

## **Calore e temperatura nelle trasformazioni: i primi passi!**

*di M. Falasca, C. Mancinelli, A. Scarpulla*

Nucleo Tematico  
Trasformazioni

Autore

Marco Falasca, Cesarina Mancinelli, Anna Scarpulla

Referente scientifico

Giuseppe Valitutti

Grado scolastico

Scuola Primaria - Classi IV e V

Tempo medio per svolgere il percorso

16 ore se gli esperimenti sono tutti dimostrativi e la lezione è dialogata.

24 ore se alcuni esperimenti sono condotti dai bambini e se si lavora in cooperative learning

## Indice

Scheda generale.....	3
Introduzione al percorso .....	4
Indicazioni metodologiche.....	9
Attività 1 – Quanto è caldo.....	11
Step 1 – Esplorazione e discussioni cooperative .....	12
Step 2 –Invenzione .....	15
Step 3 – Scoperta .....	16
Attività 2 – Temperatura-peso-calore.....	18
Step 1 – Esplorazione e discussioni cooperative .....	19
Step 2 – Invenzione .....	21
Step 3 – Scoperta .....	22
Attività 3 – Calore = energia in transito che produce cambiamenti degli stati fisici .....	26
Step 1 – Esplorazione.....	27
Step 2 – Invenzione .....	30
Step 3 – Scoperta .....	31
Spunti per approfondire .....	33
Spunti per un approfondimento disciplinare .....	33
Spunti per altre attività con gli studenti.....	33
Risorse.....	34
Documentazione e materiali .....	34
Bibliografia .....	34
Sitografia.....	35

## Scheda generale

### Indicazioni per il curriculum

#### Trauardi per lo sviluppo delle competenze al termine della scuola primaria

- L'alunno sviluppa atteggiamenti di curiosità e modi di guardare il mondo che lo stimolano a cercare spiegazioni di quello che vede succedere.
- Esplora i fenomeni con un approccio scientifico: con l'aiuto dell'insegnante, dei compagni, in modo autonomo, osserva e descrive lo svolgersi dei fatti, formula domande, anche sulla base di ipotesi personali, propone e realizza semplici esperimenti.
- Espone in forma chiara ciò che ha sperimentato, utilizzando un linguaggio appropriato.

#### Obiettivi di apprendimento al termine della classe quinta della scuola primaria

- Individuare, nell'osservazione delle esperienze concrete, alcuni concetti scientifici quali: peso, temperatura e calore.
- Cominciare a riconoscere regolarità nei fenomeni e a costruire in modo elementare il concetto di energia.
- Utilizzare semplici strumenti di misura quali termometri e bilance.

### Organizzatori concettuali

- Distinzione tra stati (come le cose sono) e trasformazioni (come le cose cambiano).
- Caratteristiche ed evoluzione temporale dei sistemi in gioco, viventi e non viventi.
- Interazioni, relazioni e correlazioni tra sistemi e tra parti di un sistema.

### Concetti Chiave

Il percorso vuole contribuire ad aiutare gli studenti nella costruzione graduale dei seguenti concetti:

- il calore è trasferimento di energia tra oggetti con temperature diverse;
- il calore è sempre trasferito dagli oggetti a temperatura più alta a quelli a temperatura più bassa (è unidirezionale);
- il calore non è qualcosa di materiale;
- la temperatura è una proprietà degli oggetti materiali, è una grandezza che può essere misurata direttamente;
- il calore è unidirezionale, viene trasmesso ai solidi che cambiano di stato diventando liquidi, e ai liquidi quando cambiano di stato diventando gas (esempi: fusione, evaporazione, ebollizione);
- il calore è unidirezionale, viene sottratto dai sistemi in cui i gas cambiano di stato e diventano liquidi e dai sistemi in cui i liquidi cambiano di stato e diventano solidi (esempi: condensazione, solidificazione).

La serie delle parole concetto è: **oggetto, proprietà, materiale, interazione, sistema, calore, temperatura**. Non è opportuno a questo livello scolare dare un'interpretazione del calore e della temperatura utilizzando la teoria particellare della materia. Si dovranno invece porre le basi operative perché lo sviluppo concettuale in verticale porti alla comprensione dei moti particellari nella scuola media e nel biennio superiore

### **Prerequisiti dello studente**

Comprensione elementare dei concetti:

- oggetto;
- proprietà;
- materiale;
- interazione;
- sistema.

### **Obiettivi lato docente**

- Predisporre ambienti vari, ricchi di sollecitazioni emotive e cognitive.
- Utilizzare il ciclo di apprendimento di Robert Karplus: esplorazione, invenzione, scoperta.
- Far emergere le conoscenze previe, le idee di senso comune, e su queste basare tutta l'attività.
- Proporre attività in cui i bambini esprimono il pensiero divergente (fase di scoperta, cioè di problem solving).
- Porre attenzione estrema a tutte le misure di sicurezza.

### **Obiettivi lato studente**

- Individuare, nell'osservazione delle esperienze concrete, alcune grandezze fisiche importanti nell'interazione tra oggetti: temperatura e calore; temperatura come proprietà degli oggetti, calore come entità non materiale, ovvero come un modo di trasferire energia tra oggetti a temperatura diversa.
- Riflettere sulle esperienze e notare che il trasferimento di energia termica si arresta quando le temperature dei due sistemi interagenti sono uguali.
- Osservare e schematizzare alcuni passaggi di stato, costruendo semplici modelli interpretativi (es. costanza del peso).
- Cominciare a riconoscere regolarità nei fenomeni e a costruire in modo elementare il concetto di energia.
- Utilizzare semplici strumenti di misura: termometri, bilance.
- Lavorare in team praticando abilità sociali: parlare sottovoce, essere positivi verso i compagni, rispettare il turno di parola, ascoltare attivamente, saper ripetere e riassumere, aiutare e farsi aiutare.

