

**CONDUCIBILITÀ  
TERMICA DEI  
MATERIALI**

**MANUALE DELL'  
INSEGNANTE**

*VERSIONE ADATTATA*



# MATERIALS SCIENCE PROJECT

UNIVERSITY-SCHOOL  
PARTNERSHIPS FOR THE DESIGN  
AND IMPLEMENTATION OF  
RESEARCH-BASED ICT-ENHANCED  
MODULES ON MATERIAL  
PROPERTIES

## SPECIFIC SUPPORT ACTIONS

FP6: SCIENCE AND SOCIETY: SCIENCE  
AND EDUCATION



**MATERIALS  
SCIENCE**



SCIENCE AND SOCIETY



**PROJECT COORDINATOR**  
CONSTANTINOS P. CONSTANTINOU,  
LEARNING IN SCIENCE GROUP,  
UNIVERSITY OF CYPRUS

## PROJECT PARTNERS



Πανεπιστήμιο Κύπρου  
University of Cyprus



**ARISTOTLE  
UNIVERSITY  
of THESSALONIKI**



UNIVERSITY OF  
WESTERN MACEDONIA



HELSINGIN YLIOPISTO  
HELSINGFORS UNIVERSITET  
UNIVERSITY OF HELSINKI

**UAB**

Universitat Autònoma  
de Barcelona



## ACKNOWLEDGMENT



RESEARCH FUNDING FOR THE  
MATERIALS SCIENCE PROJECT  
WAS PROVIDED BY THE EUROPEAN  
COMMUNITY UNDER THE SIXTH  
FRAMEWORK SCIENCE AND  
SOCIETY PROGRAMME (CONTRACT SAS6-CT-2006-  
042942).

THIS PUBLICATION REFLECTS ONLY THE VIEWS OF  
THE AUTHORS AND THE EUROPEAN COMMUNITY IS  
NOT LIABLE FOR ANY USE THAT MAY BE MADE OF  
THE INFORMATION CONTAINED HEREIN.

© DESIGN:  
n.eleana@cytanet.com.cy  
2010, NICOSIA - CYPRUS

# CONDUCIBILITÀ TERMICA DEI MATERIALI

## Ri-progettazione e adattamento

### Personale Universitario

Gabriella Monroy  
Sara Lombardi  
Italo Testa

### Insegnanti di Scuola

Cascini Emanuela  
D'Ajello Caracciolo Gabriele  
Montalto Giorgio  
Salzano Imma

## Progetto e sviluppo originario

### Personale Universitario

Psillos Dimitris  
Hatzikraniotis Euripides  
Molohidis Anastasios  
Kallery Maria

### Insegnanti di Scuola

Bisdikian Garabet  
Axarlis Stelios  
Taramopoulos Athanasios  
Lefkos Ioannis  
Petridou Eleni  
Baltsios Spyridon  
Goulis Vaggelis  
Milioti Andromahi

### Sviluppo del software

Theodorakakos Antonis

### *Altri Contributi*

#### **Esperto esterno**

Martine Meheut



<b>A: DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DEGLI STUDENTI</b>	<b>07</b>
Unità 1: Conduzione termica nei fenomeni quotidiani	08
Unità 2: Modelli microscopici per i fenomeni termici	09
Unità 3: Dai materiali alle categorie di materiali	10
Unità 4: I fattori che influenzano la conduzione termica	11
NOTE DOCENTI - Unità 1: Conduzione termica nei fenomeni quotidiani	12
NOTE DOCENTI - Unità 2: Modelli microscopici per i fenomeni termici	18
NOTE DOCENTI - Unità 3: Dai materiali alle categorie di materiali	25
NOTE DOCENTI - Unità 4: I fattori che influenzano la conduzione termica	30
<b>B: STRUMENTI DI VALUTAZIONE</b>	<b>37</b>
PRE- ISTRUZIONE QUESTIONARIO	39
POST- ISTRUZIONE QUESTIONARIO	42
RISPOSTE CORRETTE	46





**A: DESCRIZIONE  
DELLE ATTIVITÀ DEGLI  
STUDENTI**



# A: DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DEGLI STUDENTI

## UNITÀ 1: CONDUZIONE TERMICA NEI FENOMENI QUOTIDIANI

- 1.1. ISOLAMENTO TERMICO DELLA CASA
- 1.2. TAZZE RIEMPIE CON FLUIDI

### Livello scolastico

14-15 anni

### Obiettivi di apprendimento

- 1.1. Identificare i materiali usati per costruire diverse parti di una casa.  
Correlare esperienze di vita quotidiana con la conducibilità termica dei materiali.  
Comprendere l'isolamento termico e il trasferimento di calore nei solidi.  
Identificare materiali termicamente isolanti.
- 1.2. Studiare l'interazione termica di diversi materiali.  
Usare evidenze sperimentali per risolvere un problema di vita quotidiana riguardante l'isolamento termico.

### Setting consigliato e approccio pedagogico

- 1.1. Gli studenti lavorano in gruppo. Rispondono a due domande alla volta e condividono con il gruppo classe e con l'insegnante.  
Sarebbe preferibile avere sulla cattedra pezzi di vetro, di plastica, di metallo, mattoni o oggetti fatti di materiali usualmente usati in edilizia.
- 1.2. Gli studenti lavorano in gruppi in attività di laboratorio. Ci sono 3 differenti setting sperimentali per questo ci devono essere almeno 3 gruppi di studenti. Se il numero di studenti lo permette, ( $n_{\text{gruppi}} > 5$  o  $N_{\text{classe}} > 15$ ), si può assegnare a più di un gruppo lo stesso setting sperimentale per favorire il confronto tra pari.

### Domande chiave

- 1.1. Cos'è l'isolamento termico e come puoi interpretare gli scambi termici tra ambienti a differenti temperatura?  
Ci sono differenze nell'isolamento termico di solidi comunemente usati in casa?
- 1.2. Puoi osservare sperimentalmente la conducibilità termica di oggetti comunemente usati e fatti di materiali diversi?

### Risorse materiali

- 1.1. Pezzi di vetro, plastica, mattoni, o altri oggetti comunemente usati in edilizia
- 1.2. 2 contenitori simili con coperchio: 1 fatta di vetro e 1 di plastica<sup>1</sup> (1b:1 fatta di vetro e una di metallo / 1c:una fatta di plastica e una di metallo), 2 contenitori grandi di vetro (i beaker da laboratorio vanno bene), 2 termometri, cronometro e acqua.

### Suggerimenti

Cfr. Note docenti - Unità 1

1. Dovrebbero essere stampate schede separate per ciascun gruppo tutte con le stesse domande ma con differenti contenitori per realizzare l'esperimento (WS\_1b) (WS\_1c), mentre la prima pagina è comune ai tre gruppi

---

## UNITÀ 2: MODELLI MICROSCOPICI PER I FENOMENI TERMICI

---

### 2.1. LA TEMPERATURA E IL MODELLO MICROSCOPICO

### 2.2. LA CONDUZIONE TERMICA E IL MODELLO MICROSCOPICO

#### Livello scolastico

14-15 anni

#### Obiettivi di apprendimento

**2.1.** Essere capaci di esplorare e dare significato a modelli microscopici simulati.

Comprendere il modello microscopico per la temperatura nei materiali ceramici e nei metalli.

**2.2.** Essere capaci di usare modelli microscopici simulati per giustificare fenomeni macroscopici.

Essere capaci di riconoscere il ruolo della vibrazione delle particelle nella conduzione termica nei ceramici e nei metalli.

Essere capaci di riconoscere il ruolo degli elettroni liberi nella conduzione termica dei metalli.

Interpretare la conduzione termica nei ceramici e nei metalli a livello microscopico.

#### Setting consigliato e approccio pedagogico

**2.1.** Gli studenti lavorano in gruppo al computer

**2.2.** Gli studenti, dopo una dimostrazione sperimentale da cattedra, collaborano in gruppo alla simulazione al computer.

#### Domande chiave

**2.1.** Com'è correlata la temperatura al movimento delle particelle dei materiali ceramici in una simulazione microscopica?

Com'è correlata la temperatura al movimento delle particelle dei metalli in una simulazione microscopica?

**2.2.** Osserva il tuo insegnante che esegue l'esperimento. Riscalda due sbarre, una di metallo e una di vetro, con due piccole candele. Su ciascuna sbarra, alla stessa distanza dalle candele, ci sono delle gocce di cera equidistanti tra loro. Le gocce di cera iniziano a sciogliersi quando le sbarre si riscaldano. Su quale sbarra

si scioglieranno prima tutte le gocce di cera?

Qual è il significato della simulazione?

Come si propaga il calore? Nei ceramici? Nei metalli?

#### Risorse materiali

**2.1.** Simulazioni al computer: Microscopic Models: Lab 1

**2.2.** Simulazioni al computer: Microscopic Simulation - Lab 4

#### Suggerimenti

Cfr. Note docenti - Unità 2

---

## UNITÀ 3: DAI MATERIALI ALLE CATEGORIE DI MATERIALI

---

### 3.1. CONDUZIONE TERMICA NEI METALLI

### 3.2. CONDUZIONE TERMICA NEI MATERIALI CERAMICI, NELLE PLASTICHE E NEI TESSUTI

#### Livello scolastico

14-15 anni

#### Obiettivi di apprendimento

**3.1.** Essere capaci di riconoscere effetti della conducibilità termica da evidenze sperimentali  
Indagare sulla conducibilità termica di diverse sbarre metalliche.

Comprendere l'uso di diversi materiali buoni conduttori in una casa e in situazioni quotidiane.

**3.2.** Indagare la conducibilità termica delle ceramiche, plastiche e tessuti.

Comprendere le potenzialità di un esperimento virtuale.

Correlare la conducibilità termica di differenti oggetti (alla stessa temperatura iniziale) ai differenti tempi impiegati per il raggiungimento dell'equilibrio termico.

#### Setting consigliato e approccio pedagogico

**3.1.** L'esperimento è realizzato dagli studenti in piccoli gruppi.

**3.2.** Gli studenti collaborano in gruppi di due/tre con il PC.

#### Domande chiave

**3.1.** Tutti i metalli hanno la stessa conducibilità?

Puoi eseguire un esperimento per testare la domanda precedente?

Ci sono fenomeni della vita quotidiana che forniscono evidenze della differente conducibilità dei metalli?

