura ogni 30 secondi e registra i dati raccolti.



RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO – TEMPO DI RISCALDAMENTO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

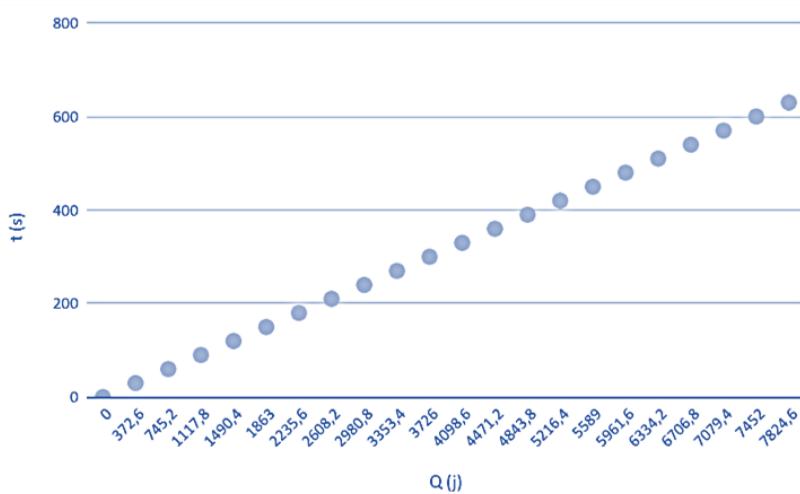
All'iamo fornito calore all'acqua in maniera costante e ne abbiamo misurato la temperatura ogni minuto. Successivamente all'iamo disegnato un grafico con i dati del tempo in relazione a quelli della temperatura. Il grafico ci mostra chiaramente che nonostante il calore sia stato fornito in modo costante, la temperatura non aumenta in maniera regolare.

Le osservazioni degli studenti possono evidenziare misconcezioni relative a temperatura e calore, per esempio «il calore è stato fornito».

- L'andamento T è a grandi linee lineare ma in alcuni momenti la temperatura si stabilizza oppure avrà dei picchi di aumento.
- Questo puo' essere dovuto a diversi fattori: potremmo aver sbagliato a mescolare o il termometro potrebbe aver toccato il fondo del calorimetro.

Osservando anche i dati degli altri gruppi, i quali avevano utilizzato una massa d'acqua inferiore, si deduce che, a parità di resistenza, più la massa d'acqua aumenta, più tempo il calore dell'elettricità ci impiega per riscaldarla. Questo perché bisogna scaldare più materia, dunque bisogna impiegare più energia per aumentare la sua temperatura.

Durante l'esperimento mi è sorta una domanda: Se la corrente aumenta, l'acqua si scalda più velocemente?



Anche gli altri gruppi hanno ottenuto un grafico che mostrava una proporzionalità diretta, questo significa che al variare della massa dell'acqua iniziale la proporzionalità tra la temperatura e il tempo è sempre costante e invariata. Ma più la massa è grande più tempo ci metterà a scaldarsi e quindi la linea rappresentata dal grafico sarà comunque lineare ma meno pendente e per ottenere la stessa temperatura finale, con una massa maggiore, ci vorrà più tempo.

RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO – TEMPO DI RISCALDAMENTO

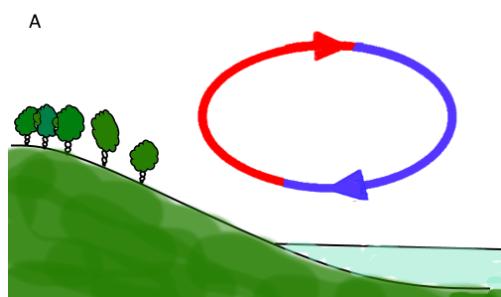
SUGGERIMENTI

In realtà il calore specifico varia lentamente con la temperatura, ma, per alcune sostanze e all'interno di determinati intervalli di temperatura, è quasi costante. Il valore del calore specifico dell'acqua è mediamente di $4186 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ o, equivalentemente, $4186 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$ o $1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^{\circ}\text{C}}$. Considerando le incertezze sperimentali, in questo esperimento possiamo assumere questo valore.

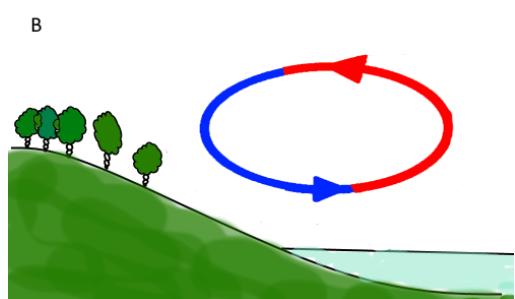
Brezze di mare e di terra

Il calore specifico dell'acqua è maggiore di quello del suolo; pertanto, a parità di energia termica fornita, il suolo si riscalda e si raffredda maggiormente e molto più velocemente dell'acqua.

Di giorno (Figura A), la costa si riscalda maggiormente e più rapidamente del mare; l'aria a contatto con il suolo si riscalda per conduzione e convezione e la pressione atmosferica diminuisce. L'aria che si trova sopra la superficie dell'acqua si trova a una temperatura inferiore e a una pressione maggiore; pertanto, tenderà a spostarsi verso la costa originando la brezza di mare.



La sera la situazione si inverte. L'aria che si trova sulla superficie dell'acqua ha una temperatura maggiore rispetto a quella a contatto con il suolo, perché il processo di raffreddamento del suolo è più veloce di quello dell'acqua. Di conseguenza si origina un flusso di aria che va dalla costa verso il mare ed è chiamato brezza di terra (Figura B).



RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO – TEMPO DI RISCALDAMENTO

L'esperimento

Se l'esperimento viene eseguito a gruppi, si consiglia di fornire a ciascun gruppo una massa diversa di acqua. Ciò permetterà di avere molti più dati utili per ricavare la legge fondamentale della calorimetria: $Q = mc\Delta T$



Si ricordi che nella legge fondamentale della calorimetria la temperatura deve essere espressa in Kelvin, a meno che non si lavori con differenze di temperatura: in tal caso, infatti, i valori espressi in Kelvin sono uguali a quelli espressi in gradi Celsius.

Si riportano di seguito i dati raccolti impostando una tensione di 30.6 V e una corrente di 0.615 A.

Nel nostro esempio, l'equivalente in acqua del calorimetro è pari a 4 g, la massa da considerare sarà pertanto pari a 104 g.

Si considerino le incertezze assolute seguenti:

- incertezza sulla massa: ± 0.2 g
- incertezza sul tempo, tiene conto anche del tempo di reazione necessario per la doppia lettura (termometro, cronometro): ± 0.2 s
- temperatura: ± 0.1 °C

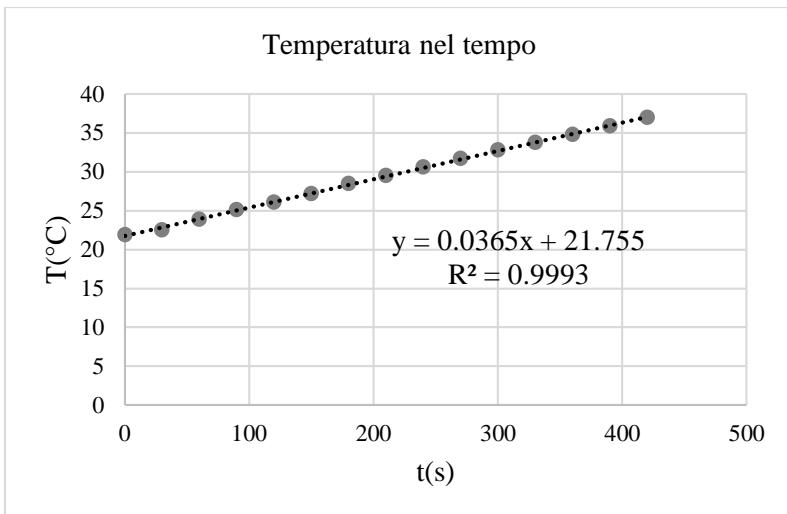
t(s)	T(°C)
0	21.9
30	22.5
60	23.9
90	25.1
120	26.1
150	27.2
180	28.5
210	29.5
240	30.6
270	31.7
300	32.8
330	33.8
360	34.8
390	35.9
420	37.0

La prima cosa che si può osservare è che esiste una relazione di tipo lineare tra il tempo e la temperatura:



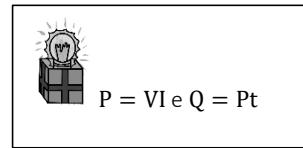
Per semplicità di lettura, qui non viene riportato il calcolo delle incertezze.

RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO – TEMPO DI RISCALDAMENTO



e, poiché la tensione e la corrente fornite sono costanti, ciò significa che c'è una relazione lineare tra l'energia fornita e la temperatura.

L'insegnante potrà dire alla classe che la potenza fornita è data dal prodotto tra la tensione e l'intensità di corrente e, dal momento che la potenza è l'energia fornita nel tempo, per determinare l'energia fornita Q si dovrà moltiplicare la potenza per il tempo.



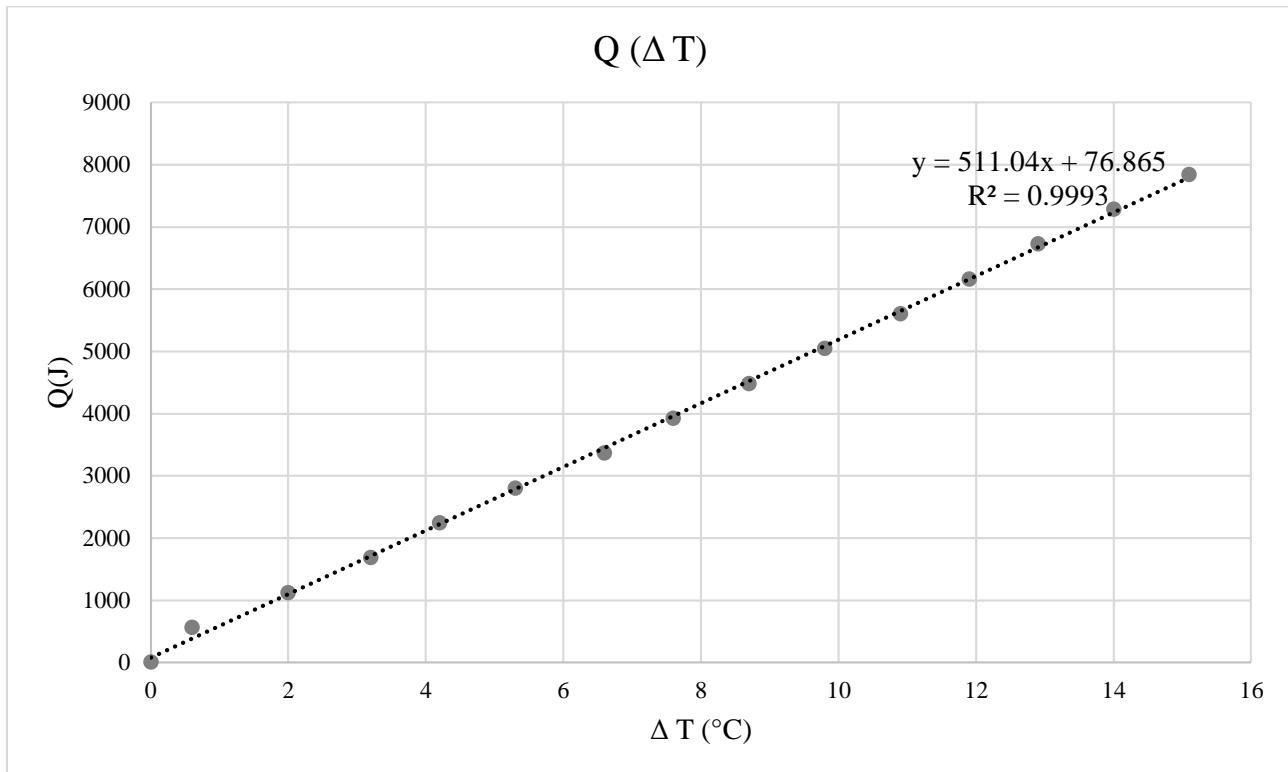
Si può quindi procedere alla ricerca di una relazione che leggi l'energia fornita alla variazione di temperatura ottenuta.

A tal fine si compilino le tabelle (facendo attenzione alle cifre significative):

t (s)	$Q=t \cdot P (J)$	T (°C)	ΔT (°C)	$\Delta T \cdot m$ (°C·kg)
0	0	21,9	0	0
30	560	22,5	0,6	0,1
60	1100	23,9	2,0	0,21
90	1700	25,1	3,2	0,33
120	2200	26,1	4,2	0,44
150	2800	27,2	5,3	0,55
180	3400	28,5	6,6	0,69
210	3900	29,5	7,6	0,79
240	4500	30,6	8,7	0,90
270	5000	31,7	9,8	1,0
300	5600	32,8	10,9	1,13
330	6200	33,8	11,9	1,24
360	6700	34,8	12,9	1,34
		35,9	14,0	1,46
		37,0	15,1	1,57

RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO

RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO – TEMPO DI RISCALDAMENTO



Confrontando i coefficienti angolari k ottenuti per masse diverse, si noterà che sussiste una relazione di proporzionalità diretta tra quest'ultimi e la massa.



