

REGIONE
TOSCANA



*Un approccio macroscopico ai
fenomeni termici*

*Grado scolastico: Secondaria di secondo
grado*

Area disciplinare: Fisica

Liceo Scientifico A.M.E. Agnoletti

Realizzato con il contributo della Regione Toscana
nell'ambito del progetto

Rete Scuole LSS a.s. 2019/2020

FENOMENI TERMICI

Dalla temperatura alla propagazione del calore



Un percorso effettuato in una prima liceo scientifico

Collocazione nel curriculum verticale

- Il percorso è pensato per essere realizzato nel primo biennio. I concetti di temperatura e calore verranno ripresi in quarta, e in tale classe verrà trattato l'aspetto microscopico.
- Per motivi contingenti il percorso quest'anno è stato effettuato in una classe prima di Liceo Scientifico Ordinario. In condizioni normali, tuttavia, si ritiene che sia meglio svolgerlo in una classe seconda, in particolare per la necessità di competenze matematiche.

Obiettivi essenziali di apprendimento

- Comprendere la diversità tra le grandezze fisiche calore e temperatura
- Acquisire i concetti di capacità termica e di calore specifico
- Saper analizzare fenomeni termici utilizzando la legge fondamentale della calorimetria
- Comprendere che le sensazioni di caldo e di freddo che si provano toccando un corpo non dipendono soltanto dalla temperatura dei due corpi a contatto.

Elementi salienti dell'approccio metodologico

- Le definizioni e le leggi sono il punto di arrivo, non quello di partenza, come invece accade nella trattazione svolta nei libri di testo
- La conoscenza viene costruita insieme agli studenti e non trasmessa dall'insegnante
- L'approccio ai contenuti è fenomenologico-induttivo

L'approccio può essere schematizzato come segue:

- Osservazione/presentazione di fenomeni, domande poste dalla Docente. Risposte degli alunni, alle volte oralmente, altre con un testo scritto
- Fase di discussione tra gli studenti, guidata dall'insegnante, che orienta il dibattito
- Si arriva infine ad una conclusione condivisa.

Materiali, apparecchi e strumenti impiegati

Diario di bordo (singolo e condiviso)

Fotocopie

Schede con esercizi e quesiti preparati dalla Docente

Schede per lo svolgimento di esperienze da svolgere a casa

Libro di testo (quasi esclusivamente per l'argomento densità, svolto all'interno della parte sulla Propagazione del calore)

Fornellino elettrico

Forno

Termometri

Calorimetri

Cubetti di ghiaccio e oggetti di vari materiali

Computer

Ambienti in cui è stato sviluppato il percorso

Aula

Laboratorio di fisica

Ambienti vari nelle case degli alunni

Tempo impiegato

Per la progettazione: circa 25 ore

Per lo sviluppo del percorso: circa 3,5 mesi
(dal rientro delle vacanze di Natale alla seconda metà di Aprile)

Per la documentazione: circa 30 ore

Nella quasi totalità dei libri di testo l'argomento «fenomeni termici» viene affrontato parlando di energia. In questo percorso, invece, **i fenomeni termici vengono trattati senza che sia nominata l'energia**, argomento che verrà affrontato in terza, dopo la cinematica (in seconda) e la dinamica (in terza). Si ritiene infatti che, per una reale comprensione dei fenomeni termici, sia meno difficoltoso adottare inizialmente una **concezione macroscopica** della temperatura. L'approccio microscopico ovviamente si basa su concetti astratti e rischia di portare ad uno studio puramente meccanico e quindi poco incisivo.

Anche storicamente l'introduzione del concetto di calore ha preceduto quello di energia.

Bibliografia

Arnold B. Arons, *Guida all'insegnamento della fisica*, Zanichelli, 1992

A. Baracca, M. Fischetti, R. Rigatti, *Fisica e realtà*, Cappelli editore, 1999

Ugo Besson, *Didattica della fisica*, Carocci editore, 2015

Graziano Cavallini, *La formazione dei concetti scientifici. Senso comune, scienza, apprendimento*, La Nuova Italia, 1999

Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti a cura di Nella Gramellini Tomasini, Giorgio Segrè, La Nuova Italia, 1991

Introduzione ai fenomeni termici I.I.S Gramsci Keynes, Laboratori del sapere scientifico, 2015/2016.

Descrizione del percorso didattico

Prima di iniziare il percorso sono state poste agli alunni le seguenti domande, alle quali dovevano rispondere per scritto (circa 15 minuti di tempo):

- **Cosa è il calore secondo te?**
- **Cosa è la temperatura secondo te?**
- **Per quale motivo, secondo te, toccando degli oggetti sentiamo sensazioni di caldo o di freddo?**

L' utilizzo di «cosa è» nel testo delle domande deriva dal fatto che non si voleva che gli alunni cercassero di ricordarsi una definizione (che potevano aver incontrato nello studio delle scienze) ma che esponessero quale fosse la loro idea su questi concetti, pensando anche all'esperienza quotidiana.

Tutte le domande sono servite soprattutto per far emergere eventuali misconcetti. Infatti, sull'argomento fenomeni termici, più che in altri, gli alunni si sono formati delle concezioni spontanee perché quotidianamente hanno avuto esperienze di tipo termico.

La classe era composta da 26 alunni ma gli alunni presenti erano 22.

Nelle risposte alla prima domanda 5 alunni hanno parlato di calore come energia, 2 di calore come forza, 3 di proprietà dei corpi e 1 addirittura di onde. Solo pochissimi hanno scritto frasi in cui si parla del calore come qualcosa che viene trasferito e comunque complessivamente le risposte non potevano considerarsi corrette.

Per quanto riguarda la seconda domanda 3 alunni non hanno risposto e ben 12 alunni hanno parlato di temperatura come misura del calore di un corpo.

Nella risposta alla terza domanda 9 alunni hanno attribuito la sensazione di caldo o di freddo alla temperatura del corpo o dell'oggetto, alcuni hanno scritto frasi poco comprensibili e solo 2 hanno accennato al materiale di cui è fatto il corpo.

Si riportano alcune risposte:

- 1) È l'aria calda che possiamo percepire ^{esercitata} ~~esercitata~~ da alcuni fenomeni o oggetti.
- 2) È ciò che percepiamo a livello di freddo-caldo in base ai fenomeni ^{atmosferici} e al tempo meteorologico.
- 3) Ai recettori tattili presenti ^{sulla} ~~nella~~ pelle che captano la sensazione di caldo o di freddo.

1) Secondo me il calore è una proprietà degli oggetti/corpi che si può trasmettere ^{ad altre parti} e ricevere da altre fonti.
Il calore è una ~~proprietà~~

2) La temperatura secondo me è un valore indicativo che è la conseguenza del calore. cioè, ad esempio, più è il calore più la temperatura sarà alta, meno è il calore più la temperatura sarà bassa.

3) Secondo me la sensazione di caldo o di freddo che si prova toccando un oggetto è dovuta dalla temperatura a cui il nostro corpo è sottoposto e dalla temperatura a cui è sottoposto l'oggetto.