### **Competenze lato docente**

- Promuovere la cooperazione tra studenti, attraverso un uso calibrato dell'interdipendenza positiva e delle abilità sociali. Tenere conto dell'equa partecipazione e delle differenze di status.
- Favorire l'operatività e l'interazione diretta degli studenti con gli oggetti e le idee, coinvolti nell'osservazione e nello studio, dedicando tempo al problem setting e non solo al problem solving.
- Dedicare tempi ampi alla discussione, al dialogo, al confronto, alla riflessione su quello che si fa.
- Utilizzare i dati raccolti sugli studenti (e con gli studenti) non solo per la verifica degli apprendimenti, ma anche per monitorare il loro interesse, socialità, competenze, per *riflettere sul proprio operato e modificare la propria proposta didattica in un percorso di ricerca-azione.*

### **Competenze lato studente**

- Apprendere cooperando, scambiando e negoziando idee e punti di vista.
- Applicare alla situazione problematica la conoscenza scientifica necessaria.
- Riconoscere le interazioni e le correlazioni tra diverse parti dei sistemi, distinguendo tra proprietà.
- Formulare domande (problem posing), sia a partire dai dati raccolti, sia a partire dall'esperienza quotidiana.
- Analizzare e interpretare i dati raccolti per trarne conclusioni appropriate.

## Introduzione al percorso

Il ricercatore in didattica della fisica prof. Arnold Arons, autore del libro “Guida all’insegnamento della fisica”, sottolinea che molti studenti, anche di scuola superiore e dell’università, non riescono a distinguere i termini “calore” e “temperatura”, considerandoli quasi dei sinonimi.

Un altro stimato professore, il chimico Paolo Mirone (ex Presidente della Divisione Didattica della Società Chimica Italiana), nella rivista CnS – La Chimica nella Scuola, segnala le difficoltà di studenti dell’Università di Bologna “[...] a distinguere concettualmente calore e temperatura e in particolare ad acquisire la consapevolezza che non sempre la cessione di calore a un corpo provoca un aumento della sua temperatura [...]”.

Davanti a problemi di apprendimento significativo di questo tipo, Arons afferma: *“questa confusione non si elimina da sola se viene ignorata: essa nasce perché nel corso dell’esperienza precedente dello studente, le parole sono state usate come se entrambe fossero primitive, dotate di un significato ovvio a chiunque. Non si è insegnato agli studenti a enunciare delle definizioni operative semplici, anche quando questo può essere fatto senza problemi nei corsi di scienze della scuola dell’obbligo [...]”*.

Il nostro percorso tiene conto delle riflessioni dei proff. Arons e Mirone, e si focalizza quindi su attività che portino gradualmente a differenziare operativamente i due concetti di **temperatura** e **calore**. Non è un lavoro facile perché, pur riguardando fatti molto comuni della vita quotidiana, il caldo che “entra” in un ambiente oppure il freddo che “esce” dal frigorifero (come pensano erroneamente molti giovani studenti), non si vedono. La unidirezionalità dell’energia in transito che chiamiamo “calore” non è affatto ovvia.

In particolare i bambini di scuola primaria sono portati ad associare il concetto di calore all’oggetto caldo (“l’oggetto è caldo perché ha calore; l’oggetto è freddo perché non ha calore”). Spesso possiedono le seguenti idee di senso comune:

- il calore è una sostanza;

- il freddo è il contrario del calore ed è un'altra sostanza;
- il freddo è qualcosa che può essere trasferito;
- la temperatura varia (per esempio, “da caldo è diventato freddo”, “da freddo è diventato caldo”) ma ciò non trova certo spiegazione nel flusso di calore.

La ricerca educativa internazionale ha dimostrato che occorre procedere nella direzione di superare proprio queste misconcezioni, le quali costituiscono un forte ostacolo a un apprendimento di tipo significativo.

Il percorso si propone di organizzare situazioni di apprendimento che consentano ai bambini di rivedere e ristrutturare i modelli che si sono costruiti attraverso l'esperienza della loro vita.

Si sviluppa attraverso un'attività di conversazione guidata e due attività che seguono la scansione del ciclo di apprendimento.

### **Attività 1 – Quanto è caldo**

In questa attività si effettua una conversazione guidata, arricchita da esperienze pratiche di misurazione, che porterà gli alunni ad acquisire il concetto di “temperatura”, in forma operativa, a conoscere diversi tipi di termometro e a rilevare la temperatura di oggetti e ambienti

- Step 1 – Esplorazione e discussioni cooperative
- Step 2 – Invenzione
- Step 3 – Scoperta

### **Attività 2 – Temperatura-peso-calore**

In questa attività si comprenderà che i materiali hanno una proprietà fondamentale, il peso, (ci si riferirà, nella scuola media, alla massa , lavorando altresì per distinguere i due concetti) che rimane costante anche quando il materiale cambia di stato.

- Step 1 – Esplorazione e discussioni cooperative
- Step 2 – Invenzione
- Step 3 – Scoperta

### **Attività 3 – Calore = energia in transito che produce cambiamenti degli stati fisici**

In questa attività si comprende che il calore è una forma di energia in transito e che, in quanto energia, non ha peso. Inoltre si vede come la temperatura rimane costante durante i cambiamenti di stato dell’acqua (ad esempio nella fusione e nella ebollizione).

- Step 1 – Esplorazione
- Step 2 – Invenzione
- Step 3 – Scoperta

## Indicazioni metodologiche

Il percorso didattico si inserisce in un contesto di senso di tipo “learner centered” dove l’alunno esplora, costruisce nuovi concetti e applica le conoscenze acquisite nella soluzione di problemi. Viene privilegiata, in tal modo, una didattica per competenze che si ispira ai principi del costruttivismo sociale e che utilizza i dispositivi metodologici del cooperative learning e della didattica laboratoriale.

Applicare la metodologia del cooperative learning significa facilitare da una parte lo sviluppo delle abilità sociali, dall’altra un processo di apprendimento nel quale gli attori coinvolti negoziano significati nell’ottica di un progressivo superamento dell’egocentrismo e vivono situazioni emotivamente più rassicuranti.

La struttura cooperativa privilegiata sarà quella del **penso-scambio-condivido** (think-pair-share), secondo la quale:

- l’insegnante fornisce un input;
- ogni alunno riflette individualmente;
- gli alunni, in coppia, si scambiano le idee e si confrontano;
- le conclusioni dei gruppi vengono espresse all’intera classe e annotate.

La **didattica laboratoriale** metterà gli alunni nella condizione di “imparare facendo”. In particolare le attività seguiranno la **scansione di apprendimento** di **Robert Karplus**.

Il learning cycle, inizialmente pensato per le scuole primarie, ma poi applicato con successo a livello secondario, recentemente si è dimostrato essere la strada più efficace verso un apprendimento costruttivo e significativo anche per l’università.