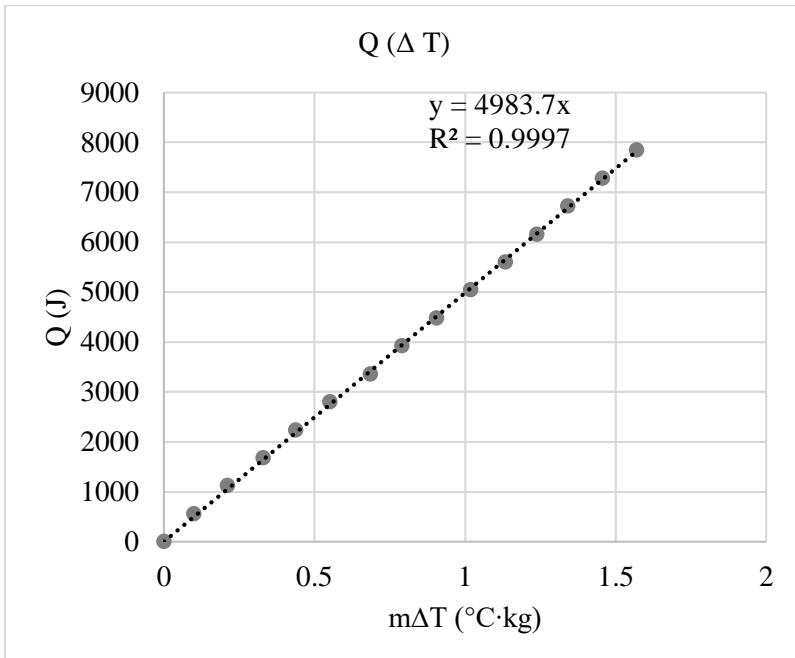
È possibile ripetere l'esperimento utilizzando liquidi diversi, per vedere come cambia il coefficiente angolare della retta.

$m (\text{kg})$	$k (\text{J}/{}^\circ \text{C})$

Detta c la costante di proporzionalità tra k e m : $Q = k\Delta T = cm\Delta T$.

Si può verificare che esiste una relazione di proporzionalità diretta tra Q e $m \Delta T$:

RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO – TEMPO DI RISCALDAMENTO



il coefficiente angolare della retta interpolante è uguale, entro le incertezze, al calore specifico dell'acqua.

In questo esempio il valore è sovrastimato: ciò è probabilmente dovuto al fatto che la massa equivalente considerata è sottostimata. Ci sono infatti delle perdite, perché il bicchierino dissipa verso l'esterno; inoltre, a rigore, bisognerebbe isolare con guaine termo-restringenti i fili della resistenza.



È ora possibile introdurre la legge dell'equilibrio termico.

Si consiglia di riferirsi sempre a energia ceduta ed energia acquisita, evitando il termine calore, tanto oggetto di misconcezioni, e di abituare gli studenti a egualiare queste due quantità:

$$Q_{ceduta} = Q_{assorbita}$$

e a ricavare di conseguenza le varie grandezze incognite.



Se più oggetti si trovano in una stanza, la loro temperatura sarà la stessa e sarà uguale alla temperatura ambiente. Ci sono però casi in cui l'equilibrio termico non viene raggiunto: per esempio quando avvengono trasformazioni chimiche.

Lo si può verificare facilmente. Si prendano tre bicchieri: in uno si versi acqua, nel secondo acqua e sale, nel terzo acqua e alcool, si mescoli e si misuri la temperatura nei tre casi.

Con la testa tra le nuvole

CALORE LATENTE DI FUSIONE

A parità di temperatura, se l'aria è inizialmente più secca, è più probabile che nevichi.



RIFLETTI

È vero?

Di che cosa è fatta la neve?

Che cosa succede alla temperatura dell'aria quando il fiocco di neve si scioglie? E allo zero termico? I fiocchi scenderanno a quote più basse?

Gli esperimenti di Black

CHE COSA TI SERVE

- Un pentolino.
- Fornello elettrico.
- Acqua.
- Neve o ghiaccio.
- Termometro a sonda o termometro da cucina.
- Una bilancia.

CHE COSA DEVI FARE

Per prima cosa versa in una thermos neve o cubetti di ghiaccio e acqua e aspetta fino a quando raggiungeranno la temperatura di equilibrio di 0 °C.

Esperimento 1

- Versa 100 g di acqua a 0 °C nel pentolino e mettilo sul fornello.
- Accendi il fornello, riscalda l'acqua e misura il tempo impiegato dall'acqua ad innalzare la sua temperatura di 15 °C.

CALORE LATENTE DI FUSIONE

- Svuota il pentolino, raffreddalo, e versaci 100 g di ghiaccio a 0 °C.
- Metti il pentolino sul fornello.
- Riscalda il ghiaccio e misura il tempo impiegato dal ghiaccio ad innalzare la sua temperatura di 15 °C.

Esperimento 2

- Prepara tre contenitori.
 - o Nel primo versa 300 g di acqua fredda e 300 g di ghiaccio, mescola e aspetta un po', quindi misurane la temperatura: quando l'acqua raggiungerà la temperatura di 0 °C, sarà in equilibrio con il ghiaccio.
 - o Procurati dell'acqua molto calda e versane una uguale quantità, per esempio 100 g, nel secondo e nel terzo contenitore e controlla che le temperature siano uguali.
- Raccogli 100 g di sola acqua dal primo contenitore e versala nel secondo.
- Raccogli 100 g di solo ghiaccio dal primo contenitore e versalo nel terzo.
- Mescola in continuazione, così da raggiungere l'equilibrio termico nel secondo e nel terzo contenitore (per quanto riguarda quest'ultimo, bisogna aspettare che il ghiaccio sia completamente fuso) quindi misura la temperatura di equilibrio raggiunta nei due casi.



Il ghiaccio potrebbe trovarsi a temperature inferiori a 0 °C. Per assumere che la sua temperatura sia pari a 0 °C, si raccoglie il ghiaccio da un contenitore nel quale vi siano acqua e ghiaccio all'equilibrio.

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Per prima cosa abbiamo versato circa 100 g di acqua a 10°C in un pentolino. Abbiamo poi posizionato il pentolino su un fornelletto per calcolare il tempo in cui l'acqua sale di 15°C. Ci ha messo 35 secondi.

Abbiamo fatto la stessa cosa con il ghiaccio al posto dell'acqua (sempre 100 g di ghiaccio) e questo per salire di 15°C ci ha messo circa 3 minuti.

Abbiamo osservato che il passaggio di stato da solido a liquido influenza molto sul tempo della risalita della temperatura presente nel pentolino, dato dall'acqua e dal ghiaccio.

Alcuni studenti confondono i termini misurare e calcolare.

Abbiamo notato che il ghiaccio, pur raggiungendo la temperatura di 15°C, ci impiega più tempo dell'acqua. L'acqua ci mette 35 secondi, mentre il ghiaccio impiega i due 200 secondi. Questo perché ad un certo punto il calore, ovvero l'energia, fornito al ghiaccio, viene utilizzata per il passaggio di stato, affinché il ghiaccio si fonda. Con l'acqua il passaggio di stato non avviene, perciò essa si riscalda molto più velocemente.

Questo secondo me perché essendo il ghiaccio un solido prima di raggiungere una determinata temperatura deve far sì che il calore arrivi anche nel centro del cubetto. Infatti il centro raffredda a sua volta l'esterno facendo sì che il tempo necessario per scaldarsi aumenti.

nonostante l'acqua e il ghiaccio fossero alla stessa temperatura di 0°C l'acqua si è riscaldata molto prima del ghiaccio. Ciò penso sia dovuto al fatto che il ghiaccio essendo allo stato solido deve prima riuscire ad arrivare a stato liquido e sciogliere i legami tra le molecole, per poi iniziare a scaldarsi. L'acqua invece non ha questo problema perché si trova già a stato liquido perciò inizia immediatamente a scaldarsi quando è a contatto con del calore.

CALORE LATENTE DI FUSIONE - GLI ESPERIMENTI DI BLACK

ESPERIMENTO 2:

Anche per questo esperimento abbiamo fatto due prove. In entrambe si doveva trovare la temperatura di equilibrio tra l'acqua a diverse temperature. Nel primo abbiamo mescolato 50 grammi di acqua a 35°C con 50 grammi di acqua fredda. La temperatura di equilibrio è risultata di 17,4 °C. Nel secondo, invece, abbiamo mescolato 50 grammi di acqua a 34,5 °C con 52 grammi di ghiaccio. La temperatura di equilibrio è risultata di 0,4°C. Questa T_e è evidentemente più vicina alla temperatura del ghiaccio. Questo fatto credo sia così perché il ghiaccio, essendo molto freddo e allo stato solido, deve prima sciogliersi e per farlo ha bisogno di tanto calore, datogli dall'acqua calda. Essa, di conseguenza, si raffredda perché per sciogliere il ghiaccio serve tanta energia termica.

Avrei voluto poter osservare lo stesso esperimento eseguito con dell'acqua bollente.

Anche in questo esperimento la temperatura dell'ambiente incide molto, se l'aria avesse avuto una temperatura più bassa sicuramente ci sarebbe voluto più tempo, al contrario, se avesse fatto ancora più caldo il tempo sarebbe diminuito.

CALORE LATENTE DI FUSIONE

Il ghiaccio

CHE COSA TI SERVE

- Calorimetro.
- Acqua.
- Cubetti di ghiaccio.
- Termometro a sonda (risoluzione 0.1 °C) o da cucina.
- Una bilancia (risoluzione 0.1 g)
- Carta assorbente.

CHE COSA DEVI FARE

- Versa alcuni cubetti di ghiaccio in acqua e attendi che ci sia equilibrio termico: misura la temperatura (deve misurare $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Misura la massa m_c del calorimetro.
- Versaci circa 100 g di acqua e misura la massa totale m_t , quindi calcola, per differenza, la massa dell'acqua $m_a = m_t - m_c$
- Misura la temperatura dell'acqua, T_a
- Prendi uno dei cubetti di ghiaccio (5-10 g), avvolgilo in un foglio di carta assorbente e misurane la massa m_{gt}
- Metti il cubetto di ghiaccio nel calorimetro.
- Misura la massa del foglio di carta assorbente bagnato, m_{fb} , quindi calcola, per differenza, la massa del cubetto di ghiaccio: $m_g = m_{gt} - m_{fb}$
- Agita il calorimetro e misura la temperatura di equilibrio T_e
- Imposta la relazione dell'equilibrio termico e ricava il valore del calore latente di fusione del ghiaccio.



Ricordati di considerare anche l'equivalente in acqua del calorimetro.

CALORE LATENTE DI FUSIONE - IL GHIACCIO

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Dati

- m (calorimetro): 0,2859 kg
- m (totale): 366,9
- m (acqua): $366,9 - 0,2859 = 366,610,4$ g
- T (acqua): 2154 C°
- Eq. termico tra ghiaccio e acqua = 10,4 C°
- m (ghiaccio): 9,4 kg
- T (equilibrio) nel calorimetro: 13,3 C°

Formula

$$m(\text{equiv. in acq.}) \cdot C(\text{acq}) \cdot (T_{\text{eq}} - T_{\text{cal}}) + m(\text{acq}) \cdot C(\text{acq}) \cdot (T_{\text{eq}} - T_{\text{acq}}) + m(\text{ghiaccio}) \cdot L_fus$$

$$13 \cdot 4186 \cdot (13,3 - 21,5) + 0,0806 \cdot 4185 \cdot (13,5 - 21,5) + 0,0096 = 341791$$

Risultato

$$341791 \approx 3,4 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$$

Come si può notare, gli studenti tendono a dimenticare le unità di misura e ha utilizzato un numero di cifre significative

Abbiamo raggiunto un valore totalmente sbagliato, probabilmente per la massa del ghiaccio; quindi abbiamo svoltato di nuovo i calcoli

Dai nostri calcoli si può affermare che il calore latente della fusione del ghiaccio è circa 331610,4 J/Kg, risultato molto vicino a quello noto, tenendo conto delle approssimazioni degli errori di misura. Il procedimento è risultato abbastanza veloce ponendo però molta attenzione nell'applicazione della formula e dei calcoli.

CALORE LATENTE DI FUSIONE

SUGGERIMENTI

La neve

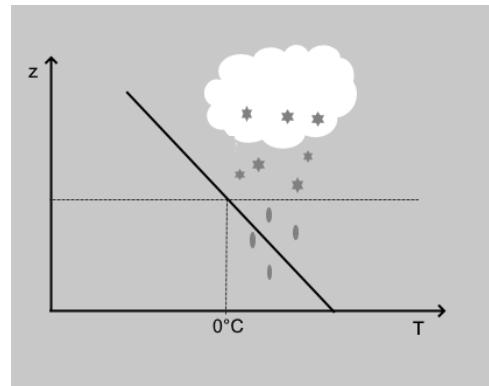
All'interno di una nube un piccolo cristallo di ghiaccio, muovendosi, permette al vapore acqueo di solidificare sulle sue punte e si forma un piccolo fiocco. A seconda della temperatura e dell'umidità dell'aria circostante, i piccoli fiocchi possono unirsi tra loro e formare fiocchi più grandi. Questi scendono verso il basso e, se incontrano strati d'aria a temperatura superiore allo zero, iniziano a fondere.



Latente, deriva dal latino "latere", restare nascosto.

Il processo di fusione richiede però energia (calore latente di fusione del ghiaccio), che viene sottratta all'aria circostante, che quindi si raffredda.

Minore è l'umidità relativa dell'aria, maggiore è l'energia coinvolta nel processo di fusione e minore la temperatura raggiunta dall'aria.



Minore è la temperatura dell'aria, maggiore è la probabilità che il fiocco riesca a raggiungere il suolo.

Il "limite delle nevicate" è collocato a 300-600 metri al di sotto della quota dello zero termico.

Gli esperimenti di Black

Si propongono i due esperimenti eseguiti e pubblicati da Joseph Black (Bordeaux 1728 - Edimburgo 1799) nel 1762, che dimostrano l'esistenza del calore latente di fusione.

L'esperimento di Black prevedeva un innalzamento di temperatura pari a 7 °F (13.9 °C); per questo si suggerisce una variazione di temperatura di circa 15 °C.



Si può verificare facilmente che, entro le incertezze sperimentali, il riscaldamento dell'acqua e del ghiaccio non comporta variazioni nella massa.

Il calore latente di fusione del ghiaccio

Come già detto, il calore specifico varia lentamente con la temperatura, ma all'interno di determinati intervalli di temperatura è quasi costante.



Perché la temperatura del ghiaccio è $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Il ghiaccio potrebbe trovarsi a temperature inferiori a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Per assumere che la sua temperatura sia pari a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, si raccoglie il ghiaccio da un contenitore nel quale vi siano acqua e ghiaccio all'equilibrio. Il cubetto viene quindi raccolto, asciugato e spostato nel calorimetro: in tutti questi passaggi, passa del tempo; perciò, non è possibile sfruttare la risoluzione del termometro e conviene considerare un'incertezza assoluta di 1 °C.