Ad esempio, se in quel momento noi siamo sottoposti ad una temperatura molto bassa, fuori al freddo ed entriamo in un bar ~~in un bar~~ sentiremo subito molto caldo.

Oppure, al contrario, se siamo in una stanza calda e prendiamo qualcosa dal frigo sentiremo subito molto freddo.

Altre risposte:

DOMANDA 1

- Tutto il calore che si trova sulla Terra secondo me proviene dal Sole ed è una cosa astratta
- Il calore è una fonte di energia calda
- Il calore è una forza
- Il calore è una energia prodotta dagli oggetti che viene emanata per il lavoro
- Il calore secondo me è uno stato di un oggetto che è dato da molti fattori, tra cui il luogo

DOMANDA 2

- La temperatura , secondo me, è l'alternanza tra il calore e il freddo che incontriamo nei vari mesi dell'anno.
- La temperatura indica circa la quantità di calore che è presente in un determinato territorio, quindi se è caldo oppure se è freddo, può indicare anche la quantità di calore che è dentro di noi.
- La temperatura è la gradazione di calore che un corpo o un ambiente possiede.
- E' la misura del calore, ad esempio il calore corporeo quando viene misurato è detto temperatura corporea.

DOMANDA 3

- Secondo me la sensazione che percepiamo toccando un oggetto caldo o freddo è dovuta al fatto che questo emana freddo o caldo
- Io penso sia dovuta dalla temperatura di quell'oggetto
- E' dovuta al materiale con il quale è fatto e al luogo in cui si trova
- E' dovuta dal fatto che un oggetto trattiene dentro di sé il caldo o il freddo
- Penso che sia dovuta alla temperatura del nostro corpo, oppure a quella degli oggetti con i quali veniamo a contatto

Nelle risposte solo due alunni parlano di temperatura o calore come grandezze fisiche. Inoltre solo uno, riferendosi alla temperatura, scrive che si misura con il termometro. Probabilmente ciò a molti alunni non è sembrato importante.

Come già accennato prima, molti alunni non sanno distinguere tra i termini calore e temperatura oppure considerano la temperatura come una misura del calore contenuto in un corpo. **Emerge quindi la convinzione che il calore sia una proprietà dei corpi.** Questa è una concezione che abbiamo trovato diffusa già in altre classi ed è riportata anche in molti studi.

Come riporta Besson, inoltre, nel passato molti manuali di fisica e di scienze utilizzavano il termine calore per indicare l'energia cinetica associata al movimento molecolare e « .. molti manuali di scienze biologiche e di scienze della terra ancora considerano il calore come energia contenuta in un sistema» (Besson, pag. 148)

Dalle risposte si può infine notare come gli alunni utilizzino termini, quali ad esempio energia e lavoro, pur non conoscendone il significato.

I fenomeni termici sono fenomeni collegati con i concetti di caldo e freddo. Nella vita quotidiana rileviamo continuamente sensazioni di tipo termico che esprimiamo per mezzo dei concetti di caldo e freddo. Per evidenziare il carattere soggettivo di questi concetti si è posta la seguente domanda, alla quale gli studenti dovevano rispondere per scritto:

SECONDO VOI QUALI SENSAZIONI AVVERTIRA' UNA PERSONA IMMERGENDO LE DUE MANI IN ACQUA TIEPIDA, DOPO AVERLE IMMERSE UNA IN ACQUA FREDDA E L'ALTRA IN ACQUA CALDA?

Sono state lette alcune risposte e poi, discutendo, è emerso che quasi tutti gli alunni avevano pensato che la mano che era stata inizialmente immersa in acqua fredda avrebbe sentito l'acqua calda mentre l'altra avrebbe sentito l'acqua fredda. Solo un alunno ha avuto un'idea diversa: secondo questo alunno, se l'acqua calda fosse stata molto più calda di quella nell'altra

bacinella la mano immersa prima in quella avrebbe sentito freddo mentre l'altra non avrebbe sentito niente di diverso perché l'altra sensazione sarebbe stata più debole (a meno che l'acqua fredda non fosse stata molto più fredda).

Sono stati poi fatti altri esempi di situazioni che mostrano il **carattere soggettivo delle sensazioni termiche** e si è capito che, per avere dei valori oggettivi, serve uno strumento che misuri **una grandezza fisica collegata alle sensazioni di caldo e di freddo**. Tale grandezza è la temperatura e lo strumento è il termometro.

Il concetto fondamentale per la comprensione del funzionamento del termometro è quello di equilibrio termico. Per arrivare a introdurlo si è innanzi tutto proposta una esperienza. Varie ore prima della lezione sono stati posti sul bancone del laboratorio di fisica (di metallo) un tagliere di legno e una scatola di polistirolo.

Si è poi rivolta agli alunni la seguente richiesta:

TOCCATE IL BANCONE DEL LABORATORIO, IL TAGLIERE DI LEGNO E LA SCATOLA DI POLISTIROLO E SCRIVETE QUALE PUÒ ESSERE LA LORO TEMPERATURA , POI ORDINATELI DA QUELLO A TEMPERATURA PIÙ BASSA A QUELLO A TEMPERATURA PIÙ ALTA.

Alla lezione era presente un gruppetto di alunni di una terza media. Anche loro hanno effettuato la prova e si sono mostrati interessati.

Si riportano i valori indicati da alcuni alunni:

	Alunno 1	Alunno 2	Alunno 3
Bancone	12°-13°	4°	10°
Tagliere di legno	22-23°	14°	14°
Scatola di polistirolo	29°	28°	20°

Gli alunni erano stati informati del fatto che gli oggetti erano stati posti in laboratorio varie ore prima della lezione.

I valori delle temperature, come si vede anche dai dati sopra, sono stati abbastanza diversi ma per tutti gli alunni l'ordine, dalla temperatura più bassa a quella più alta, è stato il seguente:

- 1) Bancone**
- 2) Tagliere di legno**
- 3) Scatola di polistirolo**

Si è poi proposto agli alunni di pensare alle seguenti esperienze:

QUANDO UN SECCHIO D'ACQUA BOLLENTE VIENE POSTO IN UNA STANZA COSA ACCADE ALL'ACQUA NEL SECCHIO ?

QUANDO UN SECCHIO D'ACQUA VIENE POSTO IN UNA STANZA PIU' FREDDA DELL'ACQUA COSA ACCADE ALL'ACQUA NEL SECCHIO ?

Quasi tutti gli alunni sono stati concordi nel dire che, nel primo caso, l'acqua nel secchio si sarebbe raffreddata mentre nel secondo caso si sarebbe scaldata e che, in entrambi i casi, la temperatura dell'acqua ad un certo punto si sarebbe stabilizzata. Siamo arrivati così ad introdurre il concetto di **equilibrio termico**.

Un ragazzo, riguardo alla seconda esperienza, ha pensato al fatto che se l'acqua bolliva si sarebbe verificato un cambiamento di stato (studiato a scienze). Forse in futuro, per non avere «distrazioni» dal nostro scopo, potremmo parlare di acqua molto calda.

