

# Proviamo a risparmiare...calore!

*di E. Degiorgi*

Nucleo Tematico

L'energia e le sue trasformazioni

Autore

Emiliano Degiorgi

Referente scientifico

Riccardo Govoni

Ordine di scuola

Scuola Secondaria di Primo Grado

Livello scolastico

Classi terze

Tempo medio per svolgere il percorso

30 ore

## Sommario

Scheda generale .....	3
Introduzione al percorso.....	6
Attività 1 – Scaldare e raffreddare acqua e altri materiali.....	8
Attività 2 – Passaggi di calore.....	19
Attività 2 – Passaggi di calore.....	20
Attività 3 – La sfida dei forni solari.....	22
Spunti per un approfondimento disciplinare .....	23
Documentazione e materiali .....	24
Bibliografia .....	24
Sitografia.....	24

## Scheda generale

### Riferimenti alle Indicazioni per il curricolo

Obiettivi d'apprendimento alla fine della classe terza della scuola secondaria di primo grado:

"...affrontare concetti fisici quali energia e calore, effettuando esperimenti e comparazioni, raccogliendo e correlando dati con strumenti di misura e costruendo reti e modelli concettuali e rappresentazioni formali di tipo diverso".

Traguardi per lo sviluppo di competenze al termine della scuola secondaria di primo grado:

l'alunno/a "sviluppa semplici schematizzazioni, modellizzazioni, formalizzazioni logiche e matematiche dei fatti e fenomeni, applicandoli anche ad aspetti di vita quotidiana".

### Organizzatori concettuali

- Distinzione tra stati (come le cose sono) e trasformazioni (come le cose cambiano)
- Proprietà (e grandezze) variabili e invarianti
- Riconoscere i sistemi in gioco e le loro caratteristiche
- Riconoscere le interazioni, le relazioni e correlazioni tra sistemi e tra parti di un sistema
- Utilizzare i modelli come strumento concettuale per la ricerca di spiegazioni

### Prerequisiti dello studente

- Avere ragionevolmente chiara la differenza tra i concetti fisici di temperatura e di calore
- Aver acquisito confidenza con misure di temperatura, di tempo e di volume, con la raccolta di dati e la loro rappresentazione su un grafico, saper quindi interpretare, in termini più generali, i semplici fenomeni osservati in termini di variabili e di relazioni tra esse, anche esprimendole in forma grafica
- Avere capacità operative, progettuali e manuali da utilizzare in contesti di esperienza-conoscenza per un approccio scientifico ai fenomeni
- Saper fare semplici osservazioni, descrizioni, confronti, correlare elementi della realtà circostante, cogliendone somiglianze e differenze e operando classificazioni secondo criteri diversi

### **Concetti chiave**

- Energia e sue trasformazioni
- Conservazione dell'energia e sua degradazione
- Temperatura e calore
- Proprietà dei materiali
- Modello particellare della materia
- Equilibri