CALORE LATENTE DI FUSIONE

Siano

Q_g , l'energia termica acquistata dal ghiaccio

Q_a , l'energia termica ceduta dall'acqua

λ , il calore latente (incognito) del ghiaccio

c_g , il calore specifico del ghiaccio, che varia molto tra -10 °C e 0 °C: per questo si suggerisce di utilizzare ghiaccio alla temperatura $T_g = 0$ °C, così il calore specifico del ghiaccio sarà uguale a quello dell'acqua

La relazione da utilizzare sarà la seguente:

$$Q_g = Q_a$$

$$m_g c_g (T_e - T_g) + m_g \lambda = (m_a + m_{equiv}) c_a (T_a - T_e)$$



Per evitare che il ghiaccio galleggi e che le differenze di temperatura siano troppo alte, si faccia attenzione a utilizzare poca acqua (circa 100 g) e poco ghiaccio (un cubetto).

Inoltre, il ghiaccio non deve avere bolle al suo interno.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Turco F., “Joseph Black”, *CnS – La Chimica nella Scuola*, Aprile – Giugno 2009,
<http://www.culturachimica.it/wp-content/uploads/2017/03/Black.pdf>

CALORE LATENTE DI VAPORIZZAZIONE

Il rilascio di calore latente contribuisce ad alleggerire le nubi convettive permettendo loro di portarsi a quote più elevate.



Foto di S. Oss

RIFLETTI

Che cosa significa latente?

Che cos'è il calore latente di vaporizzazione?

CHE COSA TI SERVE

- Un fornello a piastra.
- Un pentolino.
- 100 g di acqua.
- Un termometro a sonda o da cucina.

CHE COSA DEVI FARE

- Versa l'acqua nel pentolino e misurane la temperatura iniziale.
- Metti il pentolino sul fornello acceso e registra la temperatura dell'acqua ogni 10 s.

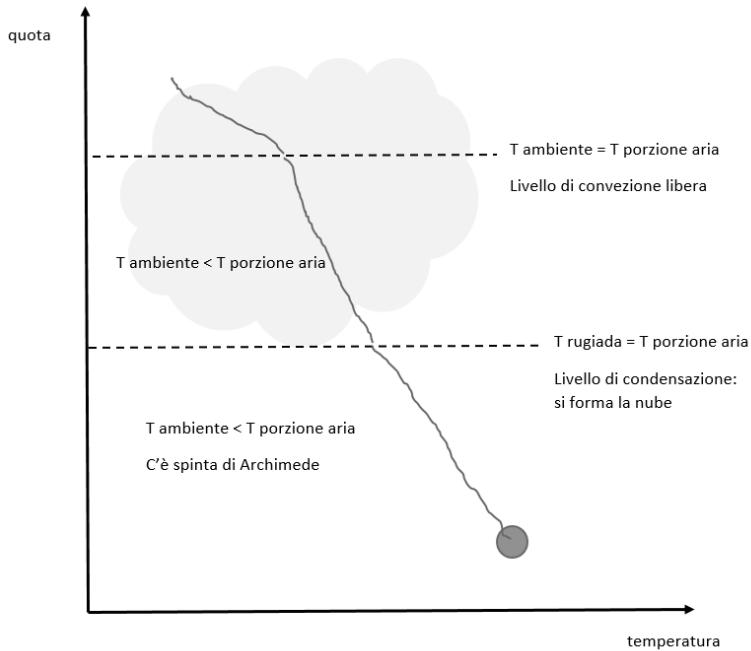
Tempo (s)	Temperatura (°C)

- Riporta in un piano cartesiano la temperatura al variare del tempo.

CALORE LATENTE DI VAPORIZZAZIONE

SUGGERIMENTI

Immaginiamo di seguire il moto di una massa d'aria che a contatto con il suolo si riscalda: la sua temperatura è maggiore dell'aria circostante, la densità è minore e la spinta di Archimede le permette di portarsi verso l'alto.



In questo moto verso l'alto, la porzione d'aria considerata si raffredda fino a raggiungere la temperatura di equilibrio con l'aria circostante.

Ma, se prima di arrivare alla temperatura di equilibrio, la porzione d'aria raggiunge la sua temperatura di rugiada, il vapore acqueo in essa presente inizia a condensare, si forma una nube e viene rilasciato calore latente. A questo punto, nel moto di salita, la temperatura si abbassa più gradatamente fino a raggiungere la temperatura di equilibrio con l'ambiente; da qui in poi la porzione d'aria continua a salire formando una nube cumuliforme.

L'esperimento

La temperatura salirà fino a quando l'acqua inizierà a bollire, quindi rimarrà costante.



La temperatura di ebollizione varia con la pressione.

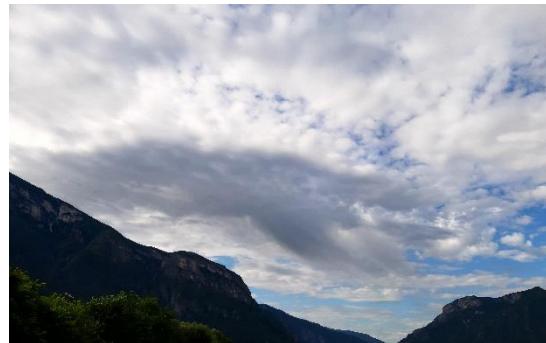


La cottura del cibo dipende solo dalla temperatura, quindi, una volta buttata la pasta, non è necessario lasciare il fuoco acceso: basta spegnerlo e coprire con un coperchio.

Bressanini D., "La cottura della pasta", *Le Scienze*, <http://bressanini-lescienze.blogautore.espressorepubblica.it/2017/02/07/la-cottura-della-pasta/comment-page-2/>

LA PIOGGIA IN CASA

Cirrocumuli, altocumuli, altostrati, nembostrati, stratocumuli, cumuli e cumulonembi possono presentare virga: scie di precipitazione che non toccano il suolo.



RIFLETTI

Per quale motivo le gocce di pioggia non raggiungono il suolo?

per casa

È possibile la formazione dell'arcobaleno in presenza di virgae?

CHE COSA TI SERVE

- Un sacchetto per alimenti con chiusura a zip.
- Un po' d'acqua colorata.
- Nastro adesivo.

CHE COSA DEVI FARE

- Versa un po' d'acqua nel sacchetto.
- Chiudi il sacchetto.
- Attacca il sacchetto alla finestra.
- Attendi 24 ore.

LA PIOGGIA IN CASA

LA PAROLA AGLI STUDENTI: OSSERVAZIONI E DOMANDE

Abbiamo messo un po' di acqua colorata in un sacchetto e l'abbiamo chiuso con una zip. Poi lo abbiamo appeso alla finestra e abbiamo atteso per 24h. Abbiamo potuto notare che si sono formate delle goccioline sul sacchetto. Questo, secondo la nostra opinione, è avvenuto perché di giorno l'acqua ha evaporato, ma essendo chiuso il sacchetto è rimasta all'interno. Quando la temperatura è calata, l'acqua si è condensata sul sacchetto, formando delle goccioline.

Dopo aver messo dell'acqua colorata in un sacchetto, chiuso con dello scotch, ho messo vicino alla finestra poiché non si riusciva ad abbassarla senza farla cadere. Dopo aver atteso ho visto cominciare a formare gocce sempre più grandi di vapore sulla parte di sacchetto a cui non arrivava. Di seguito a ciò, mi soffre un dubbio riguardo al motivo per cui le gocce diventano sempre più numerose e grandi con il passare del tempo.

Ho osservato che si sono formate delle goccioline d'acqua sulla superficie del sacchetto, soprattutto dalla parte vicina alla finestra.

Qualcuno si accorge che, con il passare del tempo, le gocce diventano più grandi e più numerose. Ciò accade perché la temperatura all'interno del sacchetto aumenta nel tempo, di conseguenza aumenta la quantità di vapore acqueo che il sacchetto può contenere, pertanto si formeranno più gocce. Inoltre, più sono le gocce, maggiore è la probabilità che siano vicine e si tocchino, originando gocce più grandi.

Si può notare che durante il tempo trascorso si sono formate delle goccioline all'interno del sacchetto. Questo potrebbe essere dato dal fatto che il vapore acqueo presente all'interno del sacchetto si sia condensato e abbia formato delle piccole gocce d'acqua sulle pareti del sacchetto.

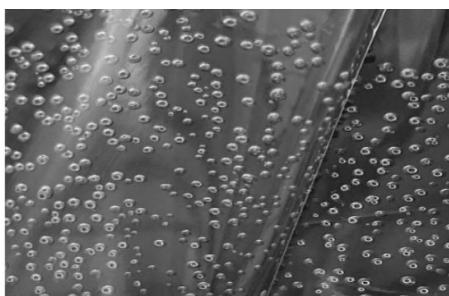


Foto scattata dagli studenti durante la sperimentazione

LA PIOGGIA IN CASA

RIFLETTI:

Per quale motivo le gocce di pioggia non raggiungono il suolo?

Perché evaporano prima di raggiungerlo.

È possibile la formazione dell'arcobaleno in presenza di virgae?

Sì, nel caso in cui la luce del sole attraversa la pioggia della virga.

OSSERVAZIONI:

Dopo poco tempo l'acqua nel sacchetto inizia a evaporare poiché la temperatura viene alzata dal calore del Sole. A contatto con le pareti del sacchetto il vapore acqueo si condensa formando uno strato liquido. Lentamente si creano delle goccioline d'acqua che scivolano sulle parti del sacchetto, fino a raggiungere l'acqua al suo interno.

È necessario utilizzare un sacchetto sigillato perché altrimenti il vapore acqueo verrebbe disperso nell'aria all'esterno del sacchetto e non si condenserebbe.

LA PIOGGIA IN CASA

SUGGERIMENTI

I cristalli di ghiaccio e le goccioline d'acqua presenti nella nube possono sublimare o evaporare prima di raggiungere il suolo, quando attraversano strati d'aria più secca di quella iniziale.

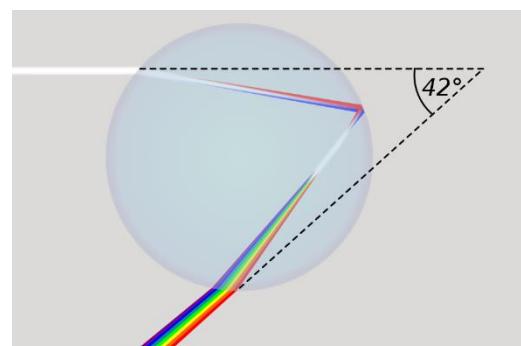
L'arcobaleno è un fenomeno ottico che si verifica quando il Sole è basso all'orizzonte, alle nostre spalle, e i suoi raggi attraversano una zona nella quale si trovano gocce di pioggia in sospensione. Questa situazione si può verificare dopo un temporale o in presenza di virgæ.



Doppio arcobaleno su Castel Madruzzo in Trentino

La luce del Sole, attraversando una goccia d'acqua subisce una doppia rifrazione: una nel passaggio dall'aria all'acqua e una nel passaggio dall'acqua all'aria.

Quando la luce entra nella goccia d'acqua, i colori che la costituiscono vengono deviati con angoli diversi a seconda della loro lunghezza d'onda; quindi, vengono riflessi e subiscono una seconda rifrazione che li disperde ancora di più.



KES47, Public domain, via Wikimedia Commons

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Video di Met Office: *How do Rainbows form?*,

<https://www.youtube.com/watch?v=hY9GX2mpmnc&list=PLDpNAhwWNlalinkCdT27ETKMCV7Mu4XprZ&index=12>

Rosi T., X!Periments - Modellino Goccia, <https://www.youtube.com/watch?v=JJmVeGyj1ME>

LA NUVOLA IN BOTTIGLIA

La terribile eruzione del vulcano Tambora, nell'attuale Indonesia, provocò cambiamenti climatici a livello mondiale: l'anno 1816 è passato alla storia come "l'anno senza estate".



This image was taken by the NASA Expedition 20 crew., Public domain, via Wikimedia Commons

RIFLETTI

Come mai le nubi non cadono?

Quale ruolo ha il particolato nella formazione delle nubi?

CHE COSA TI SERVE

- Una bottiglia di plastica.
- Un tappo con inserita una valvola da bicicletta.
- Una siringa con la punta sigillata sulla quale si attacca una strisciolina di carta millimetrata.
- Una pompa per biciclette.
- Un fiammifero.

CHE COSA DEVI FARE

- Inserisci la siringa nella bottiglia.
- Avvita il tappo sulla bottiglia.
- Pompa aria nella bottiglia.
- Quando il volume interno alla siringa si è ridotto a un terzo, svita il tappo velocemente.
- Ripeti il tutto, dopo aver inserito nella bottiglia un fiammifero appena spento, per vedere che cosa cambia in presenza di nuclei di condensazione.



SUGGERIMENTI

Preparazione del tappo

Praticare un foro nel centro del tappo, mediante un trapano con punta di 7 mm e inserirvi la valvola per bicicletta, con la punta verso l'esterno. Fissarla con la rondella e il dado di bloccaggio.

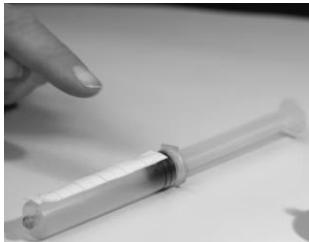
La siringa

Togliere l'ago a una siringa e sigillarne la punta riscaldandola.

Ritagliare una strisciolina di carta millimetrata e fissarla sulla siringa.



La siringa sarà lo strumento che permetterà di rilevare ed eventualmente misurare le variazioni della pressione interna alla bottiglia.



L'esperimento

Pommando aria nella bottiglia, la pressione interna aumenta: lo si deduce dal fatto che la siringa si comprime e la bottiglia diventa più rigida e calda.

Svitando velocemente il tappo, la pressione interna diminuisce bruscamente e con essa la temperatura: il vapore acqueo condensa e forma una nuvoletta.