Pensando anche ad altre esperienze siamo arrivati a dire che, in generale, quando due corpi, uno più caldo dell'altro, vengono posti a contatto, quello più caldo si raffredda e quello più freddo si riscalda fino a che non si raggiunge una situazione di equilibrio . Tale equilibrio è detto equilibrio termico.

A CIASCUNO DEI DUE CORPI IN EQUILIBRIO TERMICO SI ATTRIBUISCE LA STESSA TEMPERATURA.

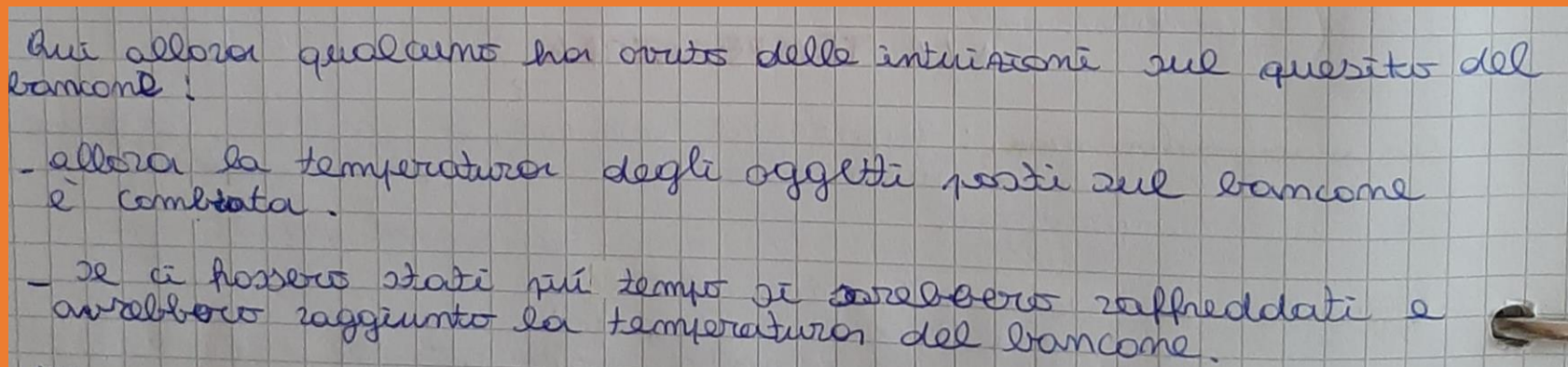
Si è poi introdotto il Principio zero della Termodinamica:

SE DUE CORPI SONO IN EQUILIBRIO TERMICO CON UN TERZO CORPO ALLORA SONO IN EQUILIBRIO TERMICO TRA LORO.

A questo punto si è chiesto agli alunni se, dopo quanto avevamo capito in seguito alle esperienze «ideali» relative al secchio d'acqua, avevano qualcosa da osservare riguardo all'esperienza delle temperature da stimare.

Una alunna ha detto che probabilmente se tenessimo molto tempo (giorni) il tagliere e la scatola di polistirolo sul bancone la temperatura diventerebbe quella del bancone.

Anche altri ragazzi si sono dichiarati d'accordo con lei. Nessuno ha ipotizzato che gli oggetti potessero aver già raggiunto l'equilibrio termico. Da un diario di bordo:



Qui allora qualcuno ha avuto delle intuizioni sul quesito del bancone!

- allora la temperatura degli oggetti posti sul bancone è cambiata.
- se ci fossero stati più tempo si sarebbero raffreddati e avrebbero raggiunto la temperatura del bancone.

A questo punto abbiamo misurato le temperature degli oggetti con un termometro da cucina (con uno a liquido non sarebbe possibile) e abbiamo ottenuto che i vari oggetti avevano tutti la stessa temperatura, circa 19 gradi.

Una parte della classe non era però convinta di questa conclusione, qualcuno ha ipotizzato che il termometro utilizzato fosse rotto!

Allora l'insegnante ha tenuto il termometro stretto nella mano e abbiamo così potuto osservare che non era rotto, infatti la temperatura indicata dal termometro è aumentata. Gli alunni sono rimasti molto colpiti dalla conclusione raggiunta.

SUCCESSIVAMENTE:

- Introduzione del fenomeno della **DILATAZIONE TERMICA**
- Trattazione dell'argomento **TERMOMETRO**, evidenziando l'importanza dell'utilizzo dei cambiamenti di stato nella taratura di un termometro a liquido.

Per spiegare alcuni fenomeni termici però la grandezza fisica temperatura non è sufficiente. Ad esempio, nei passaggi di stato, si hanno corpi aventi temperature diversi ma la temperatura del corpo in cui sta avvenendo il passaggio di stato non cambia finché tale passaggio non è completato.

E' emersa così la necessità di definire una nuova grandezza fisica, detta calore.

- ❖ E' stato introdotto il **CALORE** come una qualcosa che passa dal corpo più caldo a quello più freddo.
- ❖ Abbiamo cercato di capire, condotti da domande poste dalla Docente, come ottenere “misure” di calore senza aver dato una definizione di esso.

Il percorso è poi continuato con varie esperienze in laboratorio.

Domande

SECONDO VOI, COME POSSIAMO OTTENERE QUANTITÀ DI CALORE UGUALI UTILIZZANDO UNA PIASTRA ELETTRICA?

SECONDO VOI, COME POSSIAMO OTTENERE UNA QUANTITÀ DI CALORE DOPPIA DELL'ALTRA ?

In seguito a queste domande siamo arrivati a capire che possiamo ritenere che il calore trasmesso dalla piastra ad un corpo sia direttamente proporzionale al tempo in cui il corpo viene tenuto sulla piastra e quindi che dalla misura dei tempi possiamo dedurre le relazioni tra le quantità di calore fornite ai corpi posti sul fornellino.

Leggendo i diari di bordo sembra che la risposta alla prima domanda non abbia creato problemi. In realtà inizialmente i ragazzi non avevano idee, poi, insistendo, ci sono arrivati.

Dal diario di bordo condiviso:

« Per comprendere meglio cosa fosse la QUANTITÀ di CALORE abbiamo messo due corpi su una piastra elettrica, e riguardo a questo la professoressa ci ha fatto delle domande:

-Secondo voi, come possiamo ottenere quantità di calore uguali utilizzando una piastra?

-Secondo voi, come possiamo ottenere una quantità di calore doppia dell'altra?

-Alla prima domanda abbiamo risposto che lo avremmo potuto fare mettendo 2 corpi sulla piastra per lo stesso tempo.

-Alla seconda domanda abbiamo risposto che dovremmo tenere uno dei due corpi sulla piastra il doppio del tempo dell'altro. »

I primi esperimenti hanno riguardato la relazione tra la quantità di calore fornita ad uno o più corpi e le corrispondenti variazioni di temperatura.

Dopo ogni esperimento abbiamo chiesto agli alunni cosa potevano dedurre da esso.

Non è semplice per i ragazzi capire cosa si può e cosa non si può dedurre da una osservazione o da un esperimento.