Si tratta di una metodologia che consiste di tre fasi:

- **esplorazione**: i bambini osservano e manipolano i materiali delle investigazioni e iniziano a farsi un’idea delle parole-concetto;
- **invenzione**: in questa fase il docente introduce e negozia le parole-concetto per denominare gli oggetti e/o i fenomeni esplorati dai bambini;
- **scoperta**: il bambino trova una nuova applicazione della parola-concetto nelle successive investigazioni in classe e nell’ambiente. In queste ripetute investigazioni, riguardanti la singola parola-concetto, si rafforza la padronanza

del linguaggio scientifico e di comunicazione e si distinguono le cause dagli effetti del fenomeno. Il bambino pone attenzione alle evidenze dei fenomeni e le descrive e disegna sul proprio quaderno, dopo averne discusso nel gruppo (in genere costituito da due allievi) e col docente.

Il cuore delle fasi sarà costituito dalle investigazioni, da esperimenti, cioè, fortemente ancorati al mondo reale dei bambini e continuamente accompagnati da attività di osservazione, formulazione di ipotesi e verifica delle stesse.

Durante la fase esplorativa i bambini saranno lasciati liberi di esplorare e di trovare le risposte alle domande poste.

Le investigazioni permetteranno loro di acquisire dati e informazioni a partire dalle quali, nella fase successiva di invenzione, l'insegnante introdurrà nuovi concetti, guiderà la classe alla sistematizzazione delle conoscenze acquisite e stimolerà i bambini all'invenzione di nuove investigazioni simili alle precedenti e adatti a illustrare i concetti acquisiti.

Infine, nella fase di scoperta le investigazioni proposte consentiranno di applicare i concetti "inventati" nella fase precedente, di farne acquisire piena padronanza e di iniziare a esplorarne di nuovi.

Il processo ha una struttura ciclica, perché le investigazioni di scoperta permettono sia di applicare i concetti "inventati" in precedenza, sia di iniziare a esplorare nuovi concetti. Le attività investigative promuovono lo sviluppo del linguaggio orale, scritto e iconico assicurando, in definitiva, il potenziamento delle abilità linguistiche e di comunicazione.

Nel contesto appena descritto, l'insegnante assume il ruolo di mediatore dell'apprendimento, ma, soprattutto, di promotore dello sviluppo delle competenze di cittadinanza fondate sui principi di inclusione e di rispetto delle regole.

## Attività 1 – Quanto è caldo

**Tempo medio per svolgere l'attività in classe:** 8 ore totali (4 per l'esplorazione + 4 per le fasi d'invenzione, di scoperta – problem solving – di discussione finale)



by [Lorenzo](#) (CC BY 2.0)

### Obiettivi

- Introdurre, con l'osservazione di esperienze semplici e concrete, la grandezza fisica "temperatura", in forma operativa.
- Conoscere diversi tipi di termometro.
- Rilevare la temperatura di oggetti e ambienti.

L'esperienza che segue si snoda attraverso le fasi del ciclo di apprendimento di Karplus, attivando i ricordi, i vissuti personali, giungendo alla loro condivisione. Due separate domande iniziali del docente circoscrivono le idee utili alla riflessione (**calore** e **temperatura**) e implicitamente inducono un atteggiamento mentale volto a differenziarle, anche se a livello embrionale, mostrandole come non sovrapponibili. Va sottolineato che questa prima attività dà molta importanza ai costrutti mentali che si generano nella vita quotidiana. I passaggi successivi sono volti alla esplorazione operativa della temperatura attraverso la conoscenza pratica dello strumento **termometro**: è il termometro a dilatazione il centro dell'attività. I bambini misurano temperature nei vari angoli della stanza, imparano a leggere i valori sopra e sotto lo zero, a descrivere sia lo strumento che il suo uso. La centralità del concetto di temperatura, veicolata anche attraverso un'investigazione - problem solving, dà senso al seguito del percorso, che attraverso l'attività numero 2 metterà in evidenza l'entità che transita tra corpi a temperature diverse: il **calore**.

### **Step 1 – Esplorazione e discussioni cooperative**

La situazione di apprendimento può essere generata da una giornata calda. Prendendo spunto dal calore avvertito in classe, il docente dà avvio all'attività mediante la domanda-stimolo:

*Che cosa ti fa venire in mente la parola "calore"? E la parola "temperatura"?*

La classe viene quindi suddivisa in coppie. Ogni bambino ha il compito di annotare su un cartellone (o alla LIM) ciò che le parole "fanno venire in mente" al compagno. In tal modo si favorisce un processo di decentramento dal proprio io, in una prospettiva di interdipendenza positiva con l'altro.

Dopo questa prima forma di brainstorming, l'insegnante procede con le domande:

*Come fate ad accorgervi che un oggetto è caldo?*

*Voi siete mai stati caldi? Quando? Come ve ne siete accorti?*

Sicuramente qualche bambino potrà rispondere che il suo corpo era caldo in occasione di un'influenza o di una febbre.

Partire dalla narrazione esperienziale dei bambini sarà utile per:

- far emergere le idee previe, relativamente ai concetti di calore e temperatura;
- cominciare a costruire regole di comportamento e semplici abiti mentali (si parla tutti, uno per volta; tutti i bambini sono preziosi, non solo quelli che alzano la mano perché sono meno timidi, ecc.); caratterizzare il contesto con input emotivi, che sicuramente innalzano il livello di motivazione all'apprendimento.

La narrazione dell'esperienza della febbre, presente nel vissuto di ogni bambino, è una buona occasione per lavorare in particolare sul concetto di temperatura e per presentare lo strumento di misurazione della temperatura, il **termometro**.

L'insegnante continua con le domande.

*E quando avevate la febbre che cosa è successo? Come si è accorta la vostra mamma? Che cosa ha fatto? Era una febbre alta o bassa? Che cosa significa febbre alta?*

Qualche bambino potrebbe rispondere “la mamma ha accostato le labbra alla mia fronte e si è accorta che avevo la febbre...ha chiamato il medico”. Questa semplice frase, molto ricca di carico emotivo, offre lo spunto per far riflettere i bambini.

*Perché la mamma percepisce la febbre accostando le labbra alla fronte?*

*Se un bambino ha la febbre la sua fronte sarà più calda o più fredda delle labbra della mamma?*

*Quando la mamma chiama il medico di solito dice “Giuseppe è caldo, viene a visitarlo?” oppure “Giuseppe ha una temperatura alta”?*

*Cosa fa la mamma per dare un'informazione più chiara al medico?*

Quest'ultima domanda porterà i bambini a riflettere sull'uso del termometro.