**3.2.** Tutte le ceramiche hanno la stessa conducibilità termica?

Come puoi interpretare i risultati di un esperimento virtuale?

Ci sono fenomeni della vita quotidiana che forniscono evidenze della differente conducibilità dei materiali ceramici? delle plastiche? dei tessuti?

#### Risorse materiali

**3.1.** 5 sbarrette di metalli diversi (di uguale lunghezza e spessore) (alluminio, ferro, acciaio inox, rame, ottone), carta termografica, 5 piccole candele uguali, un magnete e un metro, pesetti per stabilizzare la posizione delle sbarrette, in modo che aderiscano bene alla carta termografica, guanti.

**3.2.** Laboratorio virtuale: simulated experiments – Cooling - Lab 3-Lab4- Lab5

#### Suggerimenti

Cfr. Note docenti - Unità 3

---

## UNITÀ 4: I FATTORI CHE INFLUENZANO LA CONDUZIONE TERMICA

---

### 4.1. LA CONDUCIBILITÀ TERMICA DEI MATERIALI

### 4.2. L'AREA DELLA SUPERFICIE

### 4.3. LO SPESSORE

#### Livello scolastico

14-15 anni

#### Obiettivi di apprendimento

4.1. Comprendere il codice dei colori nella termofotografia.

Correlare l'isolamento termico di una casa al risparmio energetico.

Individuare tutti i possibili fattori che influenzano l'isolamento termico di una casa.

4.2. Comprendere il ruolo della superficie di base del contenitore nella conduzione termica.

Essere in grado di investigare l'influenza dell'area della superficie di base sulla conduzione termica

Essere capaci di inferire una relazione d'ordine tra la superficie di base di un contenitore e la conduzione termica.

4.3. Comprendere il ruolo dello spessore delle pareti del contenitore nella conduzione termica.

Essere in grado di investigare l'influenza dello spessore delle pareti del contenitore sulla conduzione termica.

Essere capaci di inferire una relazione d'ordine tra lo spessore delle pareti del contenitore e la conduzione termica.

#### Setting consigliato e approccio pedagogico

4.1. Gli studenti lavorano in gruppi

4.2. Gli studenti collaborano in gruppi di due/tre con il PC.

4.3. Gli studenti collaborano in gruppi di due/tre con il PC.

#### Domande chiave

4.1. Puoi rispondere alle domande proposte nello scenario iniziale alla luce dei contenuti affrontati? Com'è legato il problema dell'isolamento termico al risparmio energetico?

I contenuti disciplinari affrontati ti hanno aiutato a comprendere le caratteristiche tecniche di comuni pannelli di vetro usati nelle abitazioni?

I contenuti disciplinari affrontati ti hanno aiutato a comprendere le caratteristiche tecniche di mattoni comunemente usati nell'edilizia?

4.2. Tua madre ha lasciato il latte sul fornello per troppo tempo. Per raffreddarlo rapidamente lo ha versato dalla tazza iniziale in un'altra con lo stesso spessore ma area di base più grande. Lei pensava che in questo modo il latte si potesse raffreddare prima. Sei d'accordo? Non sei d'accordo? Perché?

In che modo l'area di base del contenitore influenza il trasferimento del calore?

Quale relazione puoi inferire tra l'area della superficie di base del contenitore e il tempo impiegato per raffreddare un liquido?

4.3. Tua madre ha lasciato il latte sul fornello per troppo tempo. Per raffreddarlo rapidamente lo ha versato dalla tazza iniziale in un'altra con le pareti più spesse. Sei d'accordo? Non sei d'accordo? Perché?

In che modo lo spessore delle pareti del contenitore influenza il trasferimento del calore?

Quale relazione puoi inferire tra lo spessore delle pareti del contenitore e il tempo impiegato per raffreddare un liquido?

#### Risorse materiali

4.1. Diapositive in powerpoint

4.2. Laboratorio virtuale: simulated experiments-Cooling - Lab 6 .

4.3. Laboratorio virtuale: simulated experiments – "Cooling" - "Lab 1", "Lab 2"

#### Suggerimenti

Cfr. Note docenti - Unità 4

---

## NOTE DOCENTI - UNITÀ 1: CONDUZIONE TERMICA NEI FENOMENI QUOTIDIANI


---

### 1.1. ISOLAMENTO TERMICO DELLA CASA


Durata: 1 ora

Note didattiche

#### 1.1.1. ATTIVITÀ: PERDITE DI CALORE

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Sei in casa a Napoli e ti piace avere l'ambiente interno della casa sempre a circa 20° C. Ma questo tante volte non è possibile. Perché?</p> <p>Segna in quali parti della casa ci possono essere delle perdite di calore dall'interno verso l'esterno.</p>  <p style="text-align: center;">FIGURA T1</p>	<p>Questa domanda fa emergere il problema dell'isolamento termico e degli scambi termici tra ambienti a temperatura diverse.</p> <p>Con queste domande si chiede agli studenti di riflettere sugli scambi termici riferendosi a materiali solidi che usualmente vengono impiegati nell'edilizia e di scegliere il materiale in funzione agli scambi termici.</p> <p>Potrebbe essere utile in questa fase discutere sulla sensazione di caldo/ freddo che proviamo nel toccare materiali diversi e la loro conducibilità termica, si potrebbe chiedere agli studenti di toccare gli oggetti a loro disposizione e chiedere loro che temperatura hanno.</p>

#### 1.1.2. ATTIVITÀ: I MATERIALI ADATTI PER ISOLARE UNA CASA

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Quali materiali useresti per le pareti, per le vetrate e le altre aperture.</p> <p>Osserva la neve nei due cerchietti sul soffitto delle due case. Quale soffitto, secondo te, ha il miglior isolamento termico? Spiega</p>  <p style="text-align: center;">FIGURE T2</p>	<p>Si chiede di osservare lo scioglimento della neve e associarlo all'isolamento termico del soffitto.</p>

---

## 1.2. TAZZE RIEMPITE CON FLUIDI

### Note didattiche

*In una situazione reale/familiare*

#### 1.2.1. PREVISIONE: “UN GIORNO A SCUOLA”

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Viene chiesto agli studenti di discutere il seguente problema:</p> <p>“In una fredda giornata d’inverno sei andato con i tuoi amici al bar della scuola e avete ordinato una cioccolata calda. La cioccolata è stata servita in tazze diverse, alla stessa temperatura.</p> <p>Quale tazza sceglieresti, in modo da poterla tenere in mano senza scottarti?</p> <p>La tazza di vetro, di metallo o di plastica?</p> <p>Dai una breve spiegazione della tua scelta.</p> <p>In quale tazza la cioccolata si raffredderà più velocemente, dopo un poco di tempo?</p> <p>Dai una breve spiegazione e descrivi il tuo punto di vista.</p>	<p>Agli studenti dovrebbe essere noto che il calore si trasferisce dall’acqua calda contenuta in un contenitore all’ambiente circostante e che dopo un poco di tempo l’acqua si raffredderà.</p> <p>In queste domande bisogna far comprendere chiaramente agli studenti che si vuole porre l’attenzione sul il materiale di cui è fatta la tazza e non sulle proprietà fisiche del liquido che si raffredda.</p> <p>Con questa domanda si vuole far emergere il punto di vista degli studenti sul ruolo del contenitore in un contesto loro familiare.</p> <p>L’insegnante dovrebbe far discutere gli studenti ed invitarli a proporre altre situazioni simili della vita quotidiana.</p> <p>Dopo le previsioni individuali l’insegnante dovrebbe far condividere le singole risposte chiarendo i diversi punti di vista.</p>

---

### 1.2.2. ESPERIMENTO: MISURA DELLA DIMINUZIONE TEMPERATURA DELL'ACQUA IN TAZZE DI MATERIALI DIVERSI

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
Gli studenti devono solo fare una previsione della temperatura dell'acqua senza necessariamente dare spiegazioni per la loro previsione.	In una fase iniziale e come pre-requisito è opportuno che gli studenti abbiano già fatto esperimenti simili e in particolare che abbiano dimestichezza con la misura della temperatura in laboratorio. Ciascun gruppo di studenti fornirà la previsione in relazione alla coppia di tazze che gli è stata fornita.
Gli studenti decidono come organizzare la presa dati.	L'insegnante riscalda l'acqua e la versa nei contenitori stando attento che la temperatura dell'acqua sia circa 80° C in ciascun contenitore. La temperatura dell'acqua contenuta nel contenitore e nel termos può variare da gruppo a gruppo ma non nello stesso gruppo. L'insegnante fa in modo che ciascuno studente sia consapevole del suo ruolo all'interno del gruppo nella fase sperimentale.
Gli studenti misurano la temperatura dell'acqua nei due recipienti ogni 0,5 minuti stando attenti a fare una lettura simultanea della temperatura dei due termometri.	L'insegnante invita gli studenti a stare attenti a non far urtare il termometro sul fondo del contenitore o sulle pareti; per questo scopo potrebbe essere utile sospendere a dei catetometri i due termometri in modo che siano immersi alla stessa profondità. L'insegnante in questa fase facilita la discussione e assiste alla realizzazione dell'esperimento. Gli studenti si aspettano di osservare un rapido decrescere della temperatura dell'acqua. L'insegnante dovrebbe sottolineare che i valori della temperatura diminuiscono più velocemente solo all'inizio e poi la diminuzione della temperatura è più lenta. Gli studenti dovrebbero già aver osservato un processo di raffreddamento/riscaldamento dell'acqua in precedenza e sapere che la processo non è lineare.
Ciascun gruppo annuncia i risultati ottenuti alla classe. Discussione in classe.	L'insegnante raccoglie ed organizza i dati sperimentali ottenuti dai vari gruppi mettendo ben in evidenza il ruolo del contenitore.  Questa fase di condivisione è cruciale dal momento che ciascun gruppo aveva una coppia di contenitori diversi e che spesso gli studenti osservano che in 2 contenitori di materiale uguali il raffreddamento dell'acqua è stato leggermente diverso.