Le impurità presenti nel fumo fungono da nuclei di condensazione per il vapore e favoriscono la formazione della nuvola.

Le nubi

I nuclei di condensazione sono necessari per la formazione delle gocce che costituiscono le nubi. Derivano da processi di erosione delle rocce e del suolo. Vengono portati dal vento o diffusi dagli spruzzi generati dalle onde.

Le nubi non cadono, nonostante la densità dell'acqua sia quasi 800 volte più grande della densità dell'aria. Ogni singola goccia è infatti sottoposta a due forze opposte: la forza peso e la forza viscosa dell'aria. Quest'ultima dipende dalla velocità. Una goccia raggiunge la velocità limite di circa 7 m/s, in circa 6 secondi; pertanto, il moto verso il basso è molto lento e la goccia sembra galleggiare.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Video dell'esperimento, <https://www.youtube.com/watch?v=TB3xASvJux0&t=18s>

How do clouds form? <https://www.youtube.com/watch?v=q87Ekar3emA>

IMPLOSIONE DI UNA LATTINA

La quantità di vapore acqueo in atmosfera diminuisce con la quota: oltre la tropopausa non si formano nubi.



RIFLETTI

Perché si formano le nubi?

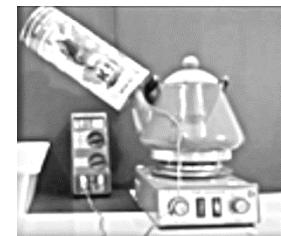
Perché la quantità di vapore acqueo in atmosfera è variabile?

Il vapore acqueo è visibile?

Come incide la presenza di vapore acqueo sulla densità media dell'aria?

CHE COSA TI SERVE

- Una piastra elettrica.
- Una teiera.
- Una lattina d'olio vuota e forata.
- Una presina o guanto da forno.
- Una bacinella con acqua.
- Un termometro o una termocoppia.



CHE COSA DEVI FARE

- Riscalda dell'acqua in una teiera.
- Raccogli il vapore nella lattina.
- Utilizza il termometro per controllare che la temperatura all'interno della teiera e della lattina sia la stessa e sia pari alla temperatura di ebollizione dell'acqua.
- Con l'aiuto di un guanto da forno o di una presina, sposta velocemente la lattina sulla superficie dell'acqua posta nella bacinella, mantenendo il foro verso il basso.

SUGGERIMENTI

Le nubi si formano grazie alla condensazione di vapore acqueo su nuclei di condensazione.

Il vapore acqueo è invisibile: le nubi si possono vedere perché sono vapore acqueo allo stato solido (cristalli di ghiaccio) e liquido.

La quantità di vapore acqueo è variabile, perché tre quarti della superficie del nostro pianeta è costituita da acqua e la temperatura media è maggiore della temperatura di congelamento quindi, sulla Terra, l'acqua può passare facilmente da una fase all'altra.

L'aria umida è costituita da aria secca e da vapore acqueo, che ne diminuisce la densità media.

Le scie degli aerei

Sono scie di condensazione dell'aereo composte da piccoli cristalli di ghiaccio, che si formano istantaneamente per solidificazione del vapore acqueo prodotto dalla combustione (che dà CO₂ e vapore acqueo).



L'esperimento

La lattina implode quasi istantaneamente a causa della differenza di pressione tra il suo interno e l'esterno.

Dal momento che la lattina ha un foro che permette l'ingresso e l'uscita dell'aria, per la legge di Pascal le pressioni che agiscono sulle pareti della lattina dall'interno e dall'esterno sono inizialmente uguali alla pressione atmosferica.

Riducendo la pressione all'interno della lattina, si determina una forza che tende a comprimerla.

La lattina viene posta sulla teiera, dove c'è dell'acqua in ebollizione, in modo da raccogliere il vapore acqueo prodotto (il foro deve essere rivolto verso il basso, come nella foto).

La densità del vapore acqueo è inferiore a quella dell'aria; perciò, esso tende a stratificarsi in alto e a espellere dal foro l'aria residua.

Quando la temperatura all'interno della lattina egualia quella di ebollizione dell'acqua, si può supporre che all'interno ormai vi sia solo vapore acqueo. La lattina viene quindi rapidamente messa in contatto con la superficie dell'acqua fredda contenuta nella bacinella: la parte a contatto si raffredda molto velocemente poiché il metallo molto sottile di cui è fatta la lattina è un ottimo conduttore di calore (si raffredderebbe

IMPLOSIONE DI UNA LATTINA

anche in aria, ma il processo sarebbe più lento: lo scambio di calore tra solidi e liquidi o gas è infatti differente). Il vapore condensa immediatamente su questa zona fredda. La quantità di vapore acqueo e, di conseguenza, la pressione interna subiscono quindi una brusca diminuzione. Il processo di condensazione è così rapido che l'acqua della bacinella non ha il tempo di risalire attraverso il foro fino a compensare la variazione di pressione, per cui la pressione esterna "schiaccia" la lattina.



Per conoscere la forza complessiva che agisce sulla superficie e che schiaccia la lattina in tutte le direzioni, dobbiamo moltiplicare il valore della pressione atmosferica per la superficie della lattina.

Una lattina di olio da cucina ha una superficie confrontabile con quella di un foglio A4, circa 600 cm^2 .

Sulla lattina agisce pertanto una forza complessiva equivalente al peso esercitato da una massa di circa 600 kg, una forza veramente notevole, responsabile dell'implosione o meglio dello schiacciamento.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

<https://fisicaperlaScuola.wordpress.com/2017/05/05/implosione-di-una-lattina/>

Gratton Luigi e Oss S. "An Extension of the Imploding Can Demonstration". *The Physics Teacher*, 44. 10.1119/1.2195394, (2006).

FORMAZIONE DI CRISTALLI

«... e lui si ritrovò in una fredda oscurità, a respirare grandi boccate di fresca aria salmastra».

Harry Potter e il Principe Mezzosangue



RIFLETTI

Che cosa succede quando le onde frangono sugli scogli?

Da dove proviene il sale presente nell'aria marina?

CHE COSA TI SERVE

- Una bilancia.
- 250 g di zucchero.
- Una pentola.
- Acqua.
- Piastra elettrica.
- Contenitore per alimenti con coperchio.
- Termometro.
- Pellicola trasparente per alimenti.

CHE COSA DEVI FARE

- Versa lo zucchero e 100 g d'acqua nella pentola e mescola.
- Riscalda portando a ebollizione.

La velocità con la quale lo zucchero si scioglie in acqua e la quantità che si può sciogliere aumentano all'aumentare della temperatura.

FORMAZIONE DI CRISTALLI

Temperatura (°C)	Quantità di zucchero che si può sciogliere (g)
0	179.2
5	184.7
10	190.5
15	197.0
20	203.9
25	211.4
30	219.9
35	228.4
40	238.1
45	248.7
50	260.4
55	273.1
60	287.3
65	302.9
70	320.5
75	339.9
80	362.1
85	386.8
90	415.7
95	448.6
100	487.2

- Quando la soluzione appare limpida, spegni la piastra.
- Versa lo sciroppo in un contenitore di plastica per alimenti che si possa chiudere con un coperchio così che possa raggiungere la temperatura ambiente.
- Dopo alcuni giorni, si può osservare che lo zucchero in eccesso solidifica e deposita formando dei cristalli.

CHE COSA DEVI FARE

- Misura la temperatura ambiente.
- Utilizzando la tabella, determina la massa M di zucchero corrispondente alla temperatura ambiente.
- Versa nella pentola l'acqua e la quantità di zucchero appena ricavata.
- Riscalda la miscela fino a quando la soluzione sarà limpida.
- Versa la soluzione in un contenitore e coprirlo con pellicola trasparente sulla quale siano stati praticati dei fori. La pellicola serve solo a proteggere il liquido da polvere e insetti.
- Attendi che l'acqua evapori. Se la massa d'acqua diminuisce, la concentrazione aumenta e la soluzione diventa soprassatura.
- Dopo alcuni giorni, lo zucchero in eccesso cristallizzerà.

In entrambi i casi, per accelerare il processo, puoi inserire nella soluzione alcuni cristalli di zucchero di canna.

SUGGERIMENTI

Quando le onde frangono sugli scogli, formano spruzzi che, in condizioni sotto-sature, evaporano lasciando cristalli di sale che rendono l'aria salmastra.

Primo esperimento

Per esempio, se la temperatura ambiente è pari a 20 °C, la massa di zucchero che si può sciogliere è pari a circa 204 g, ossia inferiore alla massa di zucchero utilizzata per fare lo sciroppo: si dice che la soluzione è soprassatura.

Bibliografia – sitografia - approfondimenti

Bressanini D., “Cristalli di zucchero”, *Le Scienze*,

<http://bressanini-lescienze.blogautore.espresso.repubblica.it/2015/11/24/cristalli-di-zucchero/comment-page-1/>

CHE TEMPO FARÀ?

Quando si programma un'escursione in montagna è fondamentale controllare i bollettini meteorologici e saper riconoscere i segni dell'arrivo di un temporale.



per casa

RIFLETTI

I fenomeni temporaleschi estivi sono caratterizzati da uno sviluppo molto rapido, perciò, anche se i bollettini meteo segnalano la probabilità di instabilità atmosferica, il luogo e l'ora dei temporali può cambiare facilmente ed è quindi necessario imparare a riconoscere i segnali del loro arrivo.

CHE COSA DEVI FARE

Osserva il cielo e, in base a quanto hai imparato, riconosci i segni che possono preannunciare l'arrivo di un temporale.

Rifletti e riporta di seguito eventuali osservazioni, dubbi o domande a riguardo, così da discuterne con i compagni e con l'insegnante.

CHE TEMPO FARÀ?

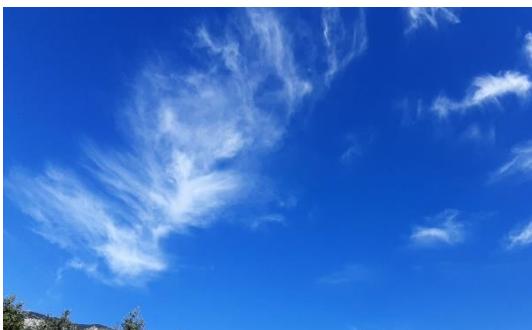
SUGGERIMENTI

Strati



Il cielo è coperto da strati bassi e uniformi con o senza pioggia. Queste nubi si originano, per esempio, grazie al vento che scorre su una pianura in pendenza o quando l'aria scorre su un fronte caldo con pendenza prossima all'1%.

Cirri



Se la parte alta è la più vicina all'osservatore, sono precursori di un fronte caldo.

Cumulonembi



Sono nubi temporalesche torreggianti tipiche delle regioni aride, spesso con virga (ci sono scrosci verticali, ma la pioggia non arriva a terra). Hanno la base a bassa quota e possono estendersi fino ad alta quota. Al limite della tropopausa, la nube può appiattirsi, allargarsi e dilatarsi formando un'incudine: è il precursore della supercella.

CHE TEMPO FARÀ?

Nembostrati



Sono associati alle precipitazioni, hanno la base a bassa quota e possono estendersi fino ad alta quota.

Il passaggio di un fronte comporta una serie di cambiamenti atmosferici, diversi, a seconda che il fronte sia freddo o caldo.

Fronte freddo:

	Prima del passaggio	Durante il passaggio	Dopo il passaggio
Temperatura	Alta	Diminuisce rapidamente	Bassa
Pressione	Diminuzione costante	Raggiunge il minimo e aumenta	Aumento costante
Precipitazioni	Brevi acquazzoni	Temporalì anche violenti	Acquazzoni e schiarite
Nubi	Cirri, cirrostrati, cumulonembi	Cumulonembi	Cumuli
Visibilità	Scarsa – foschia	Scarsa in miglioramento	Buona
Umidità	Alta stazionaria	Variabile	In diminuzione

Fronte caldo:

	Prima del passaggio	Durante il passaggio	Dopo il passaggio
Temperatura	Bassa	Aumenta rapidamente	Più alta
Pressione	Diminuzione costante	Costante	Leggero aumento seguito da calo
Precipitazioni	Acquazzoni, neve, pioggia fitta	Leggera pioggia fine e fitta	Generalmente nulla
Nubi	Cirri, cirrostrati, altostrati, nembostrati	Strati	Schiarite con strati sparsi
Visibilità	Scarsa	Scarsa in miglioramento	Buona con foschia
Umidità	In aumento costante	stazionaria	In aumento e poi stabile

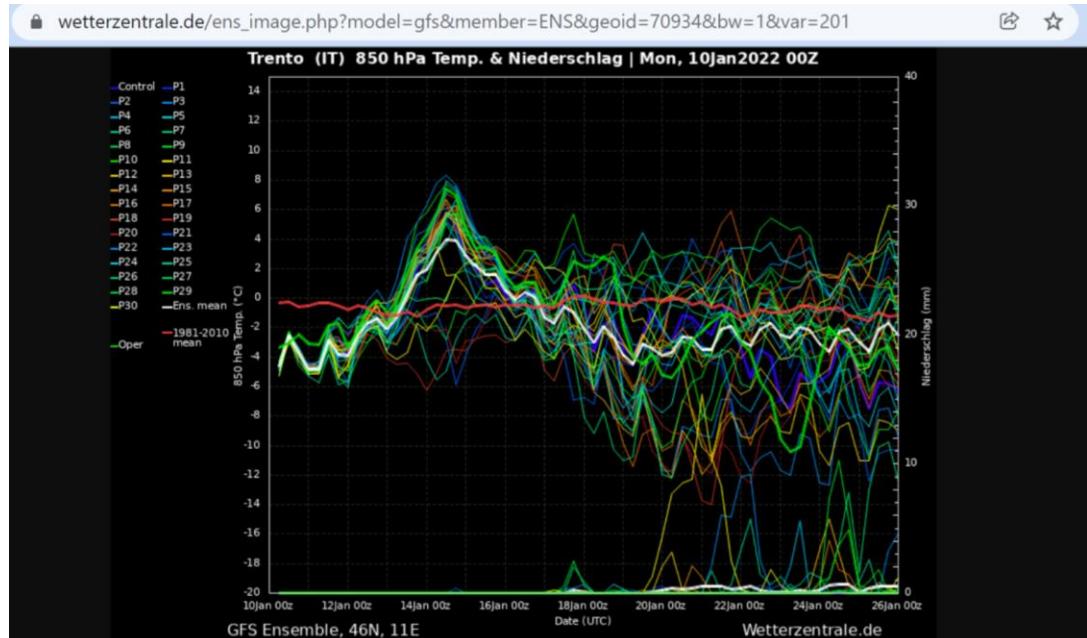
Bibliografia – sitografia - approfondimenti

<https://tfapas2015fisicaunitn.files.wordpress.com/2015/01/meteo-e-td.pdf>

CHE TEMPO FARÀ?