L'insegnante potrebbe mostrare alla classe un termometro clinico e uno per misurare la temperatura dell'aria.



Un termometro tecnico (sopra) e uno clinico (sotto)  
by [Eitan f](#) (CC-BY-3.0)

*Quale termometro ha usato la vostra mamma? E allora l'altro a cosa serve?*

Con molta probabilità i bambini risponderanno che uno serve per “misurare la febbre”, l’altro per vedere quanto caldo c’è in una stanza. Sarà compito dell’insegnante guidare la classe all’uso di una terminologia più appropriata: il termometro clinico serve a misurare la “temperatura” del corpo (che è sicuramente più alta quando si ha la febbre!), mentre l’altro termometro serve a misurare la “temperatura” di un ambiente.

*E qual è la temperatura del corpo?*

Sarebbe interessante e molto coinvolgente fare misurare la temperatura del corpo di ogni bambino, costruire una tabella con la registrazione delle misure e utilizzarla per realizzare il “grafico delle temperature corporee” della classe.

Alla fine delle attività, gli alunni constateranno che la temperatura corporea non scende sotto i 36 gradi e non va oltre i 40-41, tranne che in caso di seri problemi di salute.



Si invitano i bambini a osservare i termometri ad alcol (scala -15 °C/+ 150 °C) e si guidano mentre imparano a utilizzarli.

È importante permettere loro di maneggiare con cura lo strumento e invitarli a **descrivere** ciò che vedono, sostenendoli con opportune domande. Va sottolineata ai bambini l’importanza dell’imparare a descrivere, perché

si tratta di una operazione mentale complessa e difficile da acquisire senza un lungo esercizio.

*Cosa vedete? Cosa c’è dentro? Qual è il numero che leggete più in basso? (10). E un po’ più su? (0) E appena sopra? (10) Allora cosa significa?*

Con queste domande i bambini scopriranno le temperature minori di zero e, contando i trattini, impareranno a leggerle.

Dalle loro osservazioni, integrate dalle informazioni dell'insegnante, risulterà che il termometro è un **sistema chiuso** formato da un serbatoio, detto **bulbo**, in cui è contenuto il liquido colorato, unito a un capillare appoggiato su una scala graduata; il tutto è racchiuso in un rivestimento di vetro.

Contestualmente i bambini effettueranno le prime prove di misurazione. Lavorando sempre in coppia, proveranno a leggere la temperatura stringendo il bulbo con le dita oppure tenendo il termometro a metà. Si accorgeranno che il liquido sale e scende. Misureranno la temperatura delle loro dita, dell'acqua di rubinetto, di oggetti, di ambienti (aula, corridoi, palestra), in diversi momenti della giornata.

Osserveranno anche che vicino al termosifone la temperatura è più alta che vicino alla finestra. Perché?

Durante le misurazioni è necessario che l'insegnante faccia attenzione, perché i bambini spesso leggono la temperatura in corrispondenza della metà del numero e non della base.

### **Step 2 –Invenzione**

L'insegnante, dopo aver commentato le idee scaturite dall'esplorazione in diverse situazioni, enuncia il concetto di temperatura adatto a questa fascia d'età:

*La temperatura è una proprietà degli oggetti materiali e si misura con il termometro.*

Di conseguenza gli aggettivi "caldo" e "freddo" si riferiscono alla **temperatura**.

I bambini esplorano e imparano a utilizzare lo strumento misurando la temperatura di vari oggetti materiali. Ogni bambino ha un ruolo responsabilizzante: custode del termometro, controllore del volume di voce, ecc.

### **Nota per gli insegnanti**

Usiamo i termometri tradizionali perché aiutano i bambini a esercitarsi in un'operazione mentale fondamentale: l'**osservazione**. Ricordiamo che quasi tutti i materiali si espandono quando la loro temperatura aumenta e si contraggono quando diminuisce. Un comune termometro misura la temperatura per via dell'espansione e la contrazione del liquido in un tubicino di vetro su cui è incisa una scala graduata. La scala di temperatura più utilizzata è la scala Celsius, per la quale lo zero è la temperatura del ghiaccio fondente e il cento è la temperatura alla quale l'acqua bolle. La scala è divisa in cento parti uguali chiamate gradi.

### **Step 3 – Scoperta**

#### **Investigazione**

*Due recipienti contengono acqua a temperature diverse. Se mescoliamo due quantità uguali d'acqua, qual è la temperatura finale?*

#### **Materiali occorrenti**

- Dei termometri con cui poter misurare la temperatura dell'acqua
- Alcuni bicchieri di plastica (almeno 3 a gruppo)
- Dell'acqua (sia fredda che calda)
- Un thermos

È opportuno che i bambini lavorino in coppie: prelevano un termometro e i due bicchieri di plastica contenenti quantità uguali di acqua calda e di acqua fredda. L'insegnante consegna i materiali e distribuisce i liquidi, avendo a disposizione un thermos per conservare la temperatura dell'acqua tiepida che si otterrà più avanti.

I bambini effettuano le misure iniziali dei due liquidi, poi ipotizzano quale dovrebbe essere la temperatura finale dopo un eventuale mescolamento. È probabile che alcuni

bambini non ipotizzano una temperatura intermedia, ma fanno la somma o la sottrazione. Se ad esempio le acque sono a 20 °C e a 36 °C, prevedono una temperatura finale pari a 56 °C oppure a 16 °C.

Se invece si chiede cosa accade mescolando acqua calda con acqua fredda, gli stessi bambini rispondono: “tiepida”!

Dopo la fase delle ipotesi, i bambini eseguono i test misurando l’acqua fredda, quella calda, l’acqua ottenuta dal loro mescolamento e segnando il tutto in un’apposita tabella. (Vedi allegato “[tabella temperature acqua.doc](#)”)

Acqua fredda prima del mescolamento (°C)	Acqua calda prima del mescolamento (°C)	Temperatura della miscela (°C)

Ecco l’importanza dei problemi reali! Questa investigazione servirà quindi ai docenti per correggere degli atteggiamenti, delle convinzioni avulse dal mondo vero, per dare senso anche alla matematica.

