

# Calore e temperatura

Percorso integrato scuola secondaria di primo grado

IC – Castro dei Volsci

A cura di Mattoni

1

## Introduzione alla problematica scientifica

Il massiccio impatto della scienza nella nostra vita quotidiana impone alla scuola il compito di potenziare l'insegnamento scientifico, attivando soprattutto esperienze pratico-sperimentale mediante una didattica laboratoriale. La proposta indirizzata alla fascia scolare della *scuola primaria*, porta ad indagare sulle relazioni esistenti tra la sensazione di caldo e di freddo, le proprietà termiche e le dinamiche di trasferimento del calore a partire da esperienze della vita quotidiana e da attività esplorative.

Per quanto riguarda la *scuola secondaria di primo grado* il **percorso** riguarderà sempre il **concetto di calore e temperatura** operando un **collegamento tra macroscopico e microscopico**.

Per introdurre la problematica scientifica siamo partiti da una domanda-stimolo rivolta al gruppo classe. Come primo passo abbiamo iniziato il discorso parlando del forno a microonde elettrodomestico comunemente presente nelle case dei nostri alunni. Da qui abbiamo incentrato la nostra conversazione ponendo la seguente domanda "COME FANNO I CIBI A CUOCERE?"

Risposte degli alunni alla situazione stimolo presentata: -Marco. E' il forno che cuoce!

Luca – ci vuole la corrente elettrica! Angelo – Il forno acceso si scalda, così il calore cuoce i cibi.

Come Angelo, molti altri bambini hanno affermato che ciò avviene grazie ad una fonte di calore.

Quindi proprio perché in "**Esperimenta**" si parla di *percorsi esemplari*, in un contesto di continuità tra la scuola dell'infanzia, scuola primaria e scuola media, la *tematica* trattata sarà proprio incentrata sul *concetto di calore e temperatura*.

2

## Obiettivi

- *acquisire* il modello della struttura particellare della materia;
- *utilizzare* il modello particellare della materia per la previsione e l'interpretazione degli stati di aggregazione della materia e dei relativi cambiamenti di stato.

3

## Approfondimenti disciplinari ed integrazione delle scienze

Fisica  
Chimica

4

## Prerequisiti

- saper utilizzare oggetti e strumenti in maniera funzionale al loro uso;
- saper rilevare e tabulare dati;
- saper costruire grafici temperatura – tempo.

La classe 1<sup>a</sup>, destinataria del percorso, ha già affrontato i concetti di temperatura e calore , stati di aggregazione della materia, propagazione del calore, effetti del calore, cambiamenti di stato.

5

## Attrezzatura necessaria

fornelletto ad alcool; treppiedi metallico; reticella frangifiamma; beuta; becker; termometro.

6

## Materiale occorrente

acqua; segatura.

7

## Piano didattico

### DAL MACROSCOPICO AL MICROSCOPICO ( Introduzione del modello particellare )

#### ➤ Il "ponte" fra macroscopico e microscopico

Molto spesso nelle trattazioni rintracciabili sui manuali scolastici le due questioni sono scollegate; il modello particellare è finalizzato a se stesso e non viene utilizzato per razionalizzare fenomeni macroscopici. Tale frattura è evidente anche in un'indagine preliminare sulle conoscenze degli studenti su questioni legate alla materia; la maggior parte dei ragazzi ha sentito parlare di atomi o molecole ma li considera degli oggetti misteriosi (se non pericolosi come nel caso della bomba atomica) contenuti nella materia, senza alcun collegamento con le proprietà macroscopiche della stessa.

Pertanto, invito gli allievi a costruirci un **“ modello particellare della materia collegato con la realtà macroscopica ”** riferendoci a contenuti già affrontati.

**Nota :** Non si farà riferimento ad atomi o molecole, né tantomeno si parlerà della loro struttura. Si intenderà con il termine *“particelle”* semplicemente piccolissime parti di materia, tanto piccole da non potersi rilevare neanche con il microscopio elettronico.

Vediamo un **esempio**, relativo al tema degli **stati di aggregazione della materia**.