Si può proporre anche la lettura dei cosiddetti “spaghetti”, ossia del grafico relativo alle possibili evoluzioni del tempo, generate dal modello americano (GFS). Qui il link agli “spaghetti” per la zona di Trento,: <http://www.meteotrento.it/meteogrammi>



Screenshot dal sito <https://www.wetterzentrale.de/>

Con la testa tra le nuvole

Nota per l'insegnante: eventi estremi e interazione con la protezione civile

Meteotrentino è il sito meteorologico della Provincia Autonoma di Trento che fornisce informazioni di carattere meteorologico finalizzate alla prevenzione dei rischi associati ai fenomeni di origine atmosferica. Supporta il Dipartimento Protezione Civile della Provincia Autonoma di Trento, che costituisce uno dei nodi della rete nazionale dei centri funzionali di protezione civile.



Bollettino probabilistico valido per la provincia di Trento
emesso mercoledì 14 ottobre 2020 alle ore 14:41

Mercoledì nessun fenomeno di rilievo. Giovedì molto nuvoloso con precipitazioni diffuse, in forma di neve sopra i 1300-1600 m a seconda della zona, e probabile vento forte in montagna. Da venerdì più soleggiato senza fenomeni di rilievo.

	mer 14 ottobre			gio 15 ottobre			ven 16 ottobre			sab 17 ottobre		dom 18 ottobre		lun 19 ottobre	
	06-12	12-18	18-24	00-06	06-12	12-18	18-24	00-06	06-12	12-18	18-24	00-12	12-24	00-12	12-24
Precipitazioni abbondanti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rovesci o temporali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento forte in valle	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento forte in montagna	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nevicate	0	0	0	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Limite nevicate				1.300	1.400	1.500	1.600								
Zero termico (m)				1.900	2.100	2.000	1.800	2.000	1.900	1.900	2.000	1.900	1.700	1.900	1.600
															1.800

Descrizione degli eventi potenzialmente critici

Probabilità eventi meteorologici intensi:

0	Molto bassa	1	Bassa	2	Media	3	Alta
--	-------------	--	-------	--	-------	--	------

Legenda dei fenomeni:

Precipitazioni abbondanti: precipitazioni intense e/o persistenti che raggiungono valori cumulati superiori a 40 mm/24 h su almeno la metà del territorio provinciale.
Rovesci o temporali: fenomeni convettivi intensi con precipitazioni superiori a 20 mm/h. Spesso accompagnati da fulmini, grandine e forti raffiche di vento.
Venti forti in montagna: Venti con velocità superiori a 15 m/s su gran parte delle montagne.
Venti forti in valle: Raffiche forti superiori a 15 m/s spesso associate a venti di foehn. Non è detto che si verifichino in tutte le valli.
Nevicate: nevicate superiori a 10 cm in 24 h oltre la quota indicata.
Caldo intenso: temperature massime > 35°C in Val d'Adige. Freddo intenso: temperature minime < -10°C in Val d'Adige.

Prossimo bollettino: giovedì 15 ottobre 2020
Provincia Autonoma di Trento - Ufficio Previsioni e Pianificazione - www.meteotrentino.it

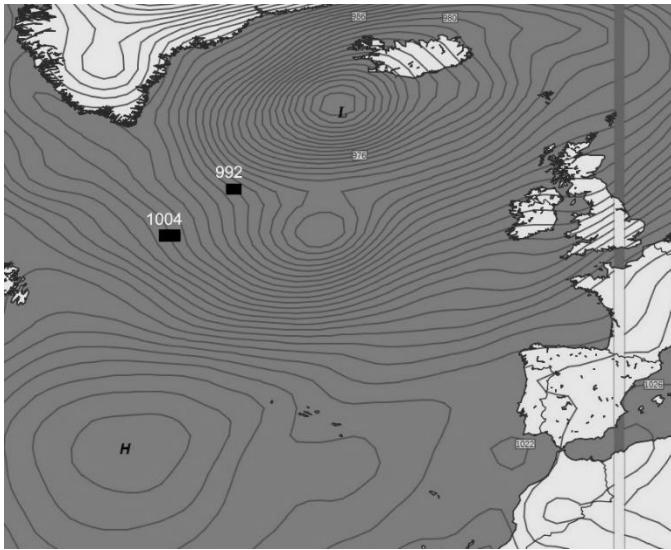
Screenshot dal sito <https://www.meteotrentino.it/>

Sullo stesso sito è disponibile lo storico degli avvisi meteorologici,
<https://www.meteotrentino.it/#!/content?menuItemDesktop=44>, emessi da Meteotrentino e delle allerte emesse dalla protezione Civile, nonché gli eventi estremi a partire dal 1998,
<https://www.meteotrentino.it/#!/content?menuItemDesktop=45>.

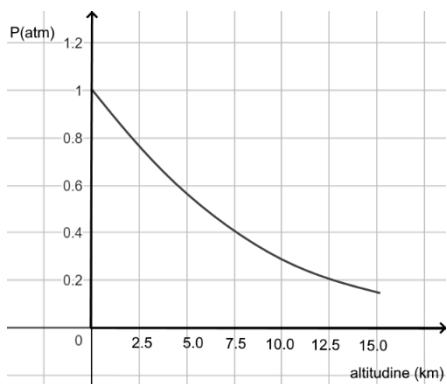
Nota per l'insegnante. problemi ed esercizi: quale scelta?

Alcuni esempi

- Le pressioni sulla carta della figura seguente sono espresse in hPa. Utilizza i dati relativi alle due isobare evidenziate per determinare il valore della pressione atmosferica in corrispondenza dell'anticiclone delle Azzorre e della depressione d'Islanda. Infine, esprimi i due valori in atmosfere.



- Sapendo che l'aeroporto di San Rafael in Perù si trova a 4400 m di altitudine e l'aeroporto di Venezia si trova a livello del mare, utilizza il grafico seguente per determinare la forza media esercitata dall'aria sul lato esterno del finestrino di un aereo (area della superficie pari a circa 12 dm^2), quando si trova in ciascuno dei due aeroporti. [15]



- Anna prende un righello di metallo e un righello di legno dal suo astuccio. Nota che quello di metallo sembra più freddo di quello di legno. Perché?
- Procurati tre bacinelle: riempine una con acqua molto fredda, una con acqua molto calda e una con acqua tiepida. Immergi la mano destra nell'acqua fredda e la sinistra nell'acqua molto calda; quindi, sposta entrambe le mani nell'acqua tiepida. Che cosa succede? Prova a spiegarlo.
- Una torta è stata appena cotta in forno: appena sfornata, si trova a una temperatura maggiore la torta o la teglia?
- La temperatura di rugiada può essere superiore a quella effettiva?
- A che cosa è dovuta la sensazione di afa?

- Quali metodi conosci per svitare il coperchio di un barattolo della marmellata?
- Perché le chitarre si scordano quando si passa da un ambiente a un altro?
- Lucia prende dei ghiaccioli dal congelatore, dove li aveva messi il giorno prima, e dice a tutti che i bastoncini di legno hanno una temperatura più alta della parte del ghiaccio. I suoi quattro amici rispondono così [11]
 - a. «Hai ragione perché i bastoncini di legno non diventano freddi come il ghiaccio».
 - b. «Hai ragione perché il ghiaccio contiene più freddo del legno».
 - c. «Ti sbagli, si sentono diversi solo perché i bastoncini contengono più calore».
 - d. «Penso che abbiano la stessa temperatura perché stanno insieme».

Chi ha ragione?

- Lucia e Carlo sono vostri ospiti. Offrite loro una tazza di tè. Lucia lo lascia raffreddare qualche minuto, aggiunge un po' di latte e lo beve. Carlo aggiunge subito la stessa quantità di latte e aspetta gli stessi minuti di Lucia prima di berlo. Chi dei due berrà il tè più freddo?
- Perché dallo spazio non si vede l'atmosfera?
- Perché nelle zone molto fredde la sensazione di sete è maggiore?
- A che cosa sono dovuti i temporali estivi?
- Perché salendo in quota si fatica a respirare?
- Perché in montagna la pastasciutta impiega più tempo a cuocere?
- Perché le cavalcate in notturna si fanno in inverno?
- Le nuvole possono raggiungere quote massime che in generale arrivano fino alla [13]:
 - mesosfera
 - stratosfera
 - troposfera
 - esosfera
- Si dice che l'aria è satura di vapore acqueo quando [13]
 - l'umidità relativa supera il 50%
 - l'aria non può contenere più vapore acqueo
 - l'umidità relativa è del 100%
 - piove
- I nuclei di condensazione sono [13]:
 - i nuclei degli atomi
 - piccolissime particelle sulle quali ha inizio la condensazione del vapore sotto forma di acqua o ghiaccio
 - aggregati di acqua e anidride carbonica
 - le zone del pianeta a maggiore copertura nuvolosa
- Il punto di rugiada è [13]:
 - il punto di congelamento dell'acqua
 - la quota alla quale si trova lo zero termico
 - la minima temperatura che può raggiungere l'acqua senza congelare

- la temperatura alla quale il vapore acqueo condensa in forma liquida su una superficie
- Lo specchio di vetro Pyrex del telescopio dell'osservatorio al Monte Palomar, negli USA, ha un diametro di 508 cm. La temperatura sul Monte Palomar ha un'escursione da -10°C a 50°C . Qual è la massima variazione del diametro dello specchio? [17]
- Roberta immerge un blocchetto di rame a temperatura ambiente in un recipiente con dell'acqua a temperatura più bassa. A intervalli regolari la temperatura dell'acqua viene misurata e riportata nel grafico in funzione del tempo. Descrivi che cosa sta succedendo. [15]
- L'immagine a infrarossi mostra una mappatura della temperatura di tutti gli oggetti in una stessa stanza. Una scala di colori rappresenta i corpi più caldi in rosso e quelli più freddi in verde-blu.

Immagina che questa situazione si stia mantenendo uguale da molto tempo: com'è possibile che gli oggetti rimangano a temperature diverse e non raggiungano l'equilibrio termico? [15]

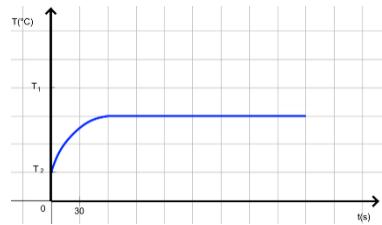
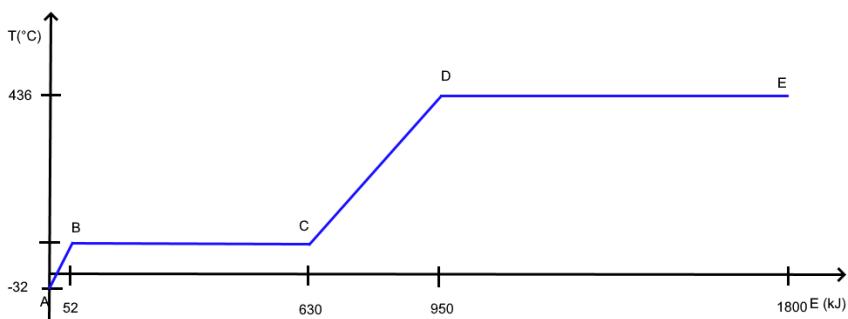


Foto di S. Oss

- Come si può sfruttare la dilatazione termica per svitare un dado e una vite incastri? [18]
- In un laboratorio sono state studiate le proprietà di un oggetto di plastica. L'oggetto è allo stato solido quando la temperatura è -32°C . Il grafico mostra la temperatura dell'oggetto quando viene riscaldato in modo uniforme nel tempo. [18]
 - a. In quale stato fisico si trova l'oggetto nei punti tra A e B e tra C e D?
 - b. Cosa succede all'oggetto nel punto B?
 - c. Cosa succede all'oggetto nel punto D?
 - d. Quanta energia occorre per fondere l'oggetto?