Spesso gli alunni tendono a sostenere che si possono trarre delle conclusioni o addirittura ricavare relazioni tra grandezze coinvolte (soprattutto se sanno qualcosa dell'argomento), che invece sono impossibili da dedurre da quanto effettuato.

ESPERIMENTO N° 1

MISURA DELLE VARIAZIONI DI TEMPERATURA DI DUE CORPI POSTI SULLA STESSA PIASTRA PER LO STESSO TEMPO.

I due corpi erano uno di acqua e uno di olio, le masse non erano conosciute ma non erano molto diverse. I due corpi, chiamati corpo 1 e corpo 2 per non concentrare l'attenzione sulle sostanze, sono stati tenuti sulla piastra per un minuto e mezzo. Un alunno cronometrava il tempo e un altro misurava le temperature. La sensibilità del termometro utilizzato era di 1°C . La variazione di temperatura del corpo 1 è stata di 2°C mentre quella del corpo 2 di 13°C .

Dal diario di bordo condiviso:

*«Dopo aver finito l'esperimento la professoressa ci ha chiesto:
Cosa possiamo dedurre dall'esperienza effettuata?*

L'alunna M. ha risposto:

Forse possiamo dedurre che l'acqua assimila meno calore dell'olio.

E la professoressa per farci capire se questa risposta era giusta o sbagliata, ci ha fatto un'altra domanda:

La quantità di calore fornita ai due corpi era uguale o diversa?

A questa domanda abbiamo risposto tutti allo stesso modo, ovvero che la quantità di calore fornita ai due corpi era uguale perché erano stati entrambi sul fornello per lo stesso tempo.

Quindi, attraverso questa risposta, abbiamo capito che l'affermazione detta dall'alunna M. non era corretta, e dall'esperienza effettuata abbiamo capito che se a due corpi viene fornita la stessa quantità di calore, non è detto che si ottenga la stessa variazione di temperatura; cioè in alcuni casi potremmo ottenere delle variazioni di temperatura diverse. »

Ci siamo poi concentrati su un corpo solo e il primo obiettivo è stato quello di capire quale fosse la relazione tra la quantità di calore fornita ad un corpo e la sua variazione di temperatura.

Anche il concetto di relazione (matematica) tra grandezze non è un concetto semplice per gli alunni. Lo avevamo incontrato già varie volte nella prima parte dell'anno ma è capitato spesso, durante il percorso, che gli alunni mostrassero di non averlo chiaro.

ESPERIMENTO N° 2

MISURA DEI TEMPI CHE OCCORRONO PER OTTENERE DETERMINATE VARIAZIONI DI TEMPERATURA NEL CASO DI UN CORPO FISSATO.

Le misure ottenute sono le seguenti:

Tempo (min)	Temperatura (°C)
0	18
1	26
2	37
3	49
4	60

Vista la relazione tra il tempo e la quantità di calore, alcuni alunni hanno dedotto che le grandezze quantità di calore fornita e variazione di temperatura sono grandezze direttamente proporzionali. Si è fatto allora notare che dalle nostre misure ciò poteva solo ESSERE IPOTIZZATO.

Dal **diario di bordo condiviso**:

*Riprendendo la questione precedente la quantità di calore fornita ad un corpo e la corrispondente variazione di temperatura **sembrano** essere grandezze direttamente proporzionali. Per poter confermare questa teoria bisogna:*

Considerare gli errori commessi

Considerare quantità di calore/tempo quintupli, sestupli,...

Considerare altri corpi

I fisici più esperti hanno confermato la teoria facendo altri esperimenti con la massima precisione.

Ne è seguita quindi una discussione dalla quale sono emersi gli errori commessi, sistematici o accidentali, e altri problemi collegati al modo in cui abbiamo effettuato le misure (ad es. la dispersione di calore nell'ambiente)

QUINDI:

fissato il corpo $\frac{Q}{\Delta T}$ è **COSTANTE**



a tale rapporto costante si è dato il nome di **CAPACITA' TERMICA** del corpo (simbolo : **C**)

Collegandoci con il primo esperimento svolto è stato poi chiesto agli alunni di rispondere per scritto alla seguente domanda:

QUALE CAPACITÀ TERMICA SARÀ MAGGIORE: QUELLA DEL CORPO 1 O QUELLA DEL CORPO 2? MOTIVATE LA RISPOSTA

Sono state poi lette alcune risposte. Una buona parte degli alunni interpellati sono riusciti a rispondere correttamente, anche se non sempre motivando in maniera soddisfacente.

ESPERIMENTO N° 3

MISURA DEL TEMPO NECESSARIO PER OTTENERE LA STESSA VARIAZIONE DI TEMPERATURA NEL CASO DI DUE MASSE DELLA STESSA SOSTANZA, UNA DOPPIA DELL'ALTRA

Raddoppiando le masse il tempo per ottenere una fissata variazione di temperatura è poco più che raddoppiata (1min 30s per una massa di 150g e 3min 22s per una massa doppia) e quindi anche la quantità di calore necessaria.

E' nuovamente emersa la necessità di chiarire che non possiamo dedurre solo da questa esperienza che la quantità di calore fornita ad un corpo per ottenere una variazione di temperatura fissata e la massa del corpo sono direttamente proporzionali (vedi diario di bordo allegato) . Per superare questo problema è stato proposto di pensare a quanti possibili grafici (e quindi relazioni) si potevano ottenere conoscendo solo le due misure relative alle grandezze in esame.

Come possiamo dimostrare che due grandezze sono direttamente proporzionali, cioè che al raddoppiare, triplicare della massa raddoppia, triplica anche il tempo necessario per raggiungere la stessa variazione?

La parte in rosso è stata inserita dalla Docente.

Per dimostrare ciò dovremmo fare più prove con la stessa massa, che è quello che fanno i fisici; provare con massa tripla e guardare cosa succede, oppure cambiare massa e provare per esempio con l'olio o altre sostanze.

(Con questo esperimento abbiamo dimostrato ciò che supponevamo sin dall'inizio:

al raddoppiare, triplicare della massa raddoppia, triplica la quantità di calore necessaria per raggiungere la stessa variazione di temperatura.)

E' stato dimostrato sperimentalmente ciò che possiamo supporre dalla nostra esperienza cioè che LA QUANTITA' DI CALORE CHE DEVE ESSERE FORNITA AD UN CORPO per ottenere una fissata variazione di temperatura E LA MASSA DEL CORPO SONO GRANDEZZE DIRETTAMENTE PROPORZIONALI.

Bisogna tenere presente che spesso gli alunni commettono errori anche più gravi perché ritengono che due grandezze siano direttamente proporzionali se all'aumentare di una aumenta anche l'altra. Quasi tutti gli alunni arrivano dalle medie con questa concezione e non è semplice farla superare.