Si arriverà ovviamente a una conclusione, ma si va oltre, lasciandoci con un nuovo interrogativo, che dà il sapore della continuità e della sfida cognitiva dell’apprendimento permanente:

*Perché la temperatura dell’acqua calda si è abbassata e quella dell’acqua fredda si è alzata?*

## Attività 2 – Temperatura-peso-calore

**Tempo medio per svolgere l'attività in classe:** 8 ore totali (2 per l'esplorazione + 6 per le fasi d'invenzione, di scoperta – problem solving – e di elaborazione finale)



### Obiettivo

- Individuare, nell'osservazione di esperienze concrete, alcuni concetti scientifici quali: peso, temperatura, calore.

L'esperienza di seguito descritta è utile per far capire che il calore è un'entità, un "qualcosa di immateriale" che "transita" quando c'è un'interazione tra sistemi a diversa temperatura. I bambini hanno già familiarizzato con i concetti di oggetto, proprietà dei materiali, sistema, interazione (vedi il percorso "Costruire il linguaggio scientifico a partire dalle investigazioni" per il biennio e il terzo anno della primaria (non ancora pubblicato)).

Il calore esiste passando da un sistema a un altro durante un'interazione e "finisce" quando si raggiunge un equilibrio di temperatura. Il calore non è una proprietà come la temperatura, non è una componente di un sistema.

L'attività pone le basi per la graduale acquisizione negli anni successivi, fino al biennio superiore, di due concetti fondamentali relativi alle proprietà della materia e al modello particellare:

1. i materiali hanno un peso che rimane costante anche quando cambiano di stato (ribadiamo che ci si dovrà riferire, nella scuola media, alla massa, lavorando per distinguere i due concetti);
2. il calore non ha peso.

Si tratta di concetti nuovi per bambini i quali, spesso, vedono la trasmissione del calore come un trasferimento anche di materia.

### **Nota tecnica**

In questa attività bisogna utilizzare una bilancia di sensibilità 0,1 g , con una portata di 1,2 kg. Il costo per questo strumento, adatto per la scuola primaria e media, è di circa 100 €, ben spesi se si tiene conto che possono farne uso molte classi.

## **Step 1 – Esplorazione e discussioni cooperative**

### **Materiali occorrenti**

- Una bottiglietta piena di cioccolata calda
- Una bacinella trasparente
- Dell'acqua fresca (anche del rubinetto)
- Dei termometri
- Una bilancia

Abbiamo a disposizione della cioccolata calda.

Davanti a tutta la classe l'insegnante pesa una bottiglietta chiusa contenente della profumata cioccolata calda (va bene anche di quella delle "macchinette" presente in diverse scuole). Dopodiché immerge la bottiglia in una bacinella trasparente

contenente acqua del rubinetto fresca. A questo punto stimola gli alunni con opportune domande:

*Che cosa succederà all'acqua? Sarà più calda, più fredda o della stessa temperatura di prima? E la cioccolata?*

Dopo avere raccolto le risposte degli alunni, si passa alla misurazione della temperatura dei due sottosistemi a intervalli di 4 minuti e si registrano i dati rilevati in una apposita tabella (vedi allegato "[tabella\\_acqua\\_cioccolata.doc](#)").

	Temperatura dopo 4 minuti	Temperatura dopo 8 minuti	Temperatura dopo 12 minuti	Temperatura dopo ..... minuti
Acqua				
Cioccolata				



Si misura la temperatura della cioccolata contenuta nella bottiglietta (nel nostro caso si è usata una beutina).



Si misura la temperatura dell'acqua di rubinetto fredda. Pian piano si raggiunge la temperatura d'equilibrio.

Tutti osservano che l'acqua via via si riscalda e che la cioccolata si raffredda. Ma perché succede questo?

Molto probabilmente gli alunni arriveranno alla conclusione che c'è qualcosa che passa dalla cioccolata all'acqua...ma che cos'è?

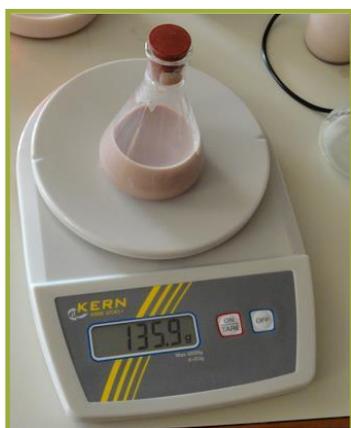
## Step 2 – Invenzione

Dopo avere ascoltato le ipotesi (alcuni bambini potrebbero avere risposto alla domanda “che cos’è che passa dalla cioccolata all’acqua?” con “calore”), l’insegnante può intervenire e spiegare che effettivamente a passare dalla cioccolata calda all’acqua è proprio il **calore**. A questo punto chiude la bottiglietta con un tappo di gomma e fa presente che è stato così preparato un **sistema chiuso**, ovvero un sistema in cui non può entrare e uscire materiale.

Propone di pesare nuovamente la bottiglietta chiedendo ai bambini di ipotizzare se il peso è aumentato, diminuito o rimasto costante.

Si rileverà che il peso è rimasto costante eppure la cioccolata ha perso “calore”. Perché?

Qualche bambino potrebbe rispondere che il calore non ha peso.



Peso della cioccolata calda + contenitore



Cioccolata nel recipiente contenente acqua fredda



Peso della cioccolata + contenitore dopo il raffreddamento.  
Il peso non è cambiato!  
Il calore quindi non è un materiale

A questo punto è opportuno che l'insegnante puntualizzi e aiuti gli alunni nell'organizzazione dei concetti.

*Abbiamo visto che il calore è passato dalla cioccolata all'acqua (riscaldando l'acqua) e che la cioccolata, pur avendo perso calore, ha mantenuto lo stesso peso. Se il calore non ha peso esso non è un materiale (essendo il peso una delle proprietà della materia). Ma allora cos'è?*

Dopo avere lasciato spazio agli alunni di definire il concetto di calore (potrebbe essere utile, a tal proposito, annotare tutte le risposte) si arriverà alla conclusione che il calore è una modalità di trasferimento dell'energia che passa da un corpo a temperatura più alta ad un corpo a temperatura più bassa. Il passaggio si arresta quando si raggiunge l'equilibrio, ovvero quando i due sistemi interagenti raggiungono la stessa temperatura.