---

### 1.2.3. ATTIVITÀ: CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI DELLE TAZZE

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti confrontano i risultati sperimentali con le previsioni e individuano eventuali differenze.</p> <p>Gli studenti procedono a classificare i tre contenitori usati in relazione alla loro conducibilità termica.</p>	<p>In questa fase conclusiva l'insegnante dovrebbe far focalizzare l'attenzione degli studenti solo sul tipo di materiale di ciascun contenitore piuttosto che sull'acqua contenuta nei recipienti.</p>

### 1.2.4. ATTIVITÀ: "UN GIORNO A SCUOLA" RIVISITATO

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti riflettono sulle previsioni fatte nella situazione reale proposta all'inizio.</p>	<p>L'insegnante aiuta a trovare elementi comuni ai vari esperimenti e con le situazioni reali proposte all'inizio e invita gli studenti ad accettare o rigettare le loro previsioni dopo la fase degli esperimenti.</p>



---

**APPENDICE I**

	Gruppo 1		Gruppo 2		Gruppo 3	
Tempo	Vetro	Plastica	Vetro	Metallo	Plastica	Metallo
Iniziale						
0.5 min						
1 min						
1.5 min						
2 min						
2.5 min						
3 min						
3.5 min						
4 min						
4.5 min						
5 min						
5.5 min						
6 min						
6.5 min						
7 min						
7.5 min						
8 min						
8.5 min						
9 min						
9.5 min						
10 min						

TABELLA 1

---

Appendice II (mostrata dall'insegnante)

**CONCLUSIONI**

**GRUPPO 1**

- L'acqua nella tazza di ..... si raffredda prima che nella tazza di .....
- Quindi, ..... conduce il calore meglio di .....

**GRUPPO 2**

- L'acqua nella tazza di ..... si raffredda prima che nella tazza di .....
- Quindi, ..... conduce il calore meglio di .....

**GRUPPO 3**

- L'acqua nella tazza di ..... si raffredda prima che nella tazza di .....
- Quindi, ..... conduce il calore meglio di .....

**CLASSIFICHIAMO I MATERIALI IN BASE ALLA LORO CONDUCIBILITA' TERMICA**

PIU' CONDUTTIVO: .....

MENO CONDUTTIVO O PIU' ISOLANTE: .....

---

## NOTE DOCENTI - UNITÀ 2: MODELLI MICROSCOPICI PER I FENOMENI TERMICI

---

### 2.1. LA TEMPERATURA E IL MODELLO MICROSCOPICO

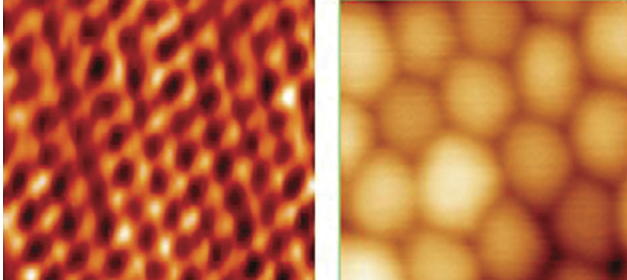
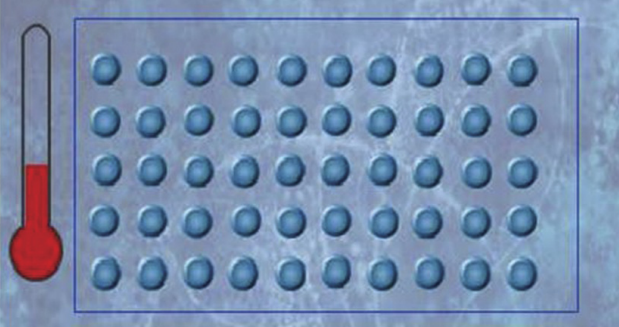
**Durata:** 1 ora

**Note didattiche**

#### IL PUNTO DI VISTA DEGLI STUDENTI

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti esprimono il loro punto di vista sulla seguente domanda:</p> <p>“Nell’attività di laboratorio precedente, avete osservato che la temperatura dell’acqua in un recipiente di metallo diminuisce più rapidamente che in un recipiente di plastica.</p> <p>Possiamo concludere che il metallo conduce il calore più facilmente della plastica.</p> <p>Perché succede questo? Cosa immagini che accada a livello microscopico?”.</p>	<p>Gli studenti nell’attività precedente sono arrivati alla conclusione che la temperatura dell’acqua calda contenuta in una tazza di metallo diminuisce più rapidamente che in una tazza di plastica.</p> <p>Questa domanda permette agli studenti di ricordare le osservazioni sperimentali della prima attività e di iniziare a correlare, tramite una previsione, il punto di vista macroscopico con quello microscopico.</p> <p>Con questa domanda l’insegnante si rende conto se gli studenti possiedono come prerequisito la struttura microscopica dei materiali o se almeno conoscono gli elementi fondamentali costituenti la materia.</p>

### 2.1.1. ATTIVITÀ AL CALCOLATORE: MATERIALI CERAMICI

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti leggono e commentano il testo della scheda.</p> <p>Osservazione del modello</p> <p>Gli studenti osservano le due immagini della scheda per distinguere le piccole differenze fra i materiali ceramici cristallini e amorfi.</p>	<p>L'insegnante fa notare agli studenti che l'immagine proposta è ingrandita rispetto alle dimensioni reali. Potrebbe essere utile in questa fase proporre agli studenti immagini (modelli) di strutture microscopiche facilmente reperibili in rete e ottenute tramite uno scanning tunneling microscope come quelle che seguono.</p> <p>Ad esempio:</p>  <p style="text-align: center;">FIGURA T3</p> <p>L'insegnante fa esempi di oggetti comuni fatti di materiali ceramici sia amorfi sia cristallini.</p> <p>Inizialmente l'insegnante dovrebbe chiarire agli studenti il significato di una simulazione, chiarendo che essa è solo una rappresentazione della situazione reale; che spesso le dimensioni in una simulazione non sono reali e che in questo caso le sfere blu rappresentano le particelle in un materiale e che le dimensioni reali sono dell'ordine di <math>10^{-6}</math> m.</p> <p>L'insegnante deve tener presente che spesso alcune rappresentazioni, possono generare delle misconcezioni e quindi durante l'attività di laboratorio virtuale l'insegnante deve continuamente fare riferimento alla realtà e fare comprendere i limiti del modello.</p>
<p>Gli studenti fanno partire la simulazione "Microscopic", - "Lab1" – "Step A1" e osservano il movimento delle particelle al variare della temperatura</p>  <p style="text-align: center;">FIGURA T4</p>	<p>L'insegnante facilita la comprensione del modello e fa giungere gli studenti alla seguente conclusione: all'aumentare della temperatura del materiale ceramico, aumenta l'agitazione termica delle particelle che oscillano più velocemente.</p> <p>L'insegnante deve far osservare agli studenti il modo in cui si muovono le particelle e far confrontare il movimento di particelle appartenenti a colonne diverse o righe diverse.</p> <p>L'insegnante coordina la discussione finale.</p>

### 2.1.2. ATTIVITÀ: COSA SUCCEDEREBBE SE ...

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
Gli studenti arrivano alla seguente conclusione: - non si può andare al di sotto di una temperatura minima detta lo “zero assoluto”	Questo tema non viene trattato comunemente. La simulazione evidenzia quest’aspetto importante che riguarda i fenomeni termici.

### 2.1.3. ATTIVITÀ: LA TEMPERATURA E IL MOTO DELLE PARTICELLE

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
Gli studenti arrivano alla seguente conclusione: - il valore della temperatura è legato al moto di agitazione delle particelle	Il principale obiettivo è quello di far giungere gli studenti alla seguente conclusione: aumento di temperatura in un materiale ceramico significa aumento dell’energia cinetica delle particelle Se il contesto classe non consente di parlare di energia cinetica si può lavorare sul concetto di velocità.

### 2.1.4. ATTIVITÀ AL CALCOLATORE: METALLI

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti, nella stesa simulazione, scelgono “Step A1”.</p> <p>Leggono il breve testo proposto nella Scheda e mettono in relazione la loro conoscenza con quanto appreso in altri corsi, come la chimica.</p> <p>Osservazione del modello</p> <p>Gli studenti osservano il modello della struttura interna dei metalli e focalizzano la loro attenzione sul moto degli elettroni liberi, mentre rispondono alle domande della Scheda.</p>	<p>La simulazione della struttura di un metallo ha lo scopo di focalizzare l’attenzione degli studenti sul ruolo che giocano gli elettroni liberi.</p> <p>L’insegnante deve chiarire che le sfere rosse rappresentano gli elettroni liberi, il colore serve solo a distinguere gli elettroni dalle particelle, e che le dimensioni relative non sono reali.</p> <p>E’ necessario che l’insegnante faccia queste precisazioni per evitare la creazione o rinforzo di misconcezioni. La precisazione e’ opportuna non solo durante l’uso della simulazione, ma in ogni altra situazione opportuna.</p>

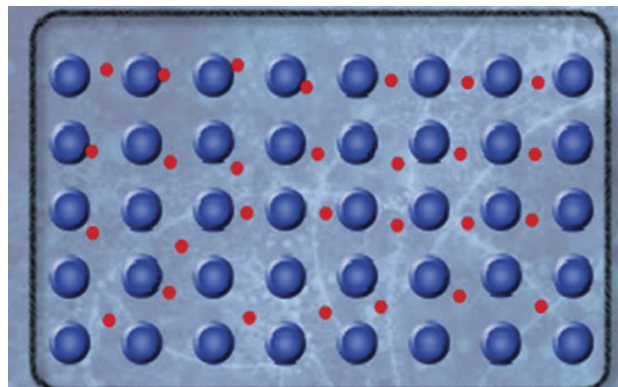


FIGURE T5

---

### 2.1.5. ATTIVITÀ: LA TEMPERATURA E IL MOTO DELLE PARTICELLE

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Esplorazione del modello. Gli studenti mettono in relazione il moto continuo degli elettroni al calore che è trasferito, microscopicamente, al metallo.</p> <p>Osservazioni guidate.</p>	<p>L'insegnante chiede agli studenti di osservare: le vibrazioni delle particelle del reticolo prima e dopo l'aumento della temperatura;</p> <p>il moto degli elettroni prima e dopo l'aumento della temperatura e le loro "collisioni" con le particelle del reticolo che vibrano;</p> <p>il moto degli elettroni nella prima colonna e quello degli elettroni nell'ultima colonna.</p> <p>Gli studenti fanno commenti sulle simulazioni e completano la Scheda, rispondendo alle domande.</p> <p>L'insegnante aiuta gli studenti a formulare le loro risposte in linguaggio scientifico.</p>

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Infine gli studenti confrontano i risultati delle due simulazioni e traggono le conclusioni. Scrivono il loro punto di vista e hanno un feedback dall'insegnante.</p>	<p>L'insegnante discute e sottolinea le differenze nella conduzione termica dei materiali ceramici e metalli.</p>