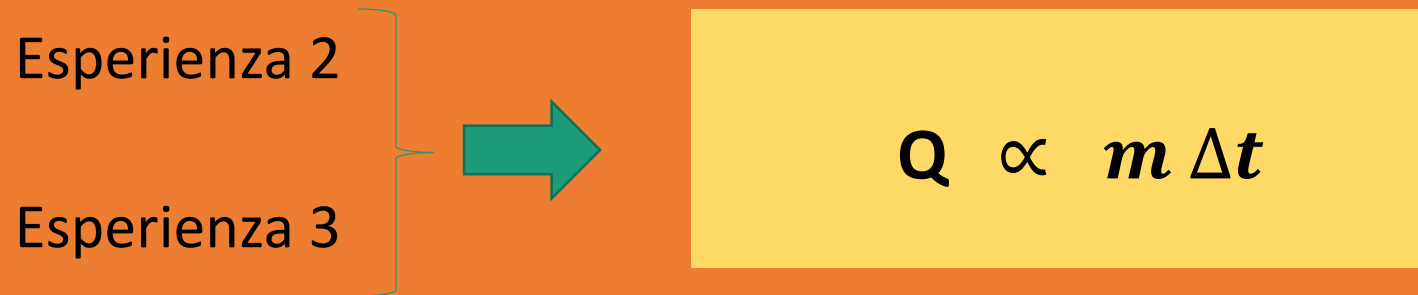
Successivamente si è:

- ❖ Parlato della **TEORIA DEL CALORICO**
- ❖ Definito la **CALORIA** e di conseguenza l'unità di misura della capacità termica

- ❖ Determinato il **significato della capacità termica di un corpo** (come quantità di calore (in calorie) che deve essere fornita ad un grammo del corpo per ottenere una variazione di temperatura di 1°C)

La caloria non è stata definita prima perché la definizione contiene il riferimento alla massa. A questo punto però, nonostante la definizione contenga anche il riferimento alla sostanza, si è ritenuto che la definizione non fosse ulteriormente procrastinabile. Nessun alunno ha chiesto perché nella definizione si parlasse di acqua.

Sapendo che la quantità di calore fornita ad un corpo è direttamente proporzionale sia alla massa che alla variazione di temperatura abbiamo poi dedotto che la quantità di calore fornita è direttamente proporzionale al loro prodotto:



Lo step successivo è stato quello di indagare sulla **costante di proporzionalità**

A questo scopo abbiamo posto agli alunni la seguente domanda:

SE MESCOLIAMO DUE MASSE UGUALI DI ACQUA A TEMPERATURE DIVERSE, AD ESEMPIO A 20°C E 40°C, QUALE SARÀ LA TEMPERATURA DI EQUILIBRIO?

Tutti gli alunni, ad eccezione di uno, hanno risposto 30°C cioè la media delle temperature. Secondo questo alunno ciò sarebbe successo solo se le due masse fossero state uguali.

Prima di procedere a determinare quale fosse la risposta corretta si è chiesto quali problemi ci possono essere se si mescolano due masse di acqua uguali in un contenitore e si misura la temperatura di equilibrio. Gli studenti non hanno avuto difficoltà ad individuare il problema fondamentale:

- Procedendo con un pentolino, come fatto fino a questo momento, la temperatura dell'acqua sarebbe variata anche perché quest'ultima si trovava a contatto con l'aria

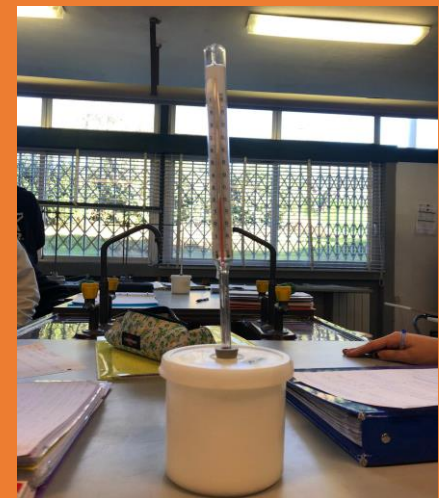
A questo punto la Docente, per «risolvere» questo problema, ha introdotto il **CALORIMETRO**.

Successivamente abbiamo effettuato il seguente esperimento:

ESPERIMENTO N° 4

MISURA DELLA TEMPERATURA DI EQUILIBRIO NEL CASO DI DUE MASSE DI ACQUA DIVERSE

L'esperimento questa volta è stato effettuato a gruppi. La temperatura di equilibrio è venuta molto diversa dalla temperatura media.



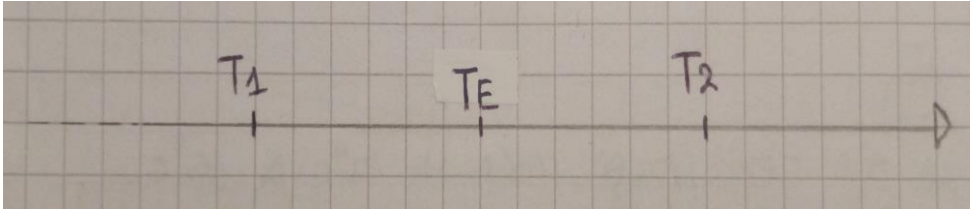
Conclusione tratta dal diario di bordo condiviso:

Abbiamo così MISURATO la temperatura di equilibrio: il valore è stato di 23°C.

*Tale temperatura non si è posizionata a metà tra le due temperature e quindi **si è rilevata corretta l'intuizione dell'alunno che prevedeva che la temperatura di equilibrio non sarebbe stata la media se le due masse fossero state diverse.***

Successivamente gli alunni hanno rappresentato su una retta le temperature iniziali e la temperatura di equilibrio e calcolato le variazioni di temperatura sia nel caso di masse uguali che nel caso di masse diverse.

$$T_1=20^\circ\text{c} \quad T_2=40^\circ\text{c} \quad T_e=(20^\circ\text{c}+40^\circ\text{c}):2= 60^\circ\text{c}:2= 30^\circ\text{c}$$



$$\Delta T_1 = 30^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = 30^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} = -10^\circ\text{C}$$

Una volta trovata le variazioni delle due temperature T_1 e T_2 con la temperatura di equilibrio T_e possiamo notare che hanno lo stesso valore assoluto: infatti durante la lezione qualcuno aveva ipotizzato che le variazioni di temperatura fossero uguali, quando in verità ad essere uguale è solo il valore assoluto delle due variazioni di temperatura.

$\Delta T_1 = -\Delta T_2$ ← *ciò significa che i valori delle due variazioni di temperatura sono opposti.*

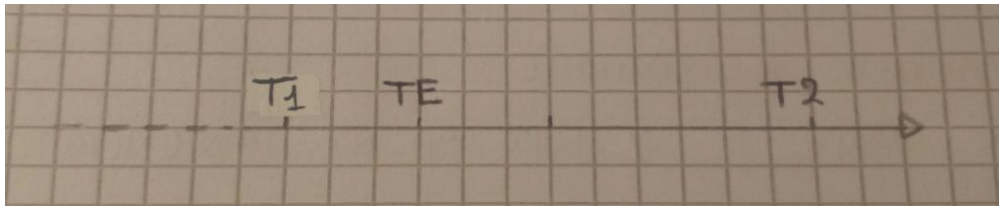
$$|\Delta T_1| = |\Delta T_2|$$

Tuttavia in laboratorio avevamo due masse diverse della stessa sostanza. Alla fine dell'esperienza la temperatura di equilibrio non era la media tra le due:

$$m_1 \neq m_2$$

$$m_1 = 2m_2$$

$$T_e \neq (T_1 + T_2) : 2$$



A tutti i gruppi la temperatura di equilibrio è venuta più vicina alla temperatura della massa maggiore.