È bene puntualizzare che anche se il calore non c'è più, c'è però la **temperatura**, la quale è una proprietà dei materiali, in questo caso della cioccolata e dell'acqua.

### **Step 3 – Scoperta**

#### **Investigazione n°1**

##### **Materiali occorrenti**

- Una bottiglietta piena di cioccolata fredda
- Una bacinella trasparente
- Dell'acqua calda
- Dei termometri

Mettiamo la bottiglietta (chiusa con un tappo non a tenuta o con un semplice foglietto di alluminio) contenente **cioccolata fredda** nella bacinella trasparente, contenente

acqua calda (**bagnomaria**). Misuriamo le temperature e attendiamo il tempo sufficiente a raggiungere la temperatura di equilibrio.

L'insegnante può porre diverse domande:

*Come spieghiamo ciò che è accaduto?*

*In che senso si è diretto il calore?*

*Il peso della cioccolata nella bottiglietta è aumentato, diminuito o rimasto costante?*

Ipotizziamo e poi effettuiamo il test di controllo

## **Investigazione n°2**

### **Materiali occorrenti**

- Un cioccolatino
- Un becher di vetro borosilicato
- Un foglio di alluminio
- Delle pinze o un guanto da pirofila
- Una bacinella trasparente
- Dell'acqua molto calda
- Una bilancia

Si fa fondere un cioccolatino e si misura il peso solo quando è diventato in gran parte liquido. Operativamente si può usare un becher (di vetro borosilicato, è economico) da 100 ml, coprendolo solo dopo la fusione e prima della pesata con un foglietto di alluminio non avvolto strettamente. Per la fusione del cioccolatino va bene mettere il becher a bagnomaria, sostenendolo con una pinza oppure con un guanto da pirofila.

Mentre si raffredda il cioccolato e poi solidifica, l'insegnante pone la domanda:

*Il peso cambia durante e dopo la solidificazione ?*

Si procede alla formulazione di ipotesi e poi al test di conferma.  
Successivamente si domanda:

*Cosa si è trasferito dal bagnomaria al cioccolato solido?  
Come ha fatto a raffreddarsi il cioccolatino fuso?*

### **Investigazione n°3**

#### **Materiali occorrenti**

- Del burro
- Un becher di vetro borosilicato
- Un foglio di alluminio
- Delle pinze o un guanto da pirofila
- Una bacinella trasparente
- Dell'acqua molto calda
- Una bilancia

Si fa fondere un cubetto di burro e si misura il peso solo quando è in gran parte liquido. Operativamente si può usare un becher (di vetro borosilicato, è economico) da 100 mL, coprendolo solo dopo la fusione e prima della pesata con un foglietto di alluminio non avvolto strettamente. Per la fusione del burro va bene mettere il becher a bagnomaria, sostenendolo con una pinza oppure con un guanto da pirofila.

Mentre il burro si raffredda e solidifica, l'insegnante pone le domande:

*Il peso cambia durante e dopo la solidificazione ?*

Si procede alla formulazione di ipotesi e poi al test di conferma.

*Cosa si è trasferito dal bagnomaria al burro solido?*

*Come ha fatto a raffreddarsi il burro?*

*Cosa sono quelle goccioline che vediamo attorno alle pareti del becher?*

*Da dove provengono e come si sono formate ?*

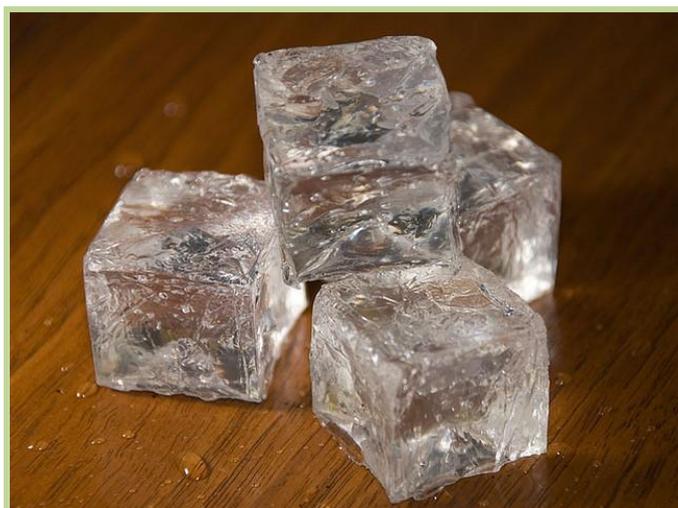
#### **Note di sicurezza**

Per le investigazioni 2 e 3 ricordiamo che i sistemi vanno sempre chiusi perché non ci sia scambio di materia con l'ambiente, ma comunque non vanno mai chiusi ermeticamente, perché sarebbe pericoloso. Per esempio un pezzo di burro messo in una boccettina chiusa con tappo a vite, nel riscaldamento libera acqua, la quale passa allo stato di vapore e fa aumentare la pressione interna del recipiente.

Nessun problema a effettuare gli esperimenti indicati, anzi consigliamo di farli con tranquillità, con l'unica avvertenza di non chiudere con tappi a vite o simili, ma con tappi rimovibili nel caso di pressione eccessiva.

## Attività 3 – Calore = energia in transito che produce cambiamenti degli stati fisici

**Tempo medio per svolgere l'attività in classe:** 8 ore totali (2 per l'esplorazione + 6 per le fasi d'invenzione, di scoperta – problem solving – e di elaborazione finale)



by [Kyle May](#) (CC BY 2.0)

### Obiettivo

Individuare, nell'osservazione di esperienze concrete, alcuni concetti scientifici quali: la temperatura rimane costante durante i cambiamenti di stato dell'acqua (ad esempio nella fusione e nella ebollizione).

Questa attività, a differenza delle altre, prevede il coinvolgimento di tutti i bambini ed è finalizzata a far capire loro che la somministrazione o la sottrazione di calore generano le trasformazioni chiamate “**passaggi di stato**”.

Naturalmente viene usata l'acqua come sostanza base degli esperimenti, ma i fenomeni che i bambini osserveranno, in un'ottica di curriculum verticale, contribuiscono alla concettualizzazione graduale del modello particellare, e alla progressiva costruzione dell'idea di “sostanza pura”, fondamentale per tutte le scienze sperimentali.

Una particolare attenzione, in questa terza parte del percorso, è data alle operazioni mentali di osservazione attenta, descrizione scritta e iconica, interpretazione dei fenomeni, riflessione.