---

## 2.2. LA CONDUZIONE TERMICA E IL MODELLO MICROSCOPICO

**Durata:** 1 ora

**Note didattiche**

### 2.2.1. ESPERIMENTO: DUE SBARRE RISCALDATE AD UN'ESTREMITÀ

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Osserva l'esperimento realizzato dalla cattedra: il tuo insegnante riscalda con due piccole candele l'estremità di due sbarre, una fatta di vetro e una di metallo.</p> <p>Su entrambe le sbarre, alla stessa distanza dall'estremità con la candela, sono state posizionate quattro piccole masse di cera, equi spaziate fra di loro.</p> <p>Quando ogni sbarretta si riscalda, la cera inizia a sciogliersi.</p> <p>In quale delle due sbarre la cera si scioglierà prima?</p> <p>Gli studenti prima della realizzazione dell'esperimento fanno una previsione individuale.</p> <p>"In quale delle due sbarre la cera si scioglierà prima? Giustifica la tua risposta"</p> <p>Durante l'esperimento gli studenti discutono con l'insegnante le loro previsioni.</p> <p>Gli studenti partecipano insieme alla discussione in classe.</p> <p>Gli studenti confrontano le loro previsioni con i risultati sperimentali.</p>	<p>L'insegnante descrive l'esperimento realizzato dalla cattedra e invita gli studenti a fare una previsione.</p> <p>Le dimensioni delle sbarrette sono di circa 10 cm di lunghezza e qualche mm di spessore.</p> <p>E' preferibile mettere su entrambe le sbarre più gocce di cera alla stessa distanza dall'estremità riscaldata e disporre la prima goccia proprio in corrispondenza della fiamma della candela. L'insegnante inizia a riscaldare le sbarre e discute con gli studenti sulle loro idee, fa emergere idee di senso comune legate a fenomeni quotidiani.</p> <p>Devono trascorrere circa 5-7 min affinché si sciolgano le gocce di cera sulla sbarretta di metallo. Nella prima fase si può notare che si scioglie prima la cera disposta sulla sbarretta di vetro, che si riscalda molto localmente, ma che conduce il calore più lentamente che non nel metallo.</p> <p>Chiedere agli studenti di fornire spiegazioni di questo fenomeno che a volte può essere interpretato come "il calore si blocca nel vetro".</p> <p>Per evitare che gli studenti pensino che il "calore si blocca nel vetro" e' importante fare continuare l'esperimento di riscaldamento della sbarretta di vetro per il tempo necessario affinché tutte le gocce di cera si sciolgano. In questo modo si focalizza l'attenzione sul fatto che il tempo è un indicatore della differenza di comportamento termico fra i due materiali.</p>

---

## 2.2.2. ATTIVITÀ AL CALCOLATORE: MODELLO MICROSCOPICO DELL'AUMENTO DI TEMPERATURA IN DUE SBARRE

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti fanno partire la simulazione “Microscopic Model”, scelgono “Lab4” e poi “Step B”.</p> <p>Gli studenti scelgono prima “Graph” e osservano che il calore è trasferito da un'estremità all'altra della sbarra e ogni termometro indica il diminuire della temperatura all'allontanarsi dalla sorgente.</p> <p>Successivamente scelgono “Microscopic” e fanno partire la simulazione di nuovo; contemporaneamente osservano anche la rappresentazione microscopica</p> <p>Gli studenti osservano la simulazione e riportano le loro osservazioni nella scheda. Particolare attenzione va posta nel confrontare la vibrazione delle particelle della prima e ultima colonna e il moto degli elettroni liberi.</p> <p>Alla fine agli studenti viene chiesto di trarre delle conclusioni sul processo di conduzione termica nei materiali ceramici e nei metalli.</p>	<p>Inizialmente l'insegnante chiarisce il significato della simulazione, che è una rappresentazione dell'esperimento.</p> <p>Chiarisce che nella parte superiore della simulazione è rappresentata la situazione macroscopica del riscaldamento della sbarra, che i cilindri rossi rappresentano dei termometri e l'asse delle ordinate la temperatura della sbarretta.</p> <p>L'insegnante potrebbe far riferimento all'esperimento realizzato dalla cattedra e far osservare che man mano che si riscalda una porzione di sbarra si scioglie la goccia di cera che si trova su quella parte.</p> <p>Nella parte inferiore è rappresentata la situazione microscopica, e per evitare mis- concezioni è opportuno che l'insegnante affronti il problema della lunghezza della sbarra e della rappresentazione microscopica che non sono in scala. Far osservare che le dimensioni non sono reali.</p> <p>Gli studenti osservano che il fenomeno di conduzione termica nella sbarretta di metallo avviene più velocemente che in quella di ceramica osservando l'icona del timer sulla quale deve essere concentrata l'attenzione.</p> <p>L'insegnante fa focalizzare l'attenzione sulle vibrazioni delle particelle della prima e dell'ultima colonna e fa confrontare.</p> <p>L'insegnante chiede di confrontare il modo in cui vibrano le particelle della prima e ultima colonna e fa osservare il moto delle particelle e il moto degli elettroni, ponendo particolare attenzione sulle differenze tra i due moti.</p> <p>In questa fase gli studenti potrebbero pensare che la prima colonna di particelle è relativa all'estremità della sbarra posta sotto alla candela mentre l'ultima colonna si riferisce all'estremità opposta; anche in questa fase è bene sottolineare che il modello microscopico rappresenta solo una porzione infinitesima della sbarra.</p> <p>L'insegnante guida gli studenti alla conclusione.</p>



---

## ESEMPIO

	ceramici	metalli
Tempo necessario perché tutta la sbarra si riscaldi	41 sec	7 sec
Temperatura finale dell'estremità sinistra della sbarra	185 °C	100 °C
Temperatura finale dell'estremità destra della sbarra	195 °C	160 °C
Differenza di temperatura fra le due estremità della sbarra	85 °C	35 °C

### 2.2.3. ATTIVITÀ: CONDUZIONE TERMICA NEI MATERIALI CERAMICI E NEI METALLI

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
Gli studenti confrontano i dati raccolti nella tabella riportata nella scheda	<p>L'insegnante ricorda l'esperimento fatto dalla cattedra e chiede agli studenti di correlare le osservazioni sperimentali con i dati della tabella.</p> <p>L'insegnante fa presente che con l'esperimento proposto anche l'ambiente circostante si riscalda in modo da non perdere di vista il ruolo dell'ambiente circostante.</p> <p>E' opportuno che l'insegnante si soffermi sulle idee degli studenti sul modo in cui si propaga il calore.</p> <p>E' possibile anche ricorrere ad un'analogia meccanica con un modellino di masse e molle per fare comprendere come sia possibile trasferire energia da un posto all'altro di un sistema fisico.</p>

---

## NOTE DOCENTI - UNITÀ 3: DAI MATERIALI ALLE CATEGORIE DI MATERIALI

---

### 3.1. CONDUZIONE TERMICA NEI METALLI

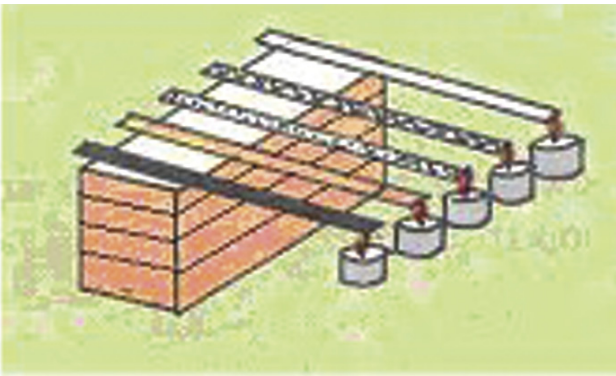
Durata: 1 ora

Note didattiche

#### 3.1.1. ATTIVITÀ: ESPERIMENTO DELLE DUE SBARRE RIVISITATO

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p><i>Nell'esperimento precedente .....</i></p> <p>Gli studenti pianificano un esperimento per la conducibilità dei ceramici e dei metalli.</p> <p>Gli studenti discutono delle possibili tecniche sperimentali e legano le loro proposte con la pratica quotidiana delle sensazioni di caldo e freddo.</p> <p>Sulla base dell'esperimento precedente, gli studenti discutono di questo nuovo esperimento.</p>	<p>L'insegnante ricorda agli studenti l'esperimento realizzato nella precedente attività e favorisce la comprensione chiedendo agli studenti di pianificare un esperimento che possa far giungere alle stesse conclusioni.</p> <p>L'insegnante favorisce la discussione sulla loro esperienza quotidiana; chiede agli studenti di lavorare in gruppi e di pianificare un esperimento con cui sia possibile classificare, in base alla conducibilità termica, 5 sbarre metalliche. Chiarisce che bronzo e acciaio inox sono delle leghe.</p> <p>L'insegnante dà ad ogni gruppo della carta termografica. L'insegnante spiega agli studenti che la carta termografica cambia colore quando si riscalda e che essa è usata in alcuni fax e scontrini.</p>

### 3.1.2. ESPERIMENTO: CLASSIFICARE 5 MATERIALI METALLICI IN BASE ALLA LORO CONDUCEBILITÀ TERMICA

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE										
<p>Gli studenti realizzano l'esperimento proposto ed eseguono in piccolo gruppi l'esperimento.</p> <p>Gli studenti posizionano le candele accese simultaneamente sotto le sbarrette.</p>	<p>L'insegnante descrive le modalità con cui svolgere l'esperimento; è preferibile utilizzare cubetti di materiale isolante per far in modo che le sbarrette di metallo aderiscano perfettamente alla carta termografica.</p> <p>Bisogna far in modo che le fiamme delle 5 candele siano alla stessa distanza da ciascuna sbarretta per evitare che alcune sbarrette si riscaldino prima semplicemente perché a contatto diretto con la fiamma e quindi accenderle simultaneamente.</p> <p>È consigliabile aspettare 10 minuti e poi spegnere le candele, rimuovere le sbarrette dalla carta termografica utilizzando un guanto; evitare che gli studenti tocchino le sbarrette con le mani.</p>										
<p>Gli studenti osservano le tracce sulla carta termografica.</p> <p>Gli studenti misurano con il righello la lunghezza di ciascuna traccia e le ordinano in modo decrescente</p>  <p style="text-align: center;"><b>FIGURA T6</b></p>	<p>L'insegnante chiede agli studenti di confrontare le tracce lasciate dalle sbarrette sulla carta termografica e di ordinarle in modo decrescente.</p> <p>Più lunga è la traccia più il metallo è un buon conduttore.</p> <p>La traccia più lunga è quella del ferro che ha il valore più alto del coefficiente di conducibilità termica</p> <p><b>(Coefficiente di conducibilità dei metalli utilizzati (k, in W/m*K):</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Ferro :</td> <td>398</td> </tr> <tr> <td>Rame:</td> <td>386</td> </tr> <tr> <td>Alluminio :</td> <td>247</td> </tr> <tr> <td>Bronzo:</td> <td>120 (70% Cu/30% Zn)</td> </tr> <tr> <td>Inox:</td> <td>15.9 (Grade 316)</td> </tr> </table>	Ferro :	398	Rame:	386	Alluminio :	247	Bronzo:	120 (70% Cu/30% Zn)	Inox:	15.9 (Grade 316)
Ferro :	398										
Rame:	386										
Alluminio :	247										
Bronzo:	120 (70% Cu/30% Zn)										
Inox:	15.9 (Grade 316)										