Bibliografia

- [1] Linee guida secondo ciclo di istruzione, Provincia autonoma di Trento
<https://www.vivoscuola.it/Schede-informative/Piani-di-studio-SECONDO-CICLO/Materiali-piani-di-studio-SECONDO-CICLO>
- [2] Decreto 7 ottobre 2010 n. 211, MIUR, “Schema di regolamento recante «Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali di cui all’articolo 10, comma 3, del decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, n. 89, in relazione all’articolo 2, commi 1 e 3, del medesimo regolamento.”, *GU Serie Generale n.291 del 14-12-2010 - Suppl. Ordinario n. 275 (2010)* <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2010/12/14/291/so/275/sg/pdf>
- [3] Zardi D., *La climatologia e i cambiamenti climatici*,
<https://www.youtube.com/watch?v=Rh6M3YhXXck>
- [4] *Dicembre 1916: Il Mese della Morte Bianca*, <https://boris.unibe.ch/90786/3/dicembre1916.pdf>
- [5] Zardi D., *Dispense del corso “Fondamenti di meteorologi e climatologia”*
- [6] Zardi D., *Quale clima ci aspetta nel 2039*, TEDxTrento,
<https://www.youtube.com/watch?v=wAel0BOkpyU>
- [7] Asaf Bar-Yosef, *La storia del barometro (e di come funziona)*, TED – Ed,
<https://www.youtube.com/watch?v=EkDhlzA-lwI>
- [8] Ruffo, Laboratorio *Barometro dello smartphone*, Zanichelli,
https://www.youtube.com/watch?v=9UpcjF440_8
- [9] YouTube's best convection currents video! Science demonstration for your students:
<https://www.youtube.com/watch?v=0mUU69ParFM>
- [10] Pető M. e Király A., “How to build a mini meteorological station for your school? – A project with a citizen science perspective.”, *Advances in Science and Research*. 16. 185-189. 10.5194/asr-16-185-2019.
- [11] Yeo S. e Zadnik M., “Introductory thermal concept evaluation: Assessing students' understanding.”, *The Physics Teacher*. 39. 496-504. 10.1119/1.1424603, 2001
- [12] Thermal Concept Evaluation instrument, www.PhysPort.org
- [13] https://fisatm.files.wordpress.com/2013/01/qprelim_fisatm_2012-13.pdf
- [14] Scolozzi R. ed Eccel E., *Storia e fonti della meteorologia in Trentino*,
<https://openpub.fmach.it/handle/10449/34310>
- [15] Bocci, Malegori, Poli, *Fisica: i colori dell’Universo*, Petrini
- [16] Lopez Arias T., *Fisica dell’atmosfera*, <https://fisatm.wordpress.com/>
- [17] <https://www.chimica-online.it/>
- [18] Bertinetti C. et al., *La fisica che ti serve*, Zanichelli

Approfondimenti

- [1] Ibolya Ságodi Dömény , “Atmospheric Phenomena in Physics Teaching”, *Physics Competitions* Vol 12 No 2 2010 , http://csodafizika.hu/fiztan/english/student/atm_phen.pdf
- [2] Corso Tfa pas 2015, Università di Trento,
<https://tfapas2015fisicaunitn.files.wordpress.com/2015/01/meteo-e-td.pdf>
- [3] www.climatrentino.it
- [4] www.meteo.unitn.it
- [5] www.ipcc.ch
- [6] www.noaa.gov
- [7] <http://weather.uwyo.edu/upperair/>
- [8] www.eurac.edu
- [9] <https://www.sisclima.it/wall/rapporto-ipcc-riscaldamento-globale-di-15c-sommario-per-i-decisori-politici-edizione-italiana/>
- [10] www.cmcc.it
- [11] <https://cloudatlas.wmo.int/>
- [12] Perosino G.C., *Attività didattica intorno alle osservazioni meteorologiche CREST* (To) 2007
- [13] Versari S. e Belosi F., *Appassionatamente curiosi, per una didattica delle scienze dell'atmosfera*, tecnonid Ed., http://archivi.istruzioneer.it/emr/istruzioneer.it/wp-content/uploads/2012/01/appassionatamente_curiosi.pdf
- [14] Tonzig G., *La fisica del calore*, Amazon Italia, 2021
- [15] Bohren C. F., *Clouds in a Glass of Beer: Simple Experiments in Atmospheric Physics*
- [16] Benincasa F. et al., *Storia della strumentazione meteorologica, nella cultura occidentale*, Consiglio Nazionale delle Ricerche,
http://eprints.bice.rm.cnr.it/18878/1/StoriaStrumentazioneMeteo_DEF.pdf

Con la testa tra le nuvole

Con la testa tra le nuvole – I risultati della sperimentazione

I 59 studenti coinvolti nella sperimentazione hanno compilato almeno due questionari online, proposti rispettivamente prima, e dopo aver affrontato il percorso in classe. I dati sono stati raccolti e utilizzati a fini statistici nel rispetto dell'anonimato.

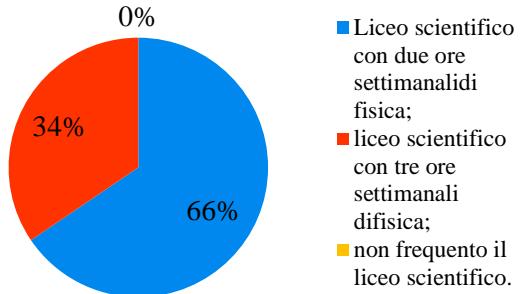
Un'insegnante ha partecipato alla sperimentazione con due classi in parallelo, proponendo il percorso tradizionale in una delle due (classe di controllo) e il percorso sperimentale nell'altra (classe sperimentazione). A queste classi è stato somministrato un terzo sondaggio, a distanza di circa sei mesi dalla conclusione del percorso.

Analisi dei questionari

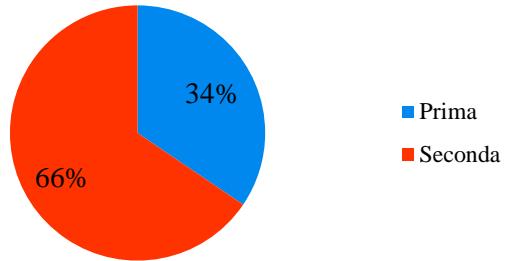
Si riportano alcuni risultati dei questionari proposti.

Informazioni preliminari

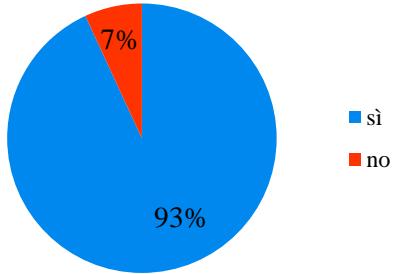
Quale scuola frequenti?



Quale classe stai frequentando?



Ti interessa la fisica?

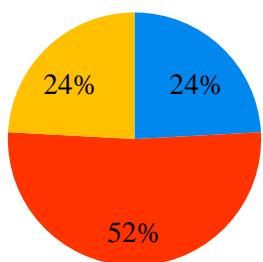


Con la testa tra le nuvole – I risultati della sperimentazione

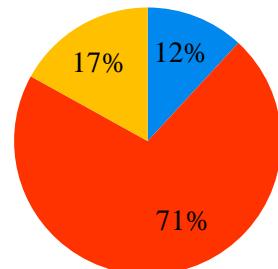
Questionari iniziale e finale: come sono cambiate le idee degli studenti

Questionario iniziale

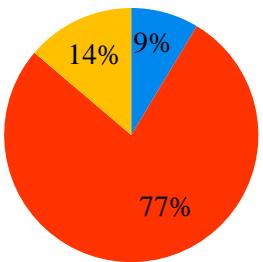
Il calore



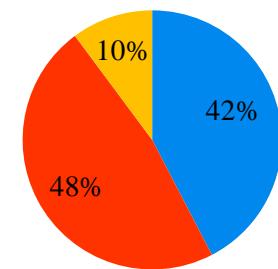
Questionario finale



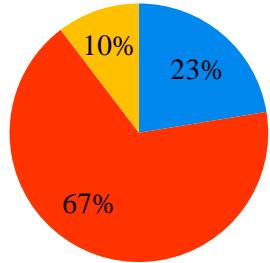
A Serena non piace sedersi sulle sedie di metallo, perché sono più fredde di quelle di plastica. Con chi dei suoi amici sei d'accordo?



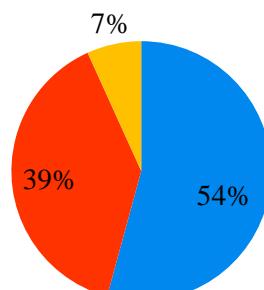
- Giulia: "non è vero, sono alla stessa temperatura"
- Giovanni: "è vero, sono più fredde, perché il metallo ha meno calore da perdere."
- Marco: "è vero, sono più fredde perché il metallo è naturalmente più freddo della plastica."



Come si potrebbe conservare il ghiaccio?

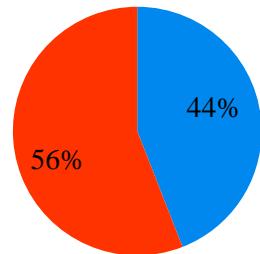
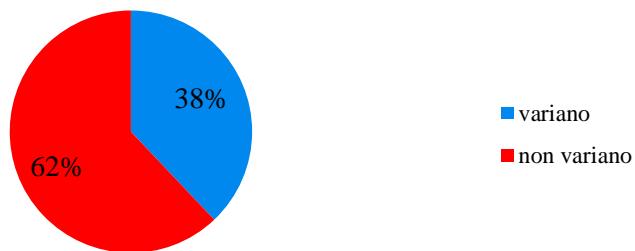


- avvolgendolo in una sciarpa di lana
- avvolgendolo nella carta stagnola
- avvolgendolo nella carta da forno

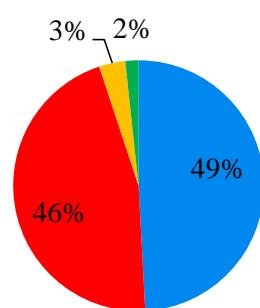
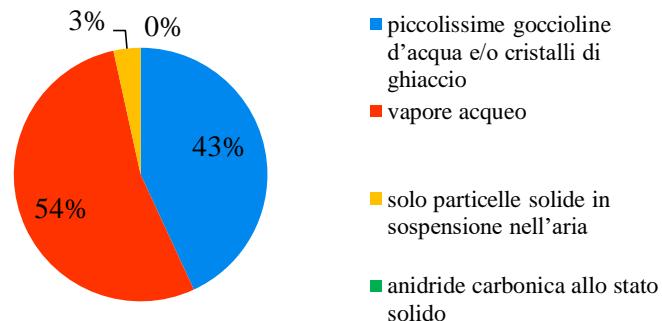


In viaggio attraverso la fisica

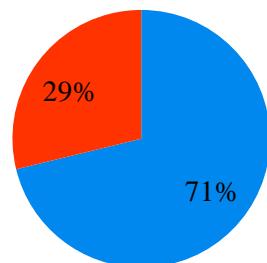
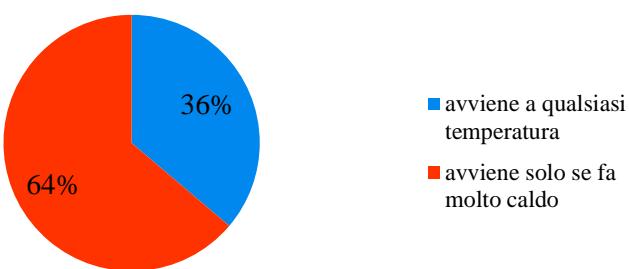
Due oggetti a temperatura diversa (90°C l'uno e 20°C l'altro) si trovano nel vuoto (nello spazio) a un metro di distanza tra loro. Le loro temperature variano o rimangono costanti?



Di che cosa sono fatte le nuvole?

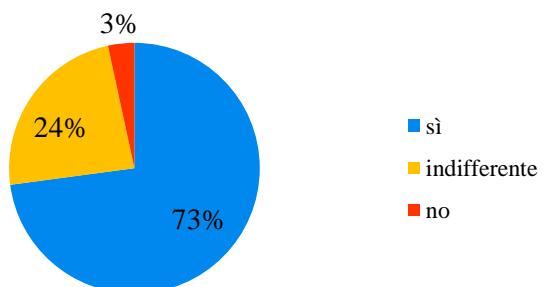


L'evaporazione



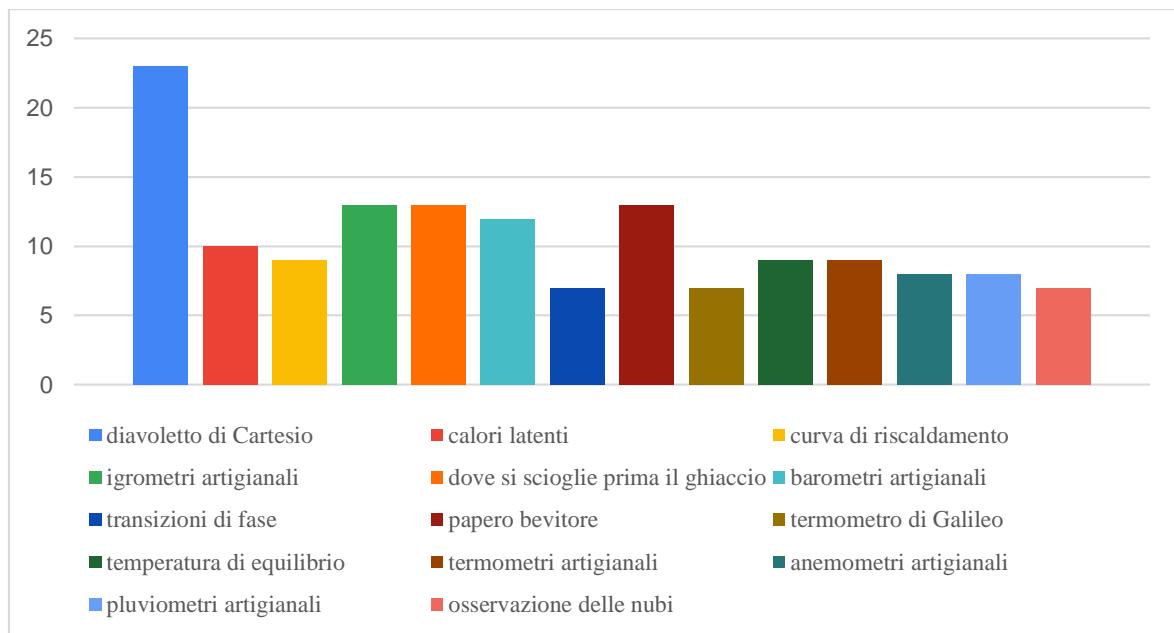
L'opinione degli studenti

Questo percorso ti è sembrato interessante?



Con la testa tra le nuvole – I risultati della sperimentazione

Quali contenuti/attività ti sono piaciuti di più?