Alla fine del percorso i bambini acquisiranno la consapevolezza che il sistema acqua-ghiaccio a 0 °C può assorbire calore da un ambiente a temperatura maggiore (e il ghiaccio fonde) o cedere calore a un ambiente a temperatura minore (nel freezer l'acqua solidifica ovvero congela).

#### **Note tecniche e “motivazionali”**

In questa attività si utilizza del ghiaccio prelevato dal freezer e poi eventualmente sminuzzato in frammenti. Se la scuola non è dotata di un frigorifero con scomparto congelatore, si può portare da casa il ghiaccio con i moderni thermos di plastica (poco costosi e funzionali). Nel caso di una nevicata, questa esperienza deve avere la priorità assoluta! La neve va prelevata con bacinelle oppure con secchi di plastica, messa in bicchieri e consegnata ai bambini (insieme ad un termometro, naturalmente!). Gli alunni si divertiranno e faranno un buon uso (indimenticabile!) di un materiale così affascinante.

### **Step 1 – Esplorazione**

#### **Materiali occorrenti**

- Dei bicchieri di plastica
- Dell'acqua
- Del ghiaccio
- Dei termometri da ambiente

Inizialmente, dentro un bicchiere di plastica trasparente mettiamo un po' di acqua. I bambini, lavorando come di consueto a coppie, ne misurano la temperatura. L'insegnante ricorda di leggere la temperatura tenendo il bulbo sempre immerso e con gli occhi perpendicolari all'altezza del menisco del liquido del termometro.

Se si alza il termometro e il bulbo fuoriesce dal sistema, si misurerà la temperatura dell'aria, perché il termometro non è di quelli “misuratori della febbre”, e la colonna sale o scende a seconda di dove è posto il bulbo.



L'insegnante introduce adesso una cucchiata di ghiaccio nei bicchieri di ciascuna coppia poi, collegandosi con quanto studiato nei due anni precedenti, pone l'interrogativo:

*C'è interazione tra acqua e ghiaccio? Quali sono le evidenze?*

I bambini dovranno osservare con attenzione, notare la diminuzione della grandezza dei pezzetti di ghiaccio, il loro movimento, la diminuzione della temperatura.

Inoltre l'insegnante guiderà gli alunni con altre opportune domande:

*La temperatura sale o scende? Cosa cede calore a cosa? Come è composto il sistema?*

In un secondo momento si svuotano quasi del tutto i bicchieri e l'insegnante distribuisce 2 o 3 cubetti di ghiaccio (o due cucchiari di ghiaccio in frammenti) a ciascun gruppo, poi pone le domande:

*Secondo voi che valore potrà assumere la temperatura del sistema? Maggiore o minore di 0 °C ?*

Raccomanda ai bambini di mescolare continuamente ma senza “fare forza”. Gli alunni osservano che la temperatura scende rapidamente fino a poco sopra lo 0 °C per poi bloccarsi sullo 0 °C. Può capitare a volte che i bambini tendano a “vedere” che il liquido del termometro (alcol) continui a scendere anche sotto 0 °C: l'insegnante deve incoraggiarli ad osservare con attenzione senza “vedere” ciò che si aspettano, ma ciò che accade nella realtà, ponendo continue domande e stimoli di riflessione:

*Quali interazioni stanno avvenendo?*

*La temperatura non cambia nel tempo ma il ghiaccio continua a fondere. Per fondere ha bisogno di calore?*

*Cosa cede il calore al ghiaccio?*



## Step 2 – Invenzione

L'insegnante puntualizza la differenza fra scioglimento e fusione. Ricorda ai bambini i fenomeni di fusione e solidificazione del cioccolato fondente, fa notare che lo scioglimento è un altro tipo di fenomeno (riportando ad esempio il caso dello zucchero e del sale che si sciolgono in acqua). Il ghiaccio **fonde** e non



by [alisdair](#) (CC BY 2.0)

si scioglie, come spesso si dice nel linguaggio comune. Tutti i solidi, come il ghiaccio, il burro, la neve, il cioccolato, i metalli, se riscaldati bene diventano liquidi, ovvero **fondono**.

Dopo la doverosa puntualizzazione linguistica (e concettuale!) l'insegnante guida la classe alla conclusione che in un'interazione non sempre i passaggi di calore si traducono in variazioni di temperatura. A volta essi provocano delle trasformazioni, dei passaggi di stato fisico. L'acqua dallo stato solido (ghiaccio) passa allo stato liquido: tutto il calore ceduto dall'ambiente al ghiaccio viene utilizzato per farlo fondere, non per far scendere la temperatura. Solo quando tutto il ghiaccio sarà fuso la temperatura salirà, perché il calore ceduto dall'ambiente non potrà più interagire con il ghiaccio, quindi interagirà con l'acqua liquida!

Si può ribadire, in conclusione, un'idea imputante che proviene dall'esperimento: **il calore e la temperatura sono entità diverse**

### Step 3 – Scoperta

#### Investigazione n°1

##### Materiali occorrenti

- Dei bicchieri di plastica
- Del ghiaccio
- Dei termometri

L'insegnante pone un problema da investigare:

*Se ora aggiungiamo altri cubetti di ghiaccio cosa accadrà?*

Mettiamo quindi nei bicchieri dei gruppi A un cubetto, nei bicchieri dei gruppi B introduciamo invece due cubetti.

I bambini avranno modo di constatare l'arresto della temperatura a 0 °C in entrambi i casi e consolideranno, anche con la verbalizzazione scritta dopo i confronti cooperativi, i concetti esposti durante la precedente fase d'invenzione.



Un bicchiere su cui si può notare della condensa  
by [Aaron Jacobs](#) (CC BY-SA 2.0)

I bambini vengono invitati anche a osservare l'esterno del bicchiere e si accorgono che è appannato: si è formata della condensa che non è altro che vapore passato allo stato liquido.

*Da dove proviene quell'acqua?  
Dall'esterno o dall'interno del bicchiere?*

E poi:

*Se alitiamo su un vetro freddo cosa si forma? Quando, d'inverno, salgono diverse persone in automobile, dopo un po' come sono i vetri?*

Dialogando con i bambini si cerca di arrivare a rispondere a queste domande sino ad affermare che “nell'aria c'è vapore e siamo anche noi che lo liberiamo con il nostro respiro”.