### 3.1.3. ATTIVITÀ: CONDUZIONE TERMICA E MODELLO MICROSCOPICO

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti decidono quale metallo è più conduttivo in base alle evidenze sperimentali.</p> <p>Agli studenti viene chiesto di spiegare le differenze riscontrate tra i vari metalli a livello microscopico.</p> <p>Discussione finale su oggetti metallici di uso comune.</p>	<p>L'insegnante spiega agli studenti che il bronzo e l'acciaio inox sono leghe e che per questo sono cattivi conduttori.</p> <p>L'insegnante discute con la classe che la conducibilità nei metalli dipende dal tipo di materiale o dalla composizione della lega.</p> <p>Sollecita infine gli studenti ad interpretare anche a livello microscopico il comportamento dei diversi metalli.</p> <p>E insieme con gli studenti giunge alla conclusione che la conducibilità di un metallo dipende dal numero di elettroni liberi.</p> <div data-bbox="954 887 1337 1346" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">FIGURA T7</p>

### 3.2. CONDUZIONE TERMICA NEI MATERIALI CERAMICI, NELLE PLASTICHE E NEI TESSUTI

**Durata:** 1 ora

**Note didattiche**

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti spiegano quello che hanno compreso sulla conducibilità termica di materiali diversi nella prima attività.</p>	<p>L'insegnante sollecita gli studenti a ricordare la prima attività realizzata in laboratorio e rielaborare sulla base dei contenuti affrontati finora.</p>

---

### 3.2.1. ATTIVITÀ AL CALCOLATORE: RAFFREDDAMENTO DELL'ACQUA IN DIVERSE TAZZE DI MATERIALI CERAMICI

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>E' opportuno far fare una previsione dell'andamento della temperatura in funzione del tempo, prima di osservare la simulazione.</p> <p>Gli studenti osservano la simulazione "Simulated Experiment" - "Cooling" - "Lab3".</p> <p>Gli studenti confrontano il raffreddamento di due quantità uguali di acqua (50 ml) aventi la stessa temperatura iniziale (80 °C) ma contenute in bicchieri di materiale diverso uno di vetro e uno di plexiglass</p>	<p>In questa fase l'insegnante può mettere in evidenza i vantaggi della simulazione e sottolineare che, per mezzo di essa, si riescono meglio a controllare e modificare i parametri fisici. E' bene porre attenzione sull'evoluzione temporale del raffreddamento dell'acqua e far osservare la curva di T(t); spiegare inoltre che si tratta di un fenomeno che va all'equilibrio.</p>
<p>Gli studenti osservano tutti i dettagli della simulazione e collaborano tra loro.</p> <p>Gli studenti osservano il termometro e nello stesso tempo leggono il valore del tempo e il grafico T(t).</p>	<p>Mentre gli studenti osservano il fenomeno l'insegnante fa osservare che:</p> <p>l'acqua contenuta nel contenitore di vetro si raffredda e la sua temperatura diminuisce, come si può leggere da termometro riportato a destra della simulazione; la diminuzione di temperatura che leggono dal termometro corrisponde all'andamento della curva a destra e l'andamento non è lineare come spesso dicono gli studenti.</p> <p>il simbolo Q a sinistra della simulazione rappresenta il flusso netto di calore su un elemento piccolo del contenitore. Esso si dissolve man mano che l'acqua si raffredda e scompare quando si raggiunge l'equilibrio termico.</p>
<p>Agli studenti viene richiesto di confrontare i due grafici.</p>	<p>Gli studenti spesso si aspettano che in entrambi i casi il grafico converga a 50°C .</p>

### 3.2.2. ATTIVITÀ: CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI CERAMICI IN BASE ALLA CONDUCIBILITÀ TERMICA

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti ripetono la stessa procedura sperimentale anche per il Lab 4 e 5 in cui confrontano contenitori di vetro, bakelite e gomma.</p>	<p>L'insegnante, dal confronto delle temperature finali e dei tempi fa giungere gli studenti alle conclusioni sulla conducibilità termica di materiali isolanti diversi.</p>

### 3.2.3. ATTIVITÀ: PLASTICHE E LORO USO

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Le plastiche:</p> <p>Agli studenti viene chiesto di descrivere l'uso di comuni plastiche.</p>	<p>Può essere utile utilizzare l'approfondimento per discutere sull'uso quotidiano di alcune plastiche.</p>

---

---

### 3.2.4. ATTIVITÀ: TESSUTI DIVERSI PER L'ISOLAMENTO TERMICO

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
I tessuti.	In questa fase l'insegnante può affrontare alcuni contenuti riportati nel pre-test e far riflettere gli studenti sull'importanza della scelta dei tessuti. Il ruolo dell'aria, come isolante termico, all'interno dei tessuti può guidare la discussione.

Alla fine di queste attività che compongono l'Unità 3, l'insegnante può introdurre i termini: **Conduttore** per metalli e **isolante** per materiali ceramici, polimeri e altri materiali considerati fin qui.

## NOTE DOCENTI - UNITÀ 4: I FATTORI CHE INFLUENZANO LA CONDUZIONE TERMICA

Durata: 1 ora

### Note didattiche

All'inizio l'insegnante riprende lo scenario iniziale e discute con gli studenti sulle loro risposte alla luce di quanto appreso fino ad ora.

### 4.1. LA CONDUCIBILITÀ TERMICA DEI MATERIALI

#### 4.1.1. ATTIVITÀ: LEGGERE UNA TERMO-FOTOGRAFIA

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Agli studenti viene chiesto di osservare l'immagine e dal codice dei colori risalire alle zone più o meno isolate</p>  <p style="text-align: center;">FIGURA T8</p>	<p>L'insegnante prima deve spiegare la tecnica della termo-fotografia e l'uso di questa tecnica fotografica; poi deve spiegare il codice di colori.</p> <p>Può essere utile utilizzare fotografie diverse .</p> <p>Gli studenti applicano le nuove conoscenze e decodificano la fotografia. Discutono sulle differenze dei colori delle differenti zone della casa e sul loro isolamento termico.</p>  <p style="text-align: center;">FIGURA T9</p>

#### 4.1.2. ATTIVITÀ: SCELTA DEI MATERIALI ADATTI PER LE FINESTRE

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Agli studenti viene chiesto di legare il problema dell'isolamento termico con il problema del risparmio energetico.</p>	<p>Questa parte del modulo può essere molto interessante per studenti che frequentano una scuola ad indirizzo tecnico e per favorire la discussione su tematiche attuali che possono motivare gli studenti.</p>
<p>Agli studenti viene richiesto di dedurre dei legami tra i contenuti disciplinari studiati e le caratteristiche tecniche di pannelli di vetro comunemente utilizzati.</p>	<p>L'insegnante deve far comprendere agli studenti che il problema della conducibilità termica investe specifici settori tecnici come quello dei pannelli di vetro, deve far comprendere il ruolo che riveste lo spessore del vetro, il ruolo dell'aria tra due pannelli nella conducibilità.</p>



	<b>Tipo di vetro</b>	<b>K (W/m<sup>2</sup>K)</b>
<b>Singolo</b>	4mm	5.8
	6mm	5.7
	10mm	5.6
	12mm	5.5
<b>Doppio</b>	4-12-4	2.9
	6-12-6	2.8
	10-12-6	2.7
	12-12-6	2.6

FIGURA T10

#### 4.1.3. ATTIVITÀ: SCELTA DEI MATTONI ADATTI

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
Agli studenti viene richiesto di inferire dei legami tra i contenuti disciplinari studiati e le caratteristiche tecniche dei mattoni utilizzati nell'edilizia.	L'insegnante deve far comprendere agli studenti le differenze tra mattone semplice, mattone forato e mattone con isolante termico e guidarli alla scelta per le pareti della loro casa in funzione dell'isolamento termico.