– **Aspetto macroscopico dei tre stati di aggregazione della materia.**

In particolare vengono prese in considerazione *caratteristiche* quali:

a) *Forma propria, volume proprio e incomprimibilità dei **solidi**;*

b) *Forma variabile(assumono la forma del recipiente che li contiene), volume proprio e incomprimibilità dei **liquidi**;*

c) *Non hanno forma propria , non hanno un volume proprio (occupano tutto lo spazio disponibile), sono comprimibili ed elastici (**aeriformi**).*

- **Struttura microscopica della materia nei tre stati fisici.** ( *Collegamenti col macroscopico* ) :
- Il fatto che i **solidi** hanno *forma e volume propri* e sono praticamente *incomprimibili* dice che le *particelle* sono poste a distanze abbastanza regolari e legate tra loro da forze di coesione forti; esse sono in grado di compiere piccole oscillazioni ma non possono allontanarsi.
- Il fatto che i **liquidi** non hanno una forma propria , ma *assumono la forma del recipiente che li contiene, pur mantenendo inalterato il proprio volume*, ci fa capire che le *particelle* sono disposte in maniera non del tutto regolare e le forze di coesione sono più deboli rispetto a quelle dei solidi; esse si possono muovere scivolando le une sulle altre . L'*incomprimibilità dei liquidi* dice che le particelle devono essere più o meno alla stessa distanza di quelle che compongono i solidi, anche se i legami che le tengono unite devono essere diversi in quanto è permessa la mobilità delle particelle.
- Il fatto che gli **aeriformi** *non hanno né forma propria, né volume proprio*, dice che le *particelle* sono disposte in maniera irregolare e le forze di coesione sono quasi del tutto inesistenti. Le molecole, non essendo “legate” tra loro si muovono liberamente occupando tutto lo spazio disponibile; la *comprimibilità degli aeriformi* evidenzia il fatto che le particelle costituenti devono essere distanziate l'una dall'altra.

Ogni qualvolta si riterrà opportuno trattare la materia in termini particellari si potrà prescindere dalla composizione della particella stessa ed approssimare la particella con una pallina creandone un **modello concreto** : ad esempio con delle **biglie poste in una scatola di scarpe**.

#### « **Modello della scatola con le biglie** »

- *agitando la scatola in modo che le biglie rimbalzino da ogni parte (fino magari a sollevare il coperchio) si può rappresentare lo stato gassoso;*
- *tenendo ferma la scatola in modo che le biglie si depositino sul fondo e agitandole delicatamente in modo che rotolino si può rappresentare lo stato liquido;*
- *inclinando la scatola in modo che le biglie si ammassino in un angolo e tenendola ferma si può rappresentare lo stato solido.*

Per trattare, ad esempio, gli **stati della materia** si potrà ricorrere a questo **modello** non prima di aver precisato che lo stato di aggregazione deve essere descritto in base all'ambiente (temperatura e pressione) nel quale il corpo si trova.

La **temperatura** può modificare lo stato della materia per cui aumentando o diminuendo la temperatura una stessa sostanza si può presentare nell'uno o nell'altro stato di aggregazione.

#### **Ipotesi del modello particellare**

( Conclusioni alle quali è giunta la classe dopo il confronto e la discussione collettiva )

**Le particelle :**

1. **Sono submicroscopiche** (termine individuato dai ragazzi);
2. **sono legate** : i legami sono forti nello stato solido, sono meno forti nello stato liquido, quasi inesistenti negli aeriformi;
3. **si muovono** : la velocità è minima nei solidi (vibrazioni su posizioni fisse), aumenta nei liquidi, aumenta ancora negli aeriformi;
4. **la velocità delle particelle è in relazione alla loro energia termica;**
5. **hanno tutte le stesse dimensioni** (almeno per quanto riguarda la stessa sostanza);
6. **non sono continue nella loro distribuzione;**
7. circa la loro **forma**, la maggior parte dei ragazzi le immagina di forma pressoché **sferica**.

**Perché siamo giunti a queste conclusioni?**

- Il primo punto è evidente: se non si riesce ad osservarle neanche con un microscopio elettronico, le particelle devono essere veramente molto piccole.
- Per il secondo punto, abbiamo riflettuto sugli stati della materia e le conclusioni ci sono sembrate le più plausibili con quanto si osserva sul loro comportamento.
- Anche per il terzo punto ci siamo riferiti al comportamento della materia nei tre stati. Infatti, se pensiamo ad un odore questo si avverte anche molto lontano dalla fonte.
- Deve esserci per forza una relazione fra la loro velocità e il calore fornito (basta pensare alla diffusione dell'inchiostro in acqua calda e fredda).
- Abbiamo pensato che almeno per uno stesso tipo di sostanza le particelle dovrebbero avere le stesse dimensioni altrimenti cambierebbe la sostanza.
- Questo lo abbiamo ipotizzato riferendoci sempre alla diffusione di un liquido colorato nell'acqua o alla dissoluzione del sale o dello zuccheri in acqua.
- L'ultimo punto ci ha fatto discutere molto e non si è giunti ad una conclusione condivisa; la scelta della forma sferica delle particelle è motivata dalla convinzione che con questa forma la materia si distribuisce in maniera omogenea.