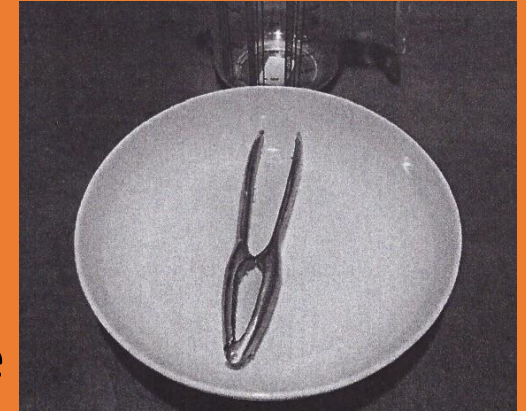
$$|\Delta T_1| > |\Delta T_2|$$

Perciò il valore assoluto della variazione di temperatura della massa maggiore è minore rispetto a quella della massa minore.

ESPERIENZA «DELLO SCHIACCIANOCI» IN FORNO

E' stata assegnata per casa la seguente esperienza:

- 1 Prendete, se lo avete, uno schiaccianoci completamente di metallo, altrimenti prendete un cucchiaio o un coltello interamente di metallo e riscaldatelo nel forno di casa a 250°C (per circa 15minuti)
 - 2 Togliete l'oggetto dal forno e immergetelo in una quantità di acqua di massa paragonabile alla sua prendendolo con una presina. Usate l'acqua del rubinetto.
 - 3 Dopo un po' mettete un dito nell'acqua per valutare la temperatura finale
- FATE ATTENZIONE A NON BRUCIARVI**



Anche se una parte si è concentrata su osservazioni diverse dalla temperatura finale (ad esempio lo sfrigolio dell'acqua quando hanno immerso l'oggetto in metallo) molti, ma non tutti, hanno osservato con sorpresa che **la temperatura dell'acqua aumentava « poco » mentre l'oggetto si era raffreddato « molto ».**

Ho ~~pesato~~ messo dopo 1 minuto il dito nell'acqua, questa mi è sembrata leggermente più calda, ma non di molto. Credo che avrei dovuto sentire una variazione un po' più consistente rispetto alle mie sensazioni, per un passaggio di calore fra il ~~me~~ lo schiaccianoci e l'acqua; forse perché l'acqua non ricopriva lo schiaccianoci.

deformarsi o struggersi). Ho aspettato un attimo prima di toccare l'acqua per sentire la temperatura finale, ma una volta immerso il dito mi sono resa conto che l'acqua era fredda, non si era scaldata e come essa, anche il cucchiaino si era già raffreddato. Personalmente sono rimasta colpita da come si è comportato il corpo in acciaio, non mi aspettavo nessuna di queste reazioni ma soprattutto non credevo che il corpo perdesse calore così velocemente.

velocemente il cucchiaino dal forno e l'ho immerso nella massa d'acqua. Infine ho aspettato ed che la temperatura si sia stabilizzata. Ho messo un dito nell'acqua per valutare la temperatura finale.

CONCLUSIONI:

La temperatura finale dell'acqua è, secondo la percezione avuta dal mio dito, aumentata leggermente. Anche se le masse prese in considerazione sono uguali ma hanno temperature diverse non è detto che la temperatura d'equilibrio sia la media della somma delle due temperature perché i due corpi non sono dello stesso materiale. Poi ho considerato anche altre

In questo caso, quindi, pur essendo le masse dei due corpi praticamente uguali, la variazione di temperatura era stata diversa.

Dal diario di bordo di una alunna:

V. ad un certo punto è intervenuto descrivendo le due sostanze nel momento del contatto. Descrive il fenomeno come la frittura: l'acqua sale improvvisamente di temperature arrivando all'ebollizione per poi dopo pochissimi secondi tornare a un temperatura più bassa.

A questo punto sono intervenuta io dicendo che a differenza della precedente esperienza la temperatura di equilibrio tra i due corpi, nonostante avessero la stessa massa, non era la media tra le due temperature.

Parlandone in classe abbiamo capito il motivo:



- LA DIVERSA VARIAZIONE DI TEMPERATURA SI PUO' ATTRIBUIRE AL FATTO CHE IN QUESTA ESPERIENZA I DUE CORPI SONO DI SOSTANZE DIVERSE.

Quindi.....

La costante di proporzionalità tra la quantità di calore fornito ad un corpo e il prodotto tra la massa e la variazione di temperatura del corpo non è la stessa per tutti i corpi:



TALE COSTANTE DIPENDE DAL MATERIALE DI CUI E' COSTITUITO IL CORPO



A tale costante è stato attribuito il nome di **CALORE SPECIFICO** DI UNA SOSTANZA :

$$c = \frac{Q}{m\Delta t}$$

Siamo quindi arrivati a scrivere...

$$Q = c m \Delta t$$

Questa relazione matematica riassume tutte le relazioni scoperte durante le nostre lezioni.

Da questa siamo poi arrivati alla relazione che ci permette di determinare la temperatura di equilibrio nel caso di due corpi messi a contatto e aventi temperature diverse:



$$m_1 c_1 \Delta t_1 = - m_2 c_2 \Delta t_2$$

Ciò non è stato immediato. Si veda ad esempio la prima proposta riguardo alla relazione tra le quantità di calore dei due corpi posti a contatto:

-Proporzionalità inversa $Q_1=1/Q_2$ quindi se $Q_2=300$
allora $Q_1=1/300$



L'utilizzo di questa equazione è risultato molto difficoltoso agli alunni. La causa principale è stata la non conoscenza della risoluzione delle equazioni (affrontata solo alle medie). La Docente aveva precedentemente introdotto le proprietà delle uguaglianze ma, nonostante questo, molti alunni avevano problemi a risolvere i problemi assegnati.

Quando il percorso è arrivato a questo punto è subentrata la chiusura della scuola in presenza, a causa del Coronavirus . Vista la difficoltà che molti alunni avevano incontrato in classe, si è fornita una scheda con un esercizio guidato sulla determinazione della temperatura di equilibrio e successivamente una scheda con l'esercizio svolto. Chiaramente dover affrontare questi problemi durante la DAD non ha certo aiutato.

Il percorso a questo punto avrebbe previsto l'esperienza della determinazione del calore specifico di un solido, da effettuarsi a gruppi ma, ovviamente, non è stato possibile effettuarla.