Spazio per suggerimenti:

- In alcuni esperimenti mi sarebbe piaciuto che potessero provare tutti l'esperienza e non solo alcune persone.
- Bisognerebbe svolgere gli esperimenti in classe e non a casa, perché spesso i materiali richiesti non si trovano abitualmente a casa
- Non cambierei niente perché è stato un percorso interessante comprendente vari argomenti che possono piacere a tutti.
- il numero degli esperimenti, lo diminuirei
- Vorrei avere più tempo per fare il percorso e capirlo bene.
- prima studiare poi fare l'esperimento così da poter capire meglio e sul momento i fenomeni
- più esperimenti da fare all'aperto per osservare la fisica nella natura
- Qualche esperimento in meno per una lezione dedicata alla teoria riguardante quello fatto in laboratorio.
- Ancora più lezioni pratiche.
- Mantenere gli esperimenti creativi e suggerire materiale alternativo per chi non riesce a trovare quello necessario.
- magari bisognerebbe anche uscire dalla scuola, e assistere a spiegazioni di esperti e scienziati che passano la vita a studiare questi argomenti.
- le osservazioni possono essere fatte anche con meno precisione e piuttosto lasciare più spazio ad un dibattito con le spiegazioni corrette degli esperimenti.
- alcuni esperimenti potrebbero essere leggermente più complessi in modo da essere talvolta più intriganti

Alcune risposte sono legate ai metodi di insegnamento del docente. In particolare, gli studenti evidenziano l'opportunità che ci sia un maggior bilanciamento tra teoria ed esperimenti e che le attività sperimentali vengano svolte in classe, piuttosto che assegnate come compito per casa.

Se il percorso venisse ampliato, quali argomenti vorresti fossero trattati?

In viaggio attraverso la fisica

- aeronautica
- cinematica
- elettricità e magnetismo
- energia rinnovabile
- fisica nucleare
- gravità
- la pioggia
- lo spazio - astronomia - astrofisica
- luce
- ottica
- portanza
- pseudoscienze

Le considerazioni degli studenti

Nel questionario finale e in un incontro conclusivo, gli studenti hanno potuto esprimere le loro opinioni relative alle attività svolte. Si ritiene utile riportare una sintesi dei commenti:

- Una cosa positiva da sottolineare è il diverso approccio allo studio di questi argomenti. Infatti è stato più interessante e chiaro essendoci molte attività laboratoriali rispetto allo studio della sola teoria.
- è stato un percorso interessante comprendente vari argomenti che possono piacere a tutti
- Ho trovato tutti gli argomenti abbastanza interessanti e ben spiegati. Il progetto è già ben strutturato.
- crediamo che lo svolgimento di queste lezioni ci aiuti a comprendere maggiormente il funzionamento di certi meccanismi che ci fanno anche capire cose importanti della vita.
- Trovo sia bello fare delle attività pratiche per fissare i concetti, sicuramente è un modo efficace di imparare.
- Ho trovato entrambi gli esperimenti di oggi molto interessanti, in particolare per quanto siamo stati coinvolti nelle attività. Abbiamo lavorato in gruppo impegnandoci, e ho scoperto che andare in laboratorio è un'esperienza sempre diversa. Non solo per le attività svolte, ma anche per conoscere meglio i propri compagni di gruppo.
- Quest'idea degli esperimenti qualitativi mi piace molto perché oltre ad essere una cosa nuova sono riusciti ad attirare la mia attenzione facendomi interessare all'argomento e a prestargli molta più attenzione del normale.
- Ripensandoci, sono riuscito a cogliere molto bene l'argomento grazie alla parte manuale del progetto.
- mi è piaciuto poter ragionare su cosa stesse accadendo prima che il prof mi spiegasse cosa fosse successo.
- Durante l'esperimento qualitativo di scienze avrei preferito che ogni gruppo provasse a svolgere l'esperimento da solo in modo che potessimo tutti collaborare per la realizzazione e non solo una persona insieme al prof.
- L'aspetto degli esperimenti di oggi che mi ha colpito di più è stato che invece di dover prendere delle misure come facevamo di solito abbiamo dovuto costruire qualcosa, osservare come si comportava e capirne i motivi.
- Gli esperimenti di oggi mi sono piaciuti molto, personalmente credo che avere gli esempi davanti a noi e "toccare" la materia, ci aiuti ad afferrare meglio i concetti. Questo metodo è molto efficace, perché capiamo meglio rispetto alle lezioni in classe e ci divertiamo anche. Quando noi studenti ci divertiamo ad apprendere, ci appassioniamo alla materia e questo rende anche a noi tutto più facile e leggero.

Con la testa tra le nuvole – I risultati della sperimentazione

- Mi piace applicare questi esperimenti alla vita reale, mi fa capire quanto qualsiasi tipo di materia scientifica sia importante nella vita di tutti i giorni. Mi sto appassionando a queste materie e spero di continuare ad imparare cose nuove.
- Spero di continuare a fare esperimenti del genere, perché riesco a seguire molto di più e gli argomenti mi rimangono più impressi in mente.
- L'aspetto che mi ha colpito maggiormente durante entrambi gli esperimenti è quello di lavorare in piccoli gruppi, nella quale possiamo confrontarci, ragionare assieme, esprimere i nostri pareri e condividere le nostre conoscenze.
- Spero di continuare a lavorare con questa modalità.
- la divisione in piccoli gruppi dà la possibilità di capire meglio e in caso di dubbi ci si può confrontare con i compagni che probabilmente saranno più disposti ad aiutare. Ma l'aspetto più importante, secondo me, è il fatto che anche le persone più taciturne possono contribuire e instaurare al meglio una relazione con i compagni.

Le considerazioni degli insegnanti

- Nonostante la collaborazione del docente di scienze, ho dovuto comunque tagliare molte parti. Fare alcune attività inserite anche in un percorso tradizionale può essere interessante. Terrei ad esempio la parte su umidità e costruzione di un barometro e anche le attività proposte per la misura della temperatura.
- Il percorso è molto interessante, ma anche impegnativo. Le attività proposte come lavoro a casa devono comunque essere poi riprese e discusse in classe e questo richiede molto tempo. I tagli che ho dovuto effettuare non sono stati fatti perché non ritenevo le attività stimolanti. Ho cercato di scartare quelle che mi allontanavano di più dal percorso di termologia previsto da programma e che avrebbero reso il percorso stesso un po' troppo dispersivo. Con un'ora in più a settimana credo che le cose sarebbero andate molto meglio, ma mi sembra complicato svolgere bene tutta l'unità. Ho apprezzato moltissimo la parte sugli strumenti di misura artigianali e gli esperimenti casalinghi, ed anche l'idea di far fare metodicamente le schede di osservazione ai ragazzi prima di dare una spiegazione a ciò che stavano osservando.

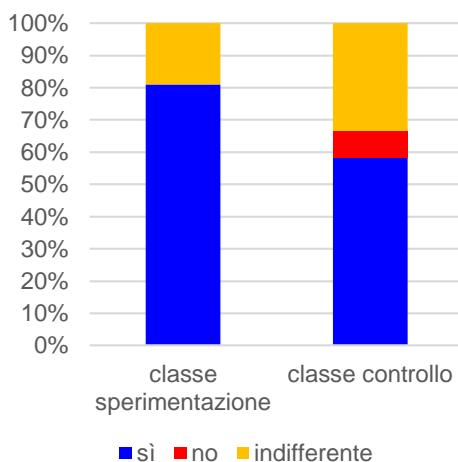
Due classi in parallelo

I dati seguenti si riferiscono a due classi prime di un liceo scientifico con tre ore settimanali di fisica, aventi lo stesso insegnante, appartenenti a due indirizzi diversi, ma equivalenti per livello e interesse iniziali.

Per monitorare l'apprendimento sono stati somministrati tre questionari: uno prima dell'inizio del percorso, uno al termine del percorso e l'ultimo a distanza di qualche mese. La loro analisi non ha evidenziato però differenze significative in termini di apprendimento. Nonostante l'insegnante abbia predisposto e somministrato una verifica di fine percorso rilevando che nella classe sperimentale la valutazione media è stata di 0.75 punti superiore a quella della classe di controllo, si ritiene prematuro giungere alla conclusione che questo approccio sia più efficace di altri per quanto riguarda l'acquisizione dei contenuti.

Ciò nonostante, i dati seguenti sembrano evidenziare una differenza in termini di motivazione e interesse tra la classe sperimentale, nella quale è stato proposto il percorso *Con la testa tra le nuvole*, e la classe di controllo, nella quale sono stati affrontati gli argomenti relativi agli strumenti di misura e alle proprietà termiche della materia, mediante un percorso tradizionale.

Questo percorso ti è sembrato interessante?



Osservazioni e suggerimenti

Classe sperimentale

- In alcuni esperimenti mi sarebbe piaciuto che potessero provare tutti l'esperienza e non solo alcune persone.
- Farei più esperimenti
- Ancora più lezioni pratiche.
- secondo me è di fare un po' più di teoria al posto di qualche esperimento.

Classe di controllo

- fare esperimenti più interessanti in laboratorio
- Lo renderei più interessante facendo più esempi
- cercherei di trovare un metodo di spiegare la teoria più coinvolgente
- Affronterei meno argomenti in modo da poter lavorare in modo più lento e chiaro
- fare più esperimenti
- andare più spesso in laboratorio

Nel sondaggio finale, e in un incontro conclusivo, gli studenti della classe sperimentale hanno espresso le loro opinioni relative alle attività svolte. Si ritiene utile riportarne una sintesi:

- Io non cambierei niente. Secondo me le attività sono state svolte in modo ottimale.
- Sinceramente, del percorso, non cambierei nulla, mi è piaciuto così come era
- Il progetto andava bene così secondo me

Una riflessione

Con la testa tra le nuvole fa parte della macro area *Fisica intorno a noi* ed è stato originariamente progettato per classi di prima liceo scientifico con tre ore settimanali di fisica. Il percorso, molto ampio, prevedeva che fosse l'insegnante a decidere quali attività proporre, attuando scelte che consentissero comunque di mantenere una struttura organica e significativa del percorso tematico. I tre insegnanti di liceo scientifico che hanno partecipato alla sperimentazione hanno però scelto di evitare le attività che si discostavano da quelle tradizionali.

Le classi hanno manifestato interesse e apprezzamento per le attività sperimentali proposte e gli insegnanti sono concordi nel ritenere che questo percorso sia interessante e meriti di essere riproposto.

La criticità evidenziata per questo percorso, così come per *Il telescopio*, riguarda il bilanciamento tra quello che gli studenti identificano come "la teoria" e l'attività sperimentale.

Un altro aspetto che merita attenzione riguarda le misconcezioni. L'analisi dei questionari rileva infatti quanto quelle relative ai concetti di calore e temperatura siano molto difficili da modificare, nonostante i tre insegnanti di liceo scientifico che hanno partecipato alla sperimentazione abbiano dichiarato di aver adottato modalità di lavoro che consentissero agli studenti di riconoscerle e affrontarle.

Bibliografia

- [1] Mayer M., *Conoscenza scientifica e conoscenza di senso comune*, Tesi di dottorato in Pedagogia Sperimentale (CEDE, Roma), 1987
- [2] Grimellini Tomasini N. e Segrè G., *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*, La Nuova Italia
- [3] Bocci, Malegori, Poli, *Fisica, i colori dell'universo*, Petrini
- [4] Yeo S. e Zadnik M., “Introductory thermal concept evaluation: Assessing students' understanding.”, *The Physics Teacher*. 39. 496-504. 10.1119/1.1424603, 2001
- [5] https://fisatm.files.wordpress.com/2013/01/qprelim_fisatm_2012-13.pdf
- [6] Lopez Arias T., *Fisica dell'atmosfera*, <https://fisatm.wordpress.com/>
- [7] Corso Tfa pas 2015, Università di Trento,
<https://tfapas2015fisicaunitn.files.wordpress.com/2015/01/meteo-e-td.pdf>

Conclusioni e sviluppi futuri

Nel triennio 2019-22 sono stati ideati, progettati e sperimentati quattro percorsi tematici nell'ambito di un rinnovamento del curriculo di fisica pensato per il primo biennio del liceo scientifico, avente una duplice finalità: da un lato suscitare l'interesse degli studenti rendendo esplicativi i collegamenti con la realtà, dall'altro portare nella pratica didattica quotidiana i risultati della PER proponendo agli insegnanti materiale strutturato da poter utilizzare in classe. Considerando l'interesse dimostrato da molti insegnanti di altri istituti, il progetto è stato da subito esteso anche ai trienni dei licei non scientifici.

La scelta dei quattro percorsi è il frutto di una lunga riflessione. Si è cercato, infatti, di individuare tematiche attuali e stimolanti per gli studenti e tali da permettere di intercettare gli argomenti cardine del biennio, così da agevolare la programmazione didattica dei docenti. Ci si è prefissi inoltre di avvicinare gli insegnanti al mondo della ricerca, invitandoli a sperimentare modalità di insegnamento-apprendimento ritenute efficaci dalla PER, con particolare attenzione alle misconcezioni e all'uso del laboratorio povero. Senza tralasciare infine il ruolo centrale che riveste la comunicazione, il processo di costruzione del sapere e la sperimentazione nello studio dei fenomeni fisici, naturali o indotti dall'uomo.

Nell'anno scolastico 2021-2022 e nei primi mesi dell'anno scolastico 2022-2023 hanno aderito e portato a termine la sperimentazione quindici insegnanti, con il coinvolgimento di dieci classi di liceo scientifico e dieci classi di licei non scientifici, per un totale di quasi 380 studenti.

In due casi l'apprendimento è stato monitorato mediante una classe di controllo. Nonostante le valutazioni medie delle classi sperimentali, relative alle verifiche in itinere preparate dagli insegnanti, siano state leggermente superiori a quelle delle classi di controllo e in considerazione del fatto che dal confronto tra i questionari iniziali e finali sembra non emergere una differenza sostanziale relativa all'appropriazione dei contenuti, si reputa prematuro giungere alla conclusione che questo approccio abbia influito in modo significativo sul processo di apprendimento. Per raccogliere dati significativi, come anticipato nell'introduzione, si dovrebbe pensare alla costituzione di un gruppo ricerca-azione pluriennale. Per attuare la sperimentazione, infatti, si è scelto di formare gli insegnanti e guidarli affinché potessero lavorare direttamente con gli studenti, senza il tramite di un ricercatore. Questa decisione è stata presa nella convinzione che, per ottenere risultati a lungo termine, sia fondamentale un coinvolgimento diretto degli insegnanti stessi. Così facendo, i docenti non hanno però avuto il tempo di interiorizzare i percorsi e le metodologie proposte in modo tale da rendere sempre significativamente efficiente il processo di insegnamento-apprendimento.