Il percorso di seguito descritto è una parte del lavoro effettivamente realizzato in una **Classe Prima Media**: si tratta di una *serie di esperienze effettuate, in classe, dagli studenti nel tentativo di comprendere la struttura (proprietà) della materia nel suo complesso, dal punto di vista macroscopico e microscopico*. Frequenti sono gli scambi tra le due dimensioni e il tentativo di giustificare le proprietà "visibili" con una struttura "invisibile" che è, al tempo stesso, la dimostrazione e la causa di ciò che è possibile osservare.

- Le " **esperienze** " effettuate sono:
- **l'ebollizione dell'acqua;**
  - **la propagazione del calore nei liquidi .**

### 1ª ESPERIENZA : l'ebollizione dell'acqua

<b>Problema – Domanda:</b> a che temperatura avviene l'ebollizione dell'acqua?	
<b>Scopo dell'esperienza:</b> verificare che , a differenza dell'evaporazione che può aver luogo a qualsiasi temperatura, l'ebollizione è un passaggio dallo stato liquido allo stato aeriforme che avviene ad una temperatura ben precisa, che varia da liquido a liquido.	
<b>Principi e riferimenti teorici:</b> calore, temperatura, passaggi di stato, modello microscopico della materia.	
<b>Attrezzatura necessaria</b>	<b>Materiale occorrente</b>
Fornelletto ad alcool Treppiedi metallico Reticella frangifiamma Beuta Termometro	250 ml d'acqua
<b>Procedimento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abbiamo sistemato il fornello ad alcool sul tavolo di marmo del laboratorio;</li> <li>- abbiamo posizionato il treppiede in modo che sormontasse il fornello;</li> <li>- abbiamo posto sul treppiede la reticella frangifiamma;</li> <li>- abbiamo sistemato la beuta sopra la reticella;</li> <li>- abbiamo acceso il fornello;</li> <li>- con il termometro abbiamo misurato la temperatura iniziale e quindi abbiamo proseguito con il rilevamento ogni cinque minuti, fino a raggiungere la temperatura di ebollizione dell'acqua, compilando la relativa Tabella ;</li> </ul>	

- alle 9,40 abbiamo effettuato l'ultimo rilevamento e poi spento il fornello.

TABELLA	
Tempo (in minuti)	Temperatura (°C)
9.00	23
9.05	38
9.10	56
9.15	65
9.20	75
9.25	87
9.30	97
9.34	100
9.37	100
9.40	100
.....	.....

### Osservazione

- ✓ La **temperatura** sale progressivamente al passare del tempo man mano che si fornisce calore.
- ✓ A **65 °C circa**, notiamo che il livello dell'acqua nella beuta è superiore a 250 ml nonostante l'evaporazione "porti via" un certo quantitativo di sostanza.
- ✓ A **75°C**, il vetro si appanna e scendono delle goccioline lungo le pareti della beuta.
- ✓ A **circa 90°C**, il livello dell'acqua è ancora superiore a 250 ml nonostante la massiccia evaporazione.
- ✓ A **100°C l'acqua bolle** e si osservano movimenti tumultuosi dell'intera massa, la superficie è interessata da una evaporazione al "Top".
- ✓ **Per altri due rilevamenti**, osserviamo che la temperatura rimane ferma a **100°C**, nonostante si continui a fornire calore alla beuta; c'è come una **sosta** nella temperatura.
- ✓ Abbiamo rilevato il livello dell'acqua, successivamente, quando tutto il sistema si era raffreddato a circa 23°C ed abbiamo osservato che era sceso a circa 210 ml.

### Conclusioni

- Il fatto che, fra 65°C e 90°C, il volume dell'acqua sia aumentato ci sembra in accordo con l'**ipotesi particellare**: infatti il calore assorbito dall'acqua serve a far diventare più veloci le sue particelle, che acquistando energia, allentano i propri legami distanziandosi e, quindi, il volume complessivo aumenta.
- Il fatto che la temperatura rimane a 100°C fino a quando l'acqua bolle e non si è trasformata completamente in vapore acqueo, si spiega con il motivo che il calore fornito serve alle particelle per rompere i legami e per passare allo stato aeriforme: anche questo sembra in accordo con l'**ipotesi particellare**.
- Anche il diminuito volume dell'acqua, a raffreddamento avvenuto, interrotta l'ebollizione, conferma che circa 40 ml di acqua si sono trasformati in vapore acqueo abbandonando lo stato liquido, grazie al calore fornito.