L'ultima parte del percorso ha riguardato la **PROPAGAZIONE DEL CALORE** (documentata solo parzialmente). Per introdurla è stata assegnata per casa la seguente esperienza:

ESPERIENZA DEI CUBETTI DI GHIACCIO

Prendete due cubetti di ghiaccio più o meno dello stesso volume e poneteli uno su una superficie di metallo e l'altro su una superficie di legno.

Determinate se:

- a) impiegano lo stesso tempo per sciogliersi
- o
- b) quello posto sul metallo impiega meno tempo a sciogliersi
- o
- c) quello posto sul legno impiega meno tempo a sciogliersi



Fate tre foto che mostrino entrambi i cubetti in varie fasi dell'esperienza e misurate i tempi che impiegano a sciogliersi (non importa che misuriate i secondi).

Alcuni alunni hanno cercato di spiegare la differenza tra i tempi misurati dicendo che ciò era dovuto al fatto che il legno è un cattivo buon conduttore di calore mentre il metallo è un buon conduttore di calore, ma senza spiegare cosa volesse dire (noi non avevamo ancora introdotto questo termine), scambiando così «l'antecedente con il conseguente».

Ci siamo anche **ricollegati all'esperienza iniziale** (sulle temperature del bancone, del tagliere e della scatola di polistirolo). Il percorso è poi proseguito con l'introduzione del **coefficiente di conducibilità termica** e l'analisi dei modi di propagazione del calore (l'irraggiamento, per ovvi motivi, è stato solo accennato)

Siamo finalmente arrivati a scoprire a cosa sono da attribuirsi le differenti sensazioni (di caldo e di freddo) che si possono sentire anche toccando oggetti aventi la stessa temperatura!

Le domande poste all'inizio del percorso sono state riproposte alla fine, sempre senza valutazione. Gli alunni non erano stati preavvisati. Si allegano i questionari di tre alunni, che hanno ottenuto, sia in questo percorso che complessivamente nel corso dell'anno, profitti diversi, anche non sufficienti.

1) Quando metto a contatto due corpi, uno più freddo e uno più caldo quello più caldo cederà calore a quello più freddo. Inoltre il calore dipende dalla massa di un corpo.

2) La temperatura di un corpo è contrariamente dal calore che non dipende dalla massa di un corpo. purché se ho prendiamo due masse diverse d'acqua ^{e le mescoliamo insieme} la temperatura sarà la stessa.

3) Se ad esempio tocchiamo due oggetti in una stessa ^{sostanza} ~~stessa~~, uno di metallo e uno di legno sentiremo quello di metallo più freddo anche se la temperatura è la stessa. Lo sentiamo più freddo perché propaga il calore ~~più~~ più velocemente.

1) Non è una sostanza né un corpo. Si può misurare in calore (cal) la calore è la quantità di calore che serve per aumentare di 1°C la temperatura di 1 g di acqua distillata.

2) È il grado di calore presente in ogni corpo.

3) Le sensazioni di caldo e di freddo, ~~mentre~~ sensazioni soggettive. Queste sensazioni dipendono anche dal materiale da cui sono composti gli oggetti che tocchiamo, se sono buoni o cattivi conduttori di calore.

~~Tutti~~ Un corpo è un buon conduttore di calore se propaga velocemente calore.

1) Il corpo di calore quando si mettono a contatto due corpi a temperature diverse e quello più caldo si raffredda e quello più freddo si riscalda e succede ciò perché quello più caldo cede una quantità di calore e quello più freddo riceve.

1) Il termine calore è utilizzato nelle situazioni in cui abbiamo 2 corpi a contatto, uno più caldo e uno più freddo e quello più caldo cede appunto calore all'altro corpo. Il passaggio che c'è tra i due corpi a contatto non è un passaggio di materia, poiché il calore non è una sostanza, a differenza di ciò che credevano i fisici nel '700 con la teoria del Calorico. La quantità di calore fornita ad un corpo è una grandezza fisica e la sua unità di misura è la caloria.

2) La temperatura è una grandezza fisica che si misura con il termometro e ha come unità di misura il grado, o celsius o fahrenheit. La temperatura ^{di un corpo} si distingue dal calore ^{calore} perché non dipende dalla massa di quel corpo. La temperatura è una caratteristica di un corpo che può variare, non è quindi un qualcosa che viene fornito al corpo come il calore.

3) Le sensazioni di caldo e freddo sono sensazioni soggettive, però è possibile avere la sensazione che due corpi alla stessa temperatura uno è più caldo e uno più freddo, ciò è dovuto alla sua conducibilità termica.

Verifiche degli apprendimenti

Tipologie impiegate

- Domande a risposta aperta
- Test a scelta multipla
- Domande orali
- Schede delle esperienze svolte a casa
- Diario di bordo (solo per una verifica formativa)

COMPITO 1D

12/2/2020

NOTA BENE

Negli esercizi scrivi sempre le relazioni utilizzate

1) Spiega come si tara un termometro in gradi Celsius (non devi spiegare solo la parte operativa ma anche i fenomeni fisici connessi)

2) Spiega il primo esperimento che abbiamo effettuato sul calore, indicando anche cosa possiamo dedurre da esso

3) A due corpi viene fornita la stessa quantità di calore e il corpo 2 ha una variazione di temperatura doppia di quella del corpo 1. Dopo aver dato la definizione di capacità termica scrivi qual è la relazione tra le capacità termiche dei corpi, C_1 e C_2 , motivando la risposta.

4) Spiega l'esperimento svolto in laboratorio riguardante la relazione tra la quantità di calore fornita ad un corpo e la variazione di temperatura del corpo indicando anche qual è in generale la proporzionalità tra tali grandezze. Indica anche quali sono gli errori che possiamo aver commesso durante le misure.

5) Ad un corpo vengono fornite 700 cal e la sua temperatura aumenta di $2,5^\circ\text{C}$

a) Determina la quantità di calore necessaria per far aumentare la sua temperatura di 5°C . Motiva la risposta

b) Determina la variazione di temperatura che subirebbe il corpo se la quantità di calore fornita fosse di 450 cal

6) a) Disegna un grafico che rappresenti la relazione tra la quantità di calore fornita ad un corpo e la corrispondente variazione di temperatura (la quantità di calore in ordinata e la variazione di temperatura in ascissa). MOTIVA la scelta fatta.

b) Disegna nello stesso sistema di riferimento la curva riguardante un corpo avente una capacità termica minore. MOTIVA la scelta fatta.

1D Fenomeni termici

Nome _____ Classe _____ Data _____

1 - Scelta multipla

Scegli la risposta che ritieni corretta, poi fai clic su Conferma.

In una bacinella con 950 g di acqua a 82°C si immerge un oggetto di alluminio di massa 450 g, a 4°C . Determina quanto vale la temperatura all'equilibrio termico. Il calore specifico dell'alluminio è $0,22 \text{ cal}/(\text{g}^\circ\text{C})$

75°C

40°C

62°C

48°C

9°C

2 - Scelta multipla

Scegli la risposta che ritieni corretta, poi fai clic su Conferma.