## **Investigazione n°2**

Domanda dell'insegnante:

*Ora metteremo il nostro sistema nel congelatore. Cosa accadrà? Chi cederà calore a chi? La temperatura del congelatore è maggiore o minore di 0 °C? E quella del frigorifero?*

Si raccolgono le idee dei bambini, dopodiché si introduce nel frigorifero un bicchiere con un po' d'acqua (5 mL circa) e, al suo interno, un termometro; poi si mette un altro bicchiere con 5 mL di acqua nello scomparto freezer, sempre con un termometro.

Dopo 1 ora o poco più si leggono le temperature: il termometro del bicchiere in frigo segnerà poco più di 4-5 °C, mentre la temperatura del ghiaccio nel bicchiere risulterà decisamente inferiore a -10 °C.

Alcuni bambini, avendo seguito le precedenti investigazioni, potrebbero stupirsi di una temperatura del ghiaccio inferiore a 0°C . Si attenderà il riscaldamento del ghiaccio e si potrà osservare che solo a 0 °C , come sempre, fonderà. Se si dispone di un termometro digitale con puntale, si potrà inserire nel ghiaccio ed osservare meglio, con tutta la classe. A questo punto le domande potranno avere una risposta motivata, preferibilmente realizzata attraverso un lavoro di gruppo, seguita da una breve verifica orale individuale.

## Spunti per approfondire

### *Spunti per un approfondimento disciplinare*

Si possono inserire tutti gli argomenti relativi all'attuale situazione ambientale e ai cambiamenti climatici, considerando l'innalzamento della temperatura dovuta in parte a fattori naturali e in parte alle attività umane. Si può inoltre trattare la scomparsa di alcuni ghiacciai e la riduzione quantitativa di altri. Si può capire cosa significa per la fauna e per la flora il cambiamento negli ambienti montani e nei corsi d'acqua.

### *Spunti per altre attività con gli studenti*

La presenza pervasiva e diffusiva dei concetti di calore e temperatura raggiunge tutte le discipline, e ne giustifica l'inserimento in una molteplicità di percorsi. Anche le numerose idee di senso comune relative ai concetti di calore e temperatura giustificano un approccio investigativo fin dalla scuola primaria, attraverso semplici ma indimenticabili esperienze laboratoriali che, inducendo stupore e meraviglia, innalzano sensibilmente il livello di motivazione all'apprendimento.

## Risorse

### *Documentazione e materiali*

#### **Tabelle per il rilevamento della temperatura**

- Tabella di misurazione delle temperature (vedi allegato [“tabella misurazione temperatura”](#))
- Tabella di rilevamento della temperatura dell’acqua (vedi allegato [“tabella temperature acqua”](#))
- Tabella di rilevamento della temperatura dell’acqua e della cioccolata (vedi allegato [“tabella acqua cioccolata”](#))

### *Bibliografia*

AA.VV., *Approfondimento: Storia del termometro*, in *Alambicco*, rivista dell’Università di Torino, 2012.

Arons, A., *Guida all’insegnamento della fisica*, Zanichelli, 2003.

Brophy, J., *Motivare gli studenti ad apprendere*, Roma, LAS, 2003.

Cohen, E., *Organizzare i gruppi cooperativi*, Trento, Edizioni Erickson, 1999.

Comoglio, M., Cardoso, M., *Insegnare e apprendere in gruppo. Il cooperative learning*, Roma, LAS, 1996.

Ellerani, P., Pavan, D., *Il cooperative learning: una proposta per l’orientamento formativo*, Tecnodid, Napoli, 2003.

Kagan, S., *L’apprendimento cooperativo: l’approccio strutturale*, Roma, Edizioni Lavoro, 2000.

Kagan, S., *Cooperative learning*, San Juan Capistrano, CA, Kagan Cooperative Learning, 1992.

Karplus, R., Thier, H.D., *Rinnovamento dell’educazione scientifica elementare*, Zanichelli, Bologna, 1971.

Karplus, R., *Science teaching and the development of reasoning*, *Journal of Research in Science Teaching*, 14: 169-175, 1977.

Marzano, R.J., *Classroom management that works. Research-based strategies for every teacher*, 2003.

Marzano, R.J., Pickering, D., Pollock, J., *Classroom instruction that works*, Alexandria: ASCD, 2001.

Mirone, P., *CnS – La Chimica nella Scuola*, p.153-155, novembre-dicembre 2001.

Sergiovanni, T., *Costruire comunità nella scuola*, Roma, LAS, 2001.

Sharan, Y., Sharan, S., *Expanding cooperative learning through group investigation*, New York, Teacher College Press, 1992.

Slavin, R.E., *Cooperative learning*, Massachusset, Alyn & Bacon, 1995.

Varisco, B.M., *Costruttivismo socio-culturale*, Carocci, Roma, 2002.

## **Sitografia**

### **Siti internazionali di scienze**

#### **Sito del laboratorio di insegnamento Exploratum**

<http://www.exploratorium.edu>

(visitato in maggio 2015)

#### **Sito dell'Annenberg Learner**

<http://www.learner.org>

(visitato in maggio 2015)

#### **Sito della fondazione La main à la pate**

<http://lamap.inrp.fr/>

(visitato in maggio 2015)

### **Siti italiani**

#### **Portale di educazione scientifica dell'ITIS E.Majorana**

<http://www.itismajo.it/chimica>

(visitato in maggio 2015)

**Sito INDIRE alla sezione dedicata alle risorse per docenti**

<http://risorsedocentipon.indire.it>

*(visitato in maggio 2015)*

**Sito “Le parole della scienza” (Progetto pilota del MIUR)**

[www.leparoledellascienza.it](http://www.leparoledellascienza.it)

*(visitato in maggio 2015)*

**Sito “L’insegnamento efficace”**

<http://educa.univpm.it/index1.php>

*(visitato in maggio 2015)*

*Questo percorso didattico è stato realizzato nel 2014 da INDIRE con i fondi del Progetto **PON Educazione Scientifica**, codice **B-10-FSE-2010-4**, cofinanziato dal Fondo Sociale Europeo.*

*La grafica, i testi, le immagini e ogni altre informazione disponibile in qualunque formato sono utilizzabili a fini didattici e scientifici, purché non a scopo di lucro e sono protetti ai sensi della normativa in tema di opere dell'ingegno (legge 22 aprile 1941, n. 633).*