**2ª ESPERIENZA : propagazione del calore nei liquidi per convezione**

<b>Problema – Domanda:</b> “Come si propaga il calore in un liquido” ?	
<b>Scopo dell’esperienza:</b> osservare i “moti convettivi” in un liquido	
<b>Principi e riferimenti teorici:</b> calore, temperatura, propagazione del calore, modello microscopico della materia.	
<b>Attrezzatura necessaria</b>	<b>Materiale occorrente</b>
Fornelletto ad alcool Treppiede metallico Reticella frangifiamma Becker	Acqua Segatura
<b>Procedimento</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- prendere un becker e riempirlo d’acqua;</li> <li>- aggiungere della segatura che funziona come indicatore;</li> <li>- posizionare il sistema sul fornello ad alcool e aspettare il riscaldamento dell’acqua.</li> </ul>	
<b>Osservazione</b>	
Dopo pochi minuti si iniziano a vedere degli spostamenti: la segatura sale verso l’alto mano a mano che il calore aumenta e, in prossimità dell’ebollizione, si intravedono due vortici a spirale, simili a due circoli chiusi. Quando si toglie il becker dal fornello e si mette a contatto con una superficie più fredda si nota che da esso esce del vapore e che il livello dell’acqua si è abbassato. Contemporaneamente il movimento della segatura rallenta con la perdita di calore.	
<b>Conclusioni</b>	
Sulla base dell’evidenza sperimentale si è dedotto che la propagazione del calore in un liquido avviene con trasporto di materia: i movimenti osservati si chiamano “moti convettivi”.	

**Domanda:** « Perché in un liquido la propagazione del calore avviene con trasporto di materia e in un solido invece no? »

Cerchiamo di spiegarlo a “ **livello microscopico** ”.

Mettendo in relazione la modalità di propagazione del calore in un liquido con la struttura particellare di tale stato di aggregazione si è giunti, in seguito a discussione con la classe, a queste **conclusioni** :

“ Sappiamo che in un liquido i legami tra le particelle sono più deboli che in un solido, tanto da permettere alle particelle stesse di allontanarsi fra di loro, ma fino a un certo punto: Assorbendo calore da una sorgente le particelle allentano ancor di più i legami distanziandosi ulteriormente. Osservando i movimenti delle correnti ascensionali di acqua nel becker , messi in evidenza dalla segatura che appare trascinata verso l’alto, sembrerebbe quasi che le particelle siano diventate più leggere. Ma le cose stanno proprio così oppure l’energia termica acquistata le ha velocizzate facendole risalire in superficie. Forse sono vere entrambe le ipotesi. In effetti l’acqua calda, dilatandosi è anche meno densa e di conseguenza più leggera di quella meno calda, che si trova nelle altre parti. Le correnti discendenti verso il basso sembrano essere inevitabili perché le particelle “più calde” risalite “scacciano” quelle più fredde costringendole verso il basso. Le particelle della corrente discendente sono anche più lente perché meno calde ed è come se rimanessero indietro rispetto a quelle più veloci che risalgono. Quando, a loro volta, acquistano energia in vicinanza della sorgente di calore, risalgono richiamando le particelle più fredde e il processo continua finché la sorgente di calore è attiva. Quando, infatti, questa viene spenta si assiste ad un progressivo rallentamento dei movimenti, prima vorticosi, fino a quando cessano complessivamente a raffreddamento raggiunto.

In definitiva, dal punto di vista particellare, **la conduzione non differisce molto dalla convezione**. Infatti, in entrambi i casi, il calore si propaga per “ **urti delle particelle** “ dal corpo più caldo al corpo più freddo ma, mentre nei liquidi il processo si manifesta con spostamenti di materia, nei solidi questo non avviene, nel senso globale del termine.

8

## Monitoraggio e verifiche

Per valutare il livello di conoscenza acquisito dagli alunni si procederà alla somministrazione di schede di verifica (formativa e sommativa), relative al tema affrontato, appositamente predisposte dall'insegnante.

9

## Partenariato e collaborazioni

L'attività laboratoriale ha coinvolto nella discussione e sperimentazione delle varie esperienze il gruppo-classe ed il docente della disciplina.

10

## Materiali didattici

Libro di testo; schede strutturate; materiale on line.

11

## Bibliografia

**Galileo** ( Autori: Flaccavento – Romano ) Fabbri Editori.

**ebook su temperatura e calore**

Autrice: Annarita Ruberto ( Modulo D : temperatura e calore)

( <http://scientificando.splinder.com> ).

Temperatura, calore e il problema della struttura particellare della materia

( <http://scientificando.splinder.com> ).