Spessore del muro esterno	Valore di K con isolamento termico aggiunto (in W/m <sup>2</sup> .K)					
	Non Isolato	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm	14 cm
38 cm di mattoni semplici	1.45	0.45	0.37	0.31	0.27	0.24
38 cm di mattoni forati	0.36	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16



mattone semplice



mattone forato



muro di mattoni con isolamento

FIGURA T11



---

## 4.2. L'AREA DELLA SUPERFICIE

**Durata:** 1 ora

**Note didattiche**

### 4.2.1. PREVISIONE: UN GIORNO A CASA

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>“Tua madre ha lasciato sul fornello il latte per troppo tempo. Per raffreddarlo rapidamente l’ha versato dal bicchiere in uno con la base più larga ma con pareti dello stesso spessore. Lei pensava che in questo modo il latte si potesse raffreddare prima. Sei d’accordo? Non sei d’accordo? Perché?”</p>	<p>L’insegnante riprende la situazione di vita quotidiana proposta all’inizio del modulo e fa riflettere gli studenti sul ruolo che gioca la superficie di base del contenitore nel raffreddamento della bevanda.</p>
<p>Dopo che gli studenti hanno fatto una previsione sul problema proposto si favorisce la fase di condivisione.</p>	<p>L’insegnante invita gli studenti a condividere le loro previsioni. Potrebbe essere utile riportare quelle più significative alla lavagna.</p>

### 4.2.2. ATTIVITÀ AL CALCOLATORE: CONTENITORI DI SUPERFICI DIVERSE

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti fanno partire la simulazione «Simulated Experiments», - « Cooling » e poi «Lab6».</p> <p>In questo laboratorio virtuale raffreddano 50 ml di acqua, alla temperatura iniziale di 80 °C, ponendolo in un recipiente più grande (vaschette) che contiene 50 ml di acqua ma alla temperatura iniziale di 20 °C .</p> <p>Puoi scegliere due aree superficiali per la base del contenitore di acqua calda, cliccando sull'icona in alto a destra per la base piccola e a sinistra per la base grande.</p>	<p>La procedura da seguire è stata già affrontata nei precedenti laboratori virtuali quindi gli studenti non dovrebbero avere difficoltà.</p> <p>Questa potrebbe essere già una prima fase di verifica delle competenze acquisite dagli studenti nell’uso del laboratorio virtuale.</p> <p>L’insegnante può invitare gli studenti a ripetere più volte l’esperimento per osservare attentamente tutti gli elementi della simulazione.</p>

**4.2.6. ATTIVITÀ: INFLUENZA DELL'AREA DELLA SUPERFICIE SUL TEMPO DI RAFFREDDAMENTO**  
**4.2.7. ATTIVITÀ: "UN GIORNO A CASA" RIVISITATO**

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti inferiscono una relazione d'ordine tra superficie di base del contenitore e tempo impiegato per raffreddare l'acqua.</p> <p>Alla luce delle evidenze sperimentali gli studenti riflettono sul problema iniziale e rispondono alla domanda.</p>	<p>L'insegnante guida la discussione in classe per far giungere tutti alle seguenti conclusioni:</p> <p>la superficie di base del contenitore influisce sul processo di trasferimento del calore.</p> <p>maggiore è la superficie di base e minore il tempo necessario per raffreddare il liquido.</p> <p>A questo punto l'insegnante invita gli studenti a riflettere sul problema posto all'inizio.</p> <p>È importante in questa fase che gli studenti rispondano alla domanda utilizzando un linguaggio scientifico corretto.</p>

**Approfondimenti**

N.B. La Scheda 7 e la Scheda 8 possono essere ampliate con le attività sul riscaldamento a potenza

costante, che, in questa proposta sono considerate "Valutazione dell'apprendimento". Le note relative a tali attività riguardano sia la scheda 7 che la scheda 8 che segue.

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Verifiche apprendimento</p> <p>Nelle verifiche viene proposto agli studenti di ripetere l'esperimento fatto sopra per il raffreddamento, nel caso del riscaldamento dell'acqua a potenza costante "Simulated Experiments", - "Heating" -"Lab3".</p> <p>Gli studenti in questo laboratorio virtuale riscalderanno 100 ml di acqua alla temperatura iniziale di 20 °C.</p> <p>Gli studenti possono scegliere due aree superficiali per la base del contenitore di acqua calda, cliccando sull'icona in alto a destra per la base piccola e a sinistra per la base grande.</p>	<p>L'insegnante propone agli studenti un'attività di verifica che mira ad accertare sia le competenze che gli studenti hanno acquisito sull'uso del laboratorio virtuale sia sulle conoscenze dei contenuti.</p> <p>L'insegnante, dopo che gli studenti hanno svolto l'attività, deve guidare gli studenti a comprendere che la conduzione termica dipende dalla superficie di base sia che si tratti di raffreddamento che riscaldamento del liquido.</p> <p>Dopo una discussione gli studenti possono identificare i parametri che influenzano la conducibilità termica e quelli che non la influenzano.</p>

---

### 4.3. LO SPESSORE

**Durata:** 1 ora

**Note didattiche**

#### 4.3.1. PREVISIONE: UN GIORNO A CASA

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>“Tua madre ha lasciato sul fornello il latte per troppo tempo. Per raffreddarlo rapidamente l’ha versato dal bicchiere in cui era in uno con le pareti più spesse. Lei pensava che in questo modo il latte si potesse raffreddare prima. Sei d’accordo? Non sei d’accordo? Perché?”</p>	<p>L’insegnante riprende la situazione di vita quotidiana proposta all’inizio del modulo e fa riflettere gli studenti sul ruolo che gioca lo spessore delle pareti nel raffreddamento della bevanda.</p>
<p>Dopo che gli studenti hanno fatto una previsione si favorisce la fase di condivisione.</p>	<p>L’insegnante invita gli studenti a condividere le loro previsioni. Potrebbe essere utile riportare quelle più significative sulla lavagna.</p>

#### 4.3.2. ATTIVITÀ AL CALCOLATORE: CONTENITORI DI SPESSORE DIVERSO

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti fanno partire la simulazione «Simulated Experiments», - « Cooling » e poi «Lab1».</p> <p>In questo laboratorio virtuale raffreddano 50 ml di acqua, alla temperatura iniziale di 80 °C, ponendolo in un recipiente più grande (vaschetta) che contiene 50 ml di acqua ma alla temperatura iniziale di 20 °C .</p> <p>Possono scegliere due spessori per il contenitore: 2.5 mm o 5 mm .</p>	<p>La procedura è stata già seguita nei precedenti laboratori virtuali quindi gli studenti non dovrebbero avere difficoltà.</p> <p>Questa potrebbe essere già una prima fase di verifica delle competenze acquisite dagli studenti nell’uso del laboratorio virtuale.</p> <p>L’insegnante può anche suddividere gli studenti in due gruppi e assegnare simulazioni diverse (Lab1 e Lab 2) per prendere i dati su tre diversi spessori e poi far condividere i risultati a tutta la classe.</p> <p>L’insegnante può invitare gli studenti a ripetere più volte l’esperimento per osservare attentamente tutti gli elementi della simulazione.</p> <p>L’insegnante fa notare agli studenti che nel terzo cerchio a sinistra è rappresentato lo spessore delle pareti. Da fare osservare anche che il flusso di calore netto <math>Q</math>, nel caso in cui si scelga lo spessore di 2,5 mm, sparisce dopo circa 12 secondi, mentre nel caso di 5 mm si dissolve dopo circa 22 secondi; in entrambi i casi si è arrivati all’equilibrio termico.</p>

---

**4.3.6. ATTIVITÀ: INFLUENZA DELLO SPESSORE SUL TEMPO DI RAFFREDDAMENTO**  
**4.3.7. ATTIVITÀ: “UN GIORNO A CASA” RIVISITATO**

ATTIVITÀ STUDENTI	COMMENTI DEL DOCENTE
<p>Gli studenti inferiscono una relazione tra spessore delle pareti del contenitore e tempo impiegato per raffreddare l'acqua.</p> <p>Alla luce delle evidenze sperimentali gli studenti riflettono sul problema iniziale e rispondono alla domanda.</p>	<p>L'insegnante guida la discussione in classe per far giungere tutti alle seguenti conclusioni:</p> <p>lo spessore di un contenitore influisce sul processo di trasferimento del calore.</p> <p>maggiore è lo spessore delle pareti del contenitore e maggiore è il tempo necessario per far raffreddare il liquido.</p> <p>A questo punto l'insegnante invita gli studenti a riflettere sul problema posto all'inizio.</p> <p>È importante in questa fase che gli studenti rispondano alla domanda utilizzando un linguaggio scientifico corretto.</p>





**B: STRUMENTI DI  
VALUTAZIONE**

# B: STRUMENTI DI VALUTAZIONE

**In questo documento descriviamo gli strumenti di valutazione che possono essere sottoposti agli studenti individualmente. Nel paragrafo 1 descriviamo i questionari pre- e post-istruzione; nel paragrafo 2 un protocollo di intervista da sottoporre ad alcuni studenti dopo l'istruzione. Infine, si propongono una tabella per l'analisi delle risposte. Il testo dei questionari e il protocollo dell'intervista sono riportati alla fine.**

## 1. DESCRIZIONE DEI QUESTIONARI PRE- E POST-ISTRUZIONE

Il questionario pre-istruzione consiste di sei domande che riguardano sia i prerequisiti (per es. calore e temperatura) che i contenuti del modulo (ad es. conducibilità termica dei materiali). Di seguito una breve descrizione delle domande.

La prima è una domanda standard per indagare sulle idee degli studenti riguardo la temperatura di equilibrio di corpi lasciati per un tempo sufficiente in uno stesso ambiente. Vi sono sia oggetti che esseri animati; mentre i primi raggiungono la stessa temperatura del mezzo in cui sono immersi, i secondo hanno una loro temperatura.

La seconda domanda mira a focalizzare l'attenzione degli studenti sulla conducibilità termica, chiedendo loro di scegliere in una situazione di vita reale tra tre tazze in cui è stata servito un liquido caldo.

La domanda tre affronta la questione della non esistenza di perfetti isolanti, sottoponendo di nuovo agli studenti, una situazione di vita reale che coinvolge uno scaldabagno.

La domanda 4 è un'altra domanda standard che in particolare si focalizza sulle sensazioni tattili che si provano toccando un pezzo di legno ed un pezzo di metallo. La domanda mira a chiarire che la percezione è legata alla differente conducibilità termica degli oggetti considerati, ed in particolare che il metallo è un miglior conduttore termico del legno.

Nella domanda 5 si chiede agli studenti di immaginare quale possa essere il modo più efficiente per mantenere un pupazzo a temperatura costante. Lo scopo di questa domanda è quello di far riflettere gli

studenti che per mantenere un corpo a temperatura costante lo si può circondare con un materiale isolante, come ad esempio la giaccia da sci.

L'ultima domanda focalizza l'attenzione degli studenti sul fatto che un mestolo di legno è più adatto per mescolare una minestra calda rispetto ad uno di metallo. Con questa domanda si affronta il tema di come il calore si trasferisce dal mestolo alle dita e più in generale di come si trasferisce il calore nei materiali.

Il questionario post-istruzione comprende le sei domande precedenti più altre quattro. In particolare, le domande 6 e 10 mirano a investigare sulla comprensione degli studenti sul modello microscopico presentato nelle simulazioni del modulo. Le domande sette e otto mirano ad indagare sulla comprensione della differenza tra conduttore e isolante, mentre la domanda nove indaga su uno degli obiettivi generali del modulo, in particolare la capacità degli studenti di progettare un esperimento selezionando un opportuno setting e variabili.