Le finestre di una casa occupano un'area totale di 30m^2 (conducibilità del vetro: $\lambda_v = 0,24 \text{ cal}/(\text{s m}^\circ\text{C})$) La temperatura interna è di 20°C mentre quella esterna è $-5,0^\circ\text{C}$. Sapendo che la quantità di calore che attraversa le finestre in 1 secondo è $4,5 \cdot 10^4 \text{ cal}$ determina lo spessore del vetro.

Se lo spessore del vetro fosse il doppio quale sarebbe la quantità di calore che attraversa le finestre in 1 secondo?

Motiva la risposta sul quaderno

6,5 MM

2,3 DM

4,0 MM

4,8 CM

3,6 CM

3 - Scelta multipla

Scegli la risposta che ritieni corretta, poi fai clic su Conferma.

La densità del piombo è $11,34 \text{ g}/\text{cm}^3$. Quanto vale espressa in kg/m^3 ? Esegui i passaggi sul foglio del compito

- 11 340 KG/M³
- 113 400 KG/M³
- 11,34 KG/M³
- 0,01134 KG/M³

4 - Scelta multipla

Scegli le risposte che ritieni corrette, poi fai clic su Conferma. Attenzione: le risposte corrette sono più di una.

Che relazione esiste tra il calore specifico c_s e la capacità termica C?

- l'unità di misura di c_s è uguale all'unità di misura di C divisa per l'unità di misura della massa
- c_s e C rappresentano sostanzialmente la stessa grandezza fisica.
- c_s caratterizza una sostanza, C un oggetto.
- c_s caratterizza un oggetto, C la sostanza di cui esso è fatto.
- c_s è pari a C moltiplicata per la variazione della temperatura.

5 - Risposta aperta

Due corpi hanno la stessa massa e la relazione tra i calori specifici è $c_2 = (3/5) c_1$. Ai due corpi viene fornito calore e la variazione di temperatura dei due corpi è la stessa. La quantità di calore fornita al corpo 1 è maggiore o minore di quella fornita al corpo 2? Motiva la risposta

Scrivi...

6 - Scelta multipla

Scegli la risposta che ritieni corretta, poi fai clic su Conferma.

Dati due corpi omogenei, costituiti della stessa sostanza, il primo di massa doppia rispetto al secondo, quale tra le seguenti affermazioni è corretta?

- LA CAPACITÀ TERMICA DEL PRIMO CORPO È DOPPIA RISPETTO A QUELLA DEL SECONDO CORPO, MENTRE IL CALORE SPECIFICO DEL PRIMO CORPO È LA METÀ DI QUELLO DEL SECONDO CORPO.
- LA CAPACITÀ TERMICA DEL PRIMO CORPO È DOPPIA RISPETTO A QUELLA DEL SECONDO CORPO, MENTRE IL CALORE SPECIFICO È LO STESSO.
- LA CAPACITÀ TERMICA DEI DUE CORPI È LA STESSA, MENTRE IL CALORE SPECIFICO DEL PRIMO CORPO È LA METÀ RISPETTO A QUELLO DEL SECONDO CORPO.

7 - Risposta aperta

In una torrida giornata estiva (il termometro segna 42°C) ti trovi in un parco pubblico e ti vuoi sedere su una panchina: ne preferisci una di metallo o una di legno? Perché?

Se invece fa molto freddo (per esempio il termometro segna 2°C), cambia la tua risposta? MOTIVA LE RISPOSTE

Scrivi...

La seconda verifica è stata svolta on line. Le domande 1 e 2 in realtà non erano a risposta chiusa: gli alunni dovevano effettuare lo svolgimento.

Risultati ottenuti

- I risultati delle prove scritte non sono stati pienamente soddisfacenti ma comunque sullo stesso livello di quelli ottenuti nelle verifiche sul percorso delle forze, già ampiamente sperimentato negli anni passati e che ha sempre ottenuto risultati più che soddisfacenti. Nella seconda verifica scritta è comunque aumentato il numero di alunni che hanno svolto una prova discreta o buona.
- Una delle difficoltà maggiori incontrata nella seconda prova è stata quella di determinare la temperatura di equilibrio.
- I risultati delle prove orali sono stati migliori di quelli degli scritti, in particolare per gli alunni che avevano ottenuto risultati insufficienti o appena sufficienti.
- Complessivamente sono rimasti 4/5 casi di alunni insufficienti, due dei quali hanno però lavorato poco tutto l'anno in tutte le discipline.

- Una buona parte della classe ha mostrato di aver compreso che la temperatura è una proprietà del corpo mentre la quantità di calore no.
- La quasi totalità della classe ha acquisito la capacità di verbalizzare le definizioni operative delle grandezze fisiche.
- Durante il percorso gli alunni, oltre a scrivere il proprio diario di bordo, dovevano, a turno, scrivere il diario di bordo comune (condiviso su Google Drive). Gli altri, prima della correzione della Docente, dovevano leggerlo e scrivere dei commenti riguardo ad eventuali mancanze, errori o imprecisioni che venivano poi utilizzati per integrarlo/migliorarlo. Inizialmente solo pochi alunni inserivano i commenti e si limitavano a scrivere che il diario di bordo era scritto correttamente. Pian piano, durante l'anno, sono stati invece inseriti commenti costruttivi, che mostravano attenzione a quanto letto e a quanto emerso durante le lezioni.

La scrittura del diario di bordo stesso è molto migliorata durante l'anno, sia per quanto riguarda la completezza che la forma.

- Anche l'analisi delle risposte al «questionario», date alcuni giorni dopo la conclusione del percorso, mostra che il lavoro ha portato, in generale, sia ad un ampliamento delle conoscenze che ad un miglioramento notevole della correttezza nell'uso del linguaggio specifico.

Valutazione dell'efficacia del percorso didattico

Si ritiene che l'efficacia del percorso documentato sia da considerarsi buona. Tale valutazione deriva anche dalle seguenti considerazioni:

- Il percorso quest'anno è stato svolto in una classe che si è rivelata problematica a tutto il Consiglio di Classe per il comportamento, per la difficoltà a comprendere un messaggio contenuto in un testo orale o scritto, per la difficoltà nel prendere appunti e nell'esporre quanto studiato.
- Il percorso è stato elaborato lo scorso anno scolastico e svolto in una classe seconda, quest'anno sono state effettuate solo variazioni, in particolare nella parte iniziale. I risultati ottenuti lo scorso anno, in relazione agli obiettivi indicati nella slide 4, sono stati discreti.

- Il giudizio da parte degli alunni è stato positivo (entrambi gli anni), per quanto riguarda quest'anno scolastico la quasi totalità degli alunni ha indicato la parte sui fenomeni termici come quella più interessante del programma.
- Durante il percorso, oltre al raggiungimento degli obiettivi specifici indicati nella slide 4, si è registrato un miglioramento notevole nel prendere appunti, nell'utilizzare la terminologia specifica e nella capacità di dialogare con la Docente.
- Bisogna infine tenere presente che quest'anno la DAD ha causato sicuramente ulteriori difficoltà agli alunni. Tra l'altro, nelle prime settimane di DAD, le ore di fisica sono anche state ridotte da due (già poche) ad una sola.