Tuttavia si ritiene che questa modalità abbia contribuito a rinforzare il legame tra il mondo della scuola e il mondo della ricerca, attraverso un'interazione costruttiva. Inoltre, dall'analisi dei questionari, è emersa la validità di questo approccio in termini di motivazione allo studio e di atteggiamento verso la disciplina, come auspicato in fase di progettazione. Nonostante infatti l'interesse per la fisica manifestato dagli studenti prima e dopo aver affrontato i percorsi sia rimasto pressoché costante, molti hanno trovato interessante il percorso sperimentato (Figura 63) e molti, nella sezione relativa ai suggerimenti, hanno espresso il desiderio che questo approccio possa essere esteso anche ad altri argomenti di fisica.

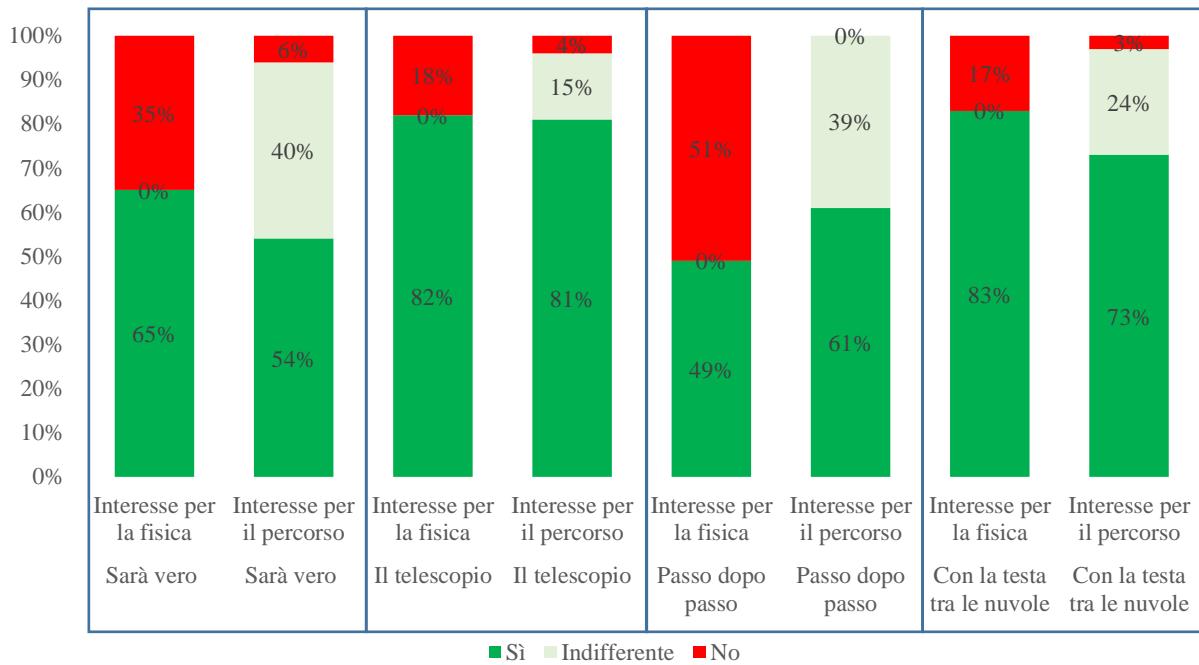


Figura 63 Confronto tra l'interesse manifestato per la fisica in generale e quello manifestato per il percorso sperimentato

Relativamente alla Figura 63, il fatto che un certo numero di studenti abbia ritenuto indifferente il percorso seguito non è un aspetto negativo. Si deve infatti tenere presente che hanno partecipato alla sperimentazione molti studenti di licei non scientifici, per i quali la fisica è una disciplina ostica, marginale e priva di interesse. Inoltre, per quanto riguarda i percorsi *Sarà vero?* e *Con la testa tra le nuvole*, molti studenti avevano evidenziato criticità relative alle scelte dell'insegnante, in particolar modo riguardo ai tempi complessivi dedicati al percorso e alle difficoltà nel bilanciare il tempo dedicato alle attività sperimentali e quello dedicato ai momenti di sintesi.

Questo lavoro di ricerca si è recentemente concluso con un'intervista ad alcuni insegnanti che hanno partecipato alla sperimentazione, dalla quale sono emerse alcune considerazioni interessanti.

Innanzitutto gli insegnanti hanno valutato positivamente l'esperienza e confidano di poter continuare a mantenere rapporti di collaborazione con il gruppo di ricerca in didattica della fisica dell'Università di Trento (LCSF). Inoltre, in alcuni istituti, questo progetto ha avuto importanti ricadute sull'organizzazione e sulla pratica didattica. In particolare, in un liceo veneto è stato approvato un incremento del monte ore di fisica al biennio, che permetterà di affrontare uno o più percorsi mediante un approccio laboratoriale, orientato all'acquisizione di competenze. In un liceo classico del bellunese sono stati riproposti due percorsi e l'insegnante ne ha progettato un terzo con struttura simile a quelli sperimentati, alla luce del fatto che l'impatto in termini di motivazione allo studio è stato notevole. Infine, in un liceo non scientifico della provincia di Trento si sta riflettendo sulla possibilità di costruire un intero curriculum utilizzando questi percorsi e integrandoli, laddove necessario, con nuove proposte.

L'impianto del progetto di rinnovamento del curriculum qui presentato è sicuramente migliorabile, ma si è trattato di un lavoro interessante perché ha permesso alla PER di entrare nelle scuole e a molti insegnanti di confrontarsi, mettersi in discussione e avvicinarsi in modo nuovo al mondo della ricerca in didattica della fisica.

Appendice

- Scheda *Osservazioni e domande*, da proporre agli studenti come momento di riflessione al termine di ogni attività.
- Esempio di griglia di osservazione per la valutazione del lavoro a gruppi.
- Suggerimenti di video, canali, animazioni, simulazioni.
- Bibliografia generica: gestione della classe, competenze, strumenti e metodologie per l'apprendimento.

Appendice

TITOLO _____

OSSERVAZIONI E DOMANDE

Rifletti con calma e riporta di seguito eventuali osservazioni, dubbi o domande a riguardo, così da discuterne con i compagni e con l'insegnante.

<h2 style="text-align: center;">Griglia di osservazione</h2> <p style="text-align: center;">del lavoro a gruppi</p>		
Classe _____	Studente _____	Scala: da 1 a 5
Rispetta le norme di sicurezza		
Comprende le consegne		
Partecipa al lavoro di gruppo con responsabilità		
Utilizza in modo appropriato i materiali		
Prende appunti e li rielabora		
Interagisce con i compagni: chiede chiarimenti, aiuta, propone		
Interagisce con l'insegnante o il tecnico: chiede spiegazioni, propone soluzioni, risponde alle domande		
Quando si esprime oralmente, utilizza un linguaggio chiaro e corretto		
Mostra competenze in ... (descrivere: stimare, ipotizzare, uso nuove tecnologie, rappresentazione grafica, calcolo, stesura testi scritti, coordinamento gruppo, risoluzione conflitti, ...)		

Video, canali, animazioni, simulazioni

L'insegnante potrà talvolta avvalersi di strumenti digitali, quali video, animazioni e simulazioni, purché il loro uso non si riduca a una sterile trasmissione del sapere, che rende gli studenti dei fruitori passivi.

I video suggeriti sono brevi, perché indirizzati ad adolescenti abituati a navigare in Internet, e si ritiene possano essere utili per stimolare interesse e curiosità.

Le animazioni, per loro natura, hanno il limite di essere state progettate “per funzionare”. Non dovrebbero quindi essere proposte in sostituzione di un esperimento, ma solo successivamente, perché consentono di modificare i parametri e di vederne gli effetti, in tempi ridotti.

I simulatori online e i software di simulazioni sono strumenti interessanti perché permettono agli studenti di avere un ruolo attivo.

Nella progettazione e realizzazione della simulazione lo studente può infatti rendersi conto di quanto debba essere approfondita la comprensione di un concetto, fenomeno, argomento.

Canali YouTube e video

Learn about weather

<https://www.youtube.com/channel/UCylCbuzRsB92Gc1l8ru6>

Vlg

Met Office - the United Kingdom's national weather service

AU Astronomy Demonstration Videos

<https://astro.unl.edu/video/demonstrationvideos/>

University of Nebraska-Lincoln astronomy education

Fisica a scuola – Applets

<https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=it>

Vaščák Vladimír RNDr. Střední průmyslová škola Zlín

Brevi video e podcast relativi alla meteorologia.

Brevi video esplicativi relativi a contenuti di astronomia, spesso accompagnati da schede per lo studente e per l'insegnante.

Animazioni interattive di fisica per la scuola superiore

Simulatori online

Simulatore di schemi ottici

<https://ricktu288.github.io/ray-optics/simulator/>

Rick Tu

Permette di costruire numerose configurazioni e di simulare i fenomeni della riflessione, della rifrazione utilizzando specchi, lenti, mezzi con indice di rifrazione diverso, diaframmi.

Telescope Simulator,

<https://telescopius.com/telescope-simulator>

Siti

Stellarium Web Online Star Map,

<https://stellarium-web.org/>

Software per creare simulazioni

Algodoo, <http://www.algodo.com/>

Simulatore di osservazioni via oculare, binocolo e camera.

Planetario accessibile anche senza necessità di scaricare il software.

Consente di creare molte simulazioni di meccanica. La libreria contiene una serie di simulazioni già pronte.

Bibliografia generica

Gestione della classe

- [1] La gestione della classe - formazione per neo assunti,
<https://www.ipseoapaola.edu.it/attachments/article/886/Lezione%20Gestione%20della%20classe.pdf>
- [2] Lo “spazio d’azione”, uno strumento per insegnare – Rivoluzionare lo “spazio-aula scuola” per una didattica attiva, http://www.rivistabricks.it/wp-content/uploads/2017/08/10_Equipe.pdf

Competenze

- [1] Una scuola per la vita: la didattica per persone competenti di Dario Nicoli,
http://www.edscuola.it/archivio/comprendere/una_scuola_per_la_vita.html

Strumenti e metodologie per l'apprendimento

- [1] Strumenti e metodologie per l'apprendimento - documento CONFAO,
http://www.ifsconfao.net/ifs/docs/Strumenti_per_le_competenze.pdf
- [2] Dieci punti per l'uso dei dispositivi mobili a scuola,
<https://www.miur.gov.it/documents/20182/0/Decalogo+device/da47f30b-aa66-4ab4-ab35-4e01a3fdceed>
- [3] Metodologie: IBSE, <http://www.metodologiedidattiche.it/2017/12/09/ibse/>
- [4] Metodologie: TEAL, <http://www.metodologiedidattiche.it/2017/12/09/teal/>

Postfazione

Per concludere, desidero far mio il “Manifesto per una scuola che (ancora) non c’è”, scritto da San Luca detto Sir Luke Thomas, da L’urlo di Vitruvio 3, maggio 2017,
https://www.liceodavincitn.it/images/sampledata/urlo_di_vitruvio/UrloDiVitruvio3_Maggio_2017.pdf, nella speranza che i termini “ancora non” possano finalmente essere omessi.

MANIFESTO PER UNA SCUOLA CHE (ANCORA) NON C’È

VORREI *che questo volantino venisse letto* 
prima di diventare un aeroplano

VORREI SVEGLIARMI LA MATTINA CON LA VOGLIA DI ANDARE A SCUOLA

vorrei **ESSERE ASCOLTATO** ♦ **vorrei** **UN’AULA SENZA CATTEDRA** ♦ **vorrei** **IMPARARE A DISCUTERE** ♦ **vorrei** **LEZIONI COINVOLGENTI**

vorrei UNA SCUOLA CHE NON FOSSE SOLO NOZIONISMO

vorrei una scuola che rispecchiasse i miei interessi

VORREI NON DOVER RIPETERE INFORMAZIONI SENZA AVERLE ELABORATE E CAPITE

vorrei

UNA SCELTA CONSAPEVOLE DEGLI INSEGNANTI E POTERLI GIUDICARE ATTRAVERSO DEI QUESTIONARI

VORREI CHE NESSUN PROFESSORE PERDESSE LA SUA PASSIONE
↓ meno rigidità nei programmi ministeriali

NON CONTARE I MINUTI CHE MANCANO AL SUONO DELLA CAMPANELLA

VORREI CHE I MIEI COMPAGNI NON PUNTASSERO SEMPRE A CIÒ CHE È MENO FATICOSO
VORREI CHE NEANMO I PROFESSORI PUNTASSEREO SEMPRE A CIÒ CHE È MENO FATICOSO

vorrei CLASSI IN CUI NESSUNO È APATICO, INDIFERENTE, ADDORMENTATO O SBADIGLIANTE

vorrei CHE I PROGRAMMI CONTASSERO IL FATTO CHE ABBIANO GIÀ ELEMENTARI E MEDIE ALLE SPALLE

vorrei CHE LE MIE “CAPACITÀ RELAZIONALI” VENISSERO GIUDICATE SU ALTRE BASI

vorrei non aver voglia di giocare al cellulare

Vorrei studiare non esclusivamente per ottenere un voto positivo, vorrei cancellare tutte le verifiche e interrogazioni, vorrei non aver bisogno di copiare, vorrei che non fossero solo i voti a contare e vorrei che non ci fossero pregiudizi sugli studenti

VORREI UNA SCUOLA CHE NON DEMONIZZI I CELLULARI

vorrei fiducia!

VORREI DIALOGO

finesse il continuo conflitto tra studenti e professori essere considerato tutto responsabile quanto un professore che i miei professori una mi rinfacciassero il loro lavoro

VORREI UNA SCUOLA CHE VALORIZZI LE PERSONALITÀ

Non diamoci la colpa a vicenda per ciò che non funziona, ma prendiamoci le nostre responsabilità impegnandoci a costruire una scuola che ci rispecchi.

VORREI UN CAMBIAMENTO