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVISTA

Un'intervista semi-strutturata è stata progettata per essere sottoposta agli studenti dopo l'istruzione. Lo scopo dell'intervista è duplice:

- raccogliere le opinioni degli studenti sulle attività condotte dal punto di vista del loro interesse/motivazione
- indagare le ragioni per alcune risposte date al questionario post-istruzione su alcuni contenuti di fisica rilevanti affrontati nel modulo.

## QUESTIONARIO PRE-ISTRUZIONE

1. Durante l'inverno sei in una casa di montagna. La temperatura all'interno della casa è di 6°C. Vi sono diversi oggetti nella casa. Quale è la temperatura di ogni oggetto?
- a. Un pullover di lana
  - b. Una scodella di metallo
  - c. Un tavolo di legno
  - d. Un gatto

**Spiega**

.....

.....

.....

.....

.....

2. In una fredda giornata di inverno sei andato con i tuoi amici al bar della scuola e avete ordinato una cioccolata calda. La cioccolata è stata servita alla stessa temperatura, ma in tazze diverse: una di plastica, una di metallo e una di vetro. Quale tazza sceglieresti fra metallo plastica e vetro, per non scottarti?

**Dai una breve spiegazione della tua scelta:**

.....

.....

.....

.....

.....

In quale tazza la cioccolata si raffredderà più velocemente, dopo un poco di tempo?

**Dai una breve spiegazione e descrivi il tuo punto di vista:**

.....

.....

.....

.....

.....



---

3. Nello scaldabagno c'è una piccola lampadina che indica quando lo scaldabagno è in funzione e quindi usa elettricità. Quando la temperatura dell'acqua nello scaldabagno ha raggiunto la temperatura desiderata, la luce si spegne. Lo scaldabagno ha un buon isolamento termico. Ma nonostante ciò la luce della lampadina ogni tanto si accende anche se nessuno ha usato l'acqua calda. Come mai succede questo?

.....

.....

.....

.....

.....

4. Un tavolo ha il ripiano di legno e le gambe di metallo. Se tocchi con una mano il ripiano e con l'altra una gamba del tavolo, ti sembrerà che il ripiano abbia temperatura più alta della gamba del tavolo. Questo avviene perché:

- a. Il legno assorbe e immagazzina il calore mentre il metallo no
- b. Il metallo e il legno hanno temperatura diverse
- c. Il metallo conduce più velocemente il calore del legno
- d. Il legno assorbe il freddo
- e. Il metallo assorbe il freddo

**Scegli quale o quali risposte ti sembrano corrette e giustifica la tua scelta.**

.....

.....

.....

.....

.....

5. In una giornata nevosa tre amici hanno costruito un pupazzo di neve e lo hanno mostrato ad un altro amico che era arrivato tardi. Ma nel frattempo era uscito il sole e la temperatura stava aumentando. Quindi gli amici hanno deciso di impedire che il pupazzo si sciogliesse. Per fare questo ogni amico aveva opinioni diverse:

- a) "Coprire il pupazzo, disse uno di loro, con la giacca da sci, fatta di un materiale composito, fibra di vetro". "La giacca lo manterrà freddo e impedirà che si sciolga"
- b) "No, disse un altro, la giacca da sci lo riscalderà e lo farà sciogliere" "Coprilo con un po' di carta di alluminio"
- c) "In ogni caso e con qualsiasi metodo, si scioglierà"

**Chi aveva ragione? Giustifica la tua risposta**

.....

.....

.....

.....

---

6. Un tuo amico usa un cucchiaio di metallo per girare la minestra mentre si cucina. Dopo un poco si scotta le dita. Come pensi che sia avvenuto il trasferimento di calore attraverso il metallo, fino alle dita del tuo amico?

.....

.....

.....

.....

.....

---

## QUESTIONARIO POST-ISTRUZIONE

---

1. Durante l'inverno sei in una casa di montagna. La temperatura all'interno della casa è di 60 C. Vi sono diversi oggetti nella casa. Quale è la temperatura di ogni oggetto?
- a. Un pullover di lana
  - b. Una scodella di metallo
  - c. Un tavolo di legno
  - d. Un gatto

**Spiega**

---

---

---

---

---

---

---

---

2. In una fredda giornata di inverno sei andato con i tuoi amici al bar della scuola e avete ordinato una cioccolata calda. La cioccolata è stata servita alla stessa temperatura, ma in tazze diverse: una di plastica, una di metallo e una di vetro. Quale tazza sceglieresti fra metallo plastica e vetro, per non scottarti?

**Dai una breve spiegazione della tua scelta:**

---

---

---

---

---

---

---

---

In quale tazza la cioccolata si raffredderà più velocemente, dopo un poco di tempo?

**Dai una breve spiegazione e descrivi il tuo punto di vista:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Nello scaldabagno c'è una piccola lampadina che indica quando lo scaldabagno è in funzione e quindi usa elettricità. Quando la temperatura dell'acqua nello scaldabagno ha raggiunto la temperatura desiderata, la luce si spegne. Lo scaldabagno ha un buon isolamento termico. Ma nonostante ciò la luce della lampadina ogni tanto si accende anche se nessuno ha usato l'acqua calda. Come mai succede questo?

.....

.....

.....

.....

.....

4. Un tavolo ha il ripiano di legno e le gambe di metallo. Se tocchi con una mano il ripiano e con l'altra una gamba del tavolo, ti sembrerà che il ripiano abbia temperatura più alta della gamba del tavolo. Questo avviene perché:

- a) Il legno assorbe e immagazzina il calore mentre il metallo no
- b) Il metallo e il legno hanno temperatura diverse
- c) Il metallo conduce più velocemente il calore del legno
- d) Il legno assorbe il freddo
- e) Il metallo assorbe il freddo

**Scegli quale o quali risposte ti sembrano corrette e giustifica la tua scelta..**

.....

.....

.....

.....

.....

5. In una giornata nevosa tre amici hanno costruito un pupazzo di neve e lo hanno mostrato ad un altro amico che era arrivato tardi. Ma nel frattempo era uscito il sole e la temperatura stava aumentando. Quindi gli amici hanno deciso di impedire che il pupazzo si sciogliesse. Per fare questo ogni amico aveva opinioni diverse:

- a) "Coprire il pupazzo, disse uno di loro, con la giacca da sci, fatta di un materiale composito, fibra di vetro". "La giacca lo manterrà freddo e impedirà che si sciolga"
- b) "No, disse un altro, la giacca da sci lo riscalderà e lo farà sciogliere" "Coprilo con un po' di carta di alluminio"
- c) "In ogni caso e con qualsiasi metodo, si scioglierà"

**Chi aveva ragione? Giustifica la tua risposta**

.....

.....

.....

.....

---

6. Quando tieni in mano un lungo manico di metallo di una padella, dopo un poco le dita cominciano a scottare. Perché pensi che accada questo? Dai una spiegazione microscopica di quanto accade.

.....

.....

.....

.....

.....

7. **Completa le frasi seguenti usando le parole corrette:**

Buoni conduttori sono quei materiali in cui .....

Isolanti sono quei materiali in cui .....

8. Se giri la minestra con un cucchiaio di plastica ti bruci le dita? Giustifica la tua risposta.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. Caterina ha due tazze A e B. Le tazze sono fatte di materiali diversi ma per il resto sono identiche. Caterina sostiene che l'acqua nella tazza A si riscalda più rapidamente (e della stesso valore di temperatura) che l'acqua nella tazza B. Come potresti fare per verificare se ha ragione? Puoi progettare un esperimento? Indica con chiarezza come faresti l'esperimento e di cosa ti potresti servire.

.....

.....

.....

.....

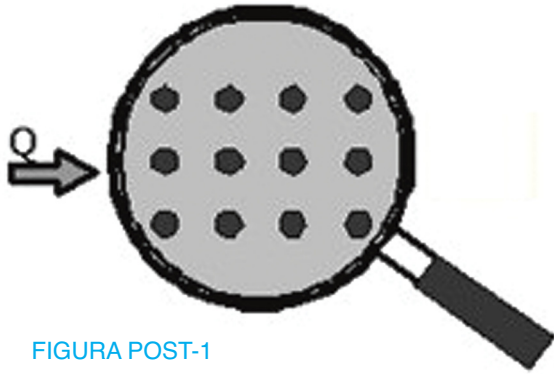
.....

.....

.....

.....

- 
10. Qui di sotto sono raffigurate due strutture di materiali diversi (visti attraverso un immaginario microscopio). Puoi dire, guardando la loro struttura quale dei due materiali conduce il calore più rapidamente? Giustifica la tua risposta



.....

.....

.....

.....

.....

11. Nell'ambiente di laboratorio virtuale, progetta un esperimento in cui riscaldi una data quantità di acqua contenuta in differenti contenitori. Attraverso questo esperimento, devi dedurre delle relazioni d'ordine tra la conduzione termica e la superficie, e/o tra la conduzione termica e lo spessore del contenitore. Puoi concludere che valgono le stesse relazioni che hai trovato nel caso del raffreddamento? Progetta l'esperimento e spiega.

.....

.....

.....

.....

.....

---

## RISPOSTE CORRETTE

---

### QUESTIONARIO PRE-ISTRUZIONE

- Domanda 1.** Tutti gli oggetti sono alla temperatura della stanza. Il gatto ha la sua temperatura.
- Domanda 2.** Per far in modo di non bruciarsi le dita, lo studente dovrebbe prendere la tazza di plastica. Il cioccolato si raffredderà più velocemente nella tazza di metallo.
- Domanda 3.** Lo scaldabagno non è perfettamente isolato.
- Domanda 4.** Il metallo conduce più velocemente del legno.
- Domanda 5.** La giacca da sci manterrà il pupazzo di neve freddo, almeno per un tempo sufficiente, perché è fatta di materiale isolante.
- Domanda 6.** Il calore nei metalli si trasferisce attraverso le vibrazioni reticolari ed il moto degli elettroni liberi.

### QUESTIONARIO POST-ISTRUZIONE

- Domande 1-6:** Le stesse del questionario pre
- Domanda 7:** Buoni conduttori termici sono quei materiali nei quali gli elettroni partecipano alla conduzione; gli isolanti sono quei materiali in cui la conduzione termica è dovuta soltanto alle vibrazioni del reticolo.
- Domanda 8:** Mescolare un cibo caldo con un cucchiaino di plastica impedisce che le dita si scottino perché la plastica è un isolante.
- Domanda 9:** Metti la stessa quantità di acqua (per esempio 200 mg), alla stessa temperatura iniziale (per esempio 100 °C) nelle tazze A e B; quindi, metti un termometro in entrambe le tazze, coperte con coperchio di polistirene, e misura la temperatura ad istanti di tempo fissati.
- Domanda 10:** La figura B rappresenta un metallo perché ci sono elettroni liberi, la figura A rappresenta un materiale isolante.
- Domanda 11:** L'unica differenza con il processo di raffreddamento è la forma della funzione  $T(t)$ .

### COME VALUTARE

È possibile categorizzare le risposte come segue:

- A. Risposta accettabile dal punto di vista scientifico.
- B. Risposta corretta con spiegazione non riportata o parzialmente corretta.
- C. Risposta parzialmente corretta con spiegazione.
- D. Risposta parzialmente corretta senza spiegazione.
- E. Risposta non corretta, spiegazione non corretta.
- F. Risposta non data

### ESEMPI DI RISPOSTE

- Domanda 1** "... ognuno degli oggetti avrà come temperatura quella dell'ambiente, tranne il gatto che ha una temperatura propria..."; "...gli oggetti [inanimati] assumono tutti la temperatura dell'ambiente tranne il gatto che è un essere vivente..." (risposte accettabili dal punto di vista scientifico).
- Domanda 2** "...il metallo ci mette più tempo per riscaldarsi perché ha una temperatura più fredda..."; "nella tazza di metallo la cioccolata si raffredda in più tempo perché il metallo ci mette di più per riscaldarsi". (Risposta non corretta, spiegazione non corretta); "...la plastica è isolante e quindi la cioccolata si raffredderà più rapidamente nella tazza di metallo che essendo conduttore lascia passare il calore..." (Risposta corretta con spiegazione parzialmente corretta).

- 
- Domanda 3** “...la luce si accende perché la temperatura interna dello scaldabagno è influenzata da quella esterna...”; “...la luce si accende perché l'acqua si raffredda...” (Risposte corrette con spiegazione parzialmente corretta); “...perché un [materiale] con isolamento perfetto non c'è e poi se non si somministra calore l'acqua si raffredda...” (Risposta accettabile dal punto di vista scientifico).
- Domanda 4** “il legno assorbe il freddo”; “il legno assorbe e immagazzina il calore mentre il metallo no” (Risposta non corretta, spiegazione non corretta); “il ferro tende ad attirare più velocemente il calore del corpo rispetto al legno” (Risposta corretta con spiegazione non corretta) “...il metallo assorbe subito il calore che noi forniamo con la mano e quindi a noi sembrerà che il metallo sia più freddo...” (Risposta accettabile dal punto di vista scientifico).
- Domanda 5** “...lo coprirei con la carta alluminio perché può tenere fresco il pupazzo...”; “...lo coprirei con la carta alluminio perché l'alluminio mantiene sempre la temperatura al suo interno...”; “...la carta alluminio mantiene il calore...” (Risposta non corretta, spiegazione non corretta); “...coprirei il pupazzo con la giacca da sci in modo che al pupazzo resti la sua temperatura...” (Risposta corretta con spiegazione non riportata o parzialmente corretta).
- Domanda 6** “il metallo assorbe tutto il calore e lo trasferisce alle dita” (Risposta corretta con spiegazione parzialmente corretta).



---

## PROTOCOLLO INTERVISTA

- 1) Qual è stato il tema affrontato nelle attività? Quale di queste ti ha colpito di più?
- 2) Se hai una padella con il manico di metallo e la metti sul fuoco cosa succede? E se il manico è di legno?

Osserva le seguenti immagini



FIGURA I-1

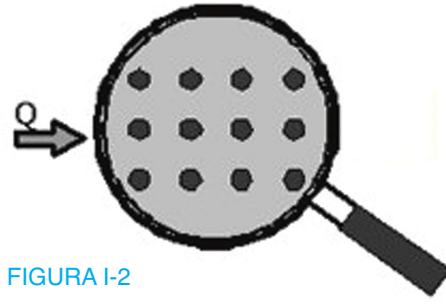


FIGURA I-2

- 3) Sapresti dirmi quale di queste due immagini meglio rappresenta il modello microscopico di un metallo?

Osserva adesso la seguente figura

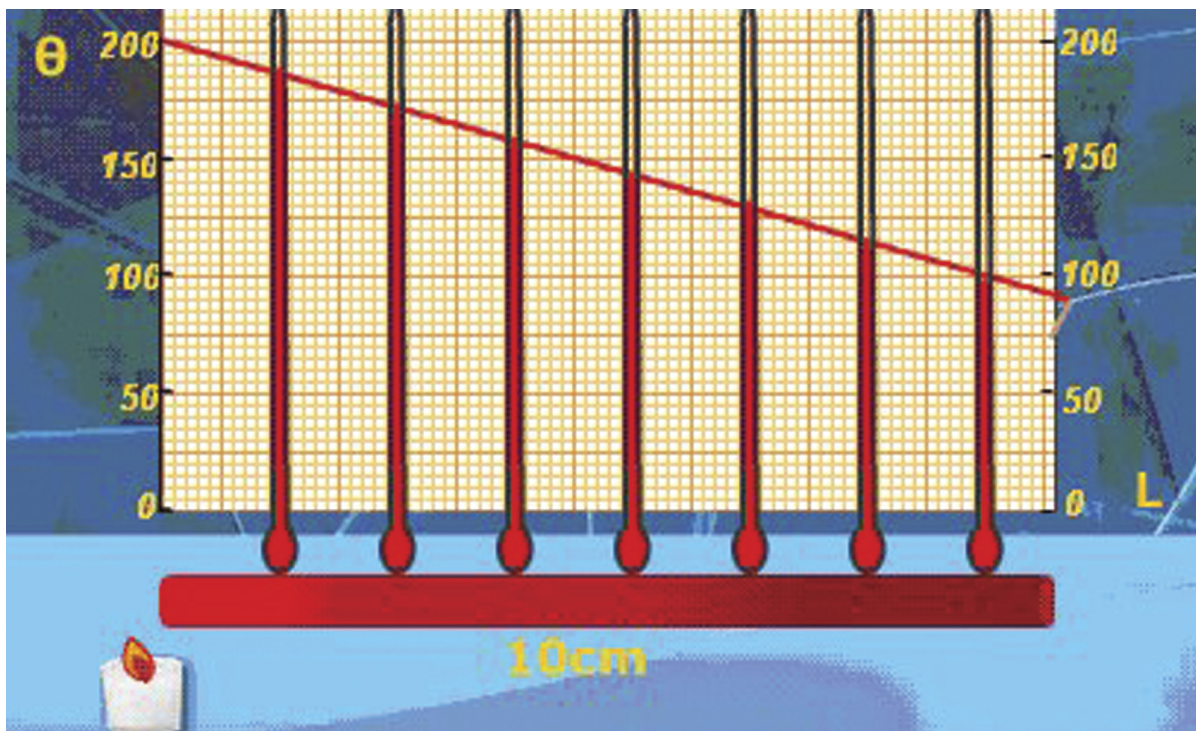


FIGURA I-3

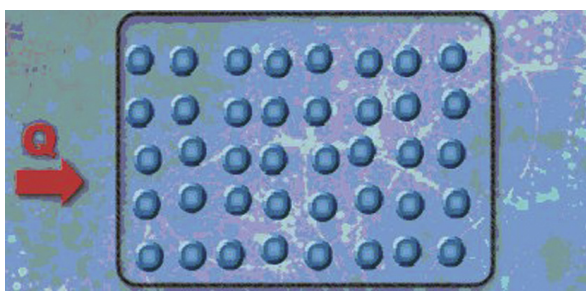


FIGURA I-4

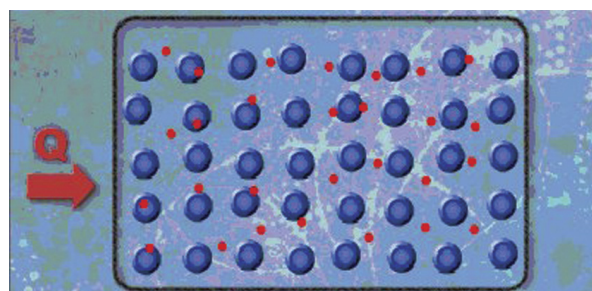


FIGURA I-5

- 
- 4) Descrivi brevemente la situazione fisica e l'interpretazione che ne è stata presentata durante le attività  
5) Se volessi progettare un esperimento per osservare un qualche scambio di calore tra due sistemi, cosa faresti?

*Osserva la seguente fotografia termografica di un caseggiato (a destra la relativa legenda). All'esterno la temperatura è circa 40°C. All'interno del caseggiato diversi condizionatori sono regolati sulla temperatura di circa 26°C.*



FIGURA I-6

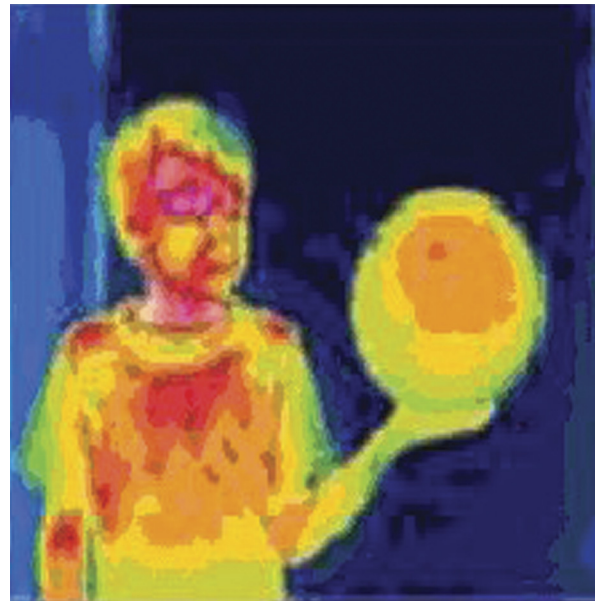


FIGURA I-7

- 6) Quale parte del caseggiato è isolata, quella a destra o quella sinistra?  
7) Per non far sciogliere un pupazzo di neve cosa fai?







**MATERIALS  
SCIENCE PROJECT**

UNIVERSITY-SCHOOL PARTNERSHIPS  
FOR THE DESIGN AND IMPLEMENTATION  
OF RESEARCH-BASED ICT-ENHANCED  
MODULES ON MATERIAL PROPERTIES

ISBN 978-9963-689-53-8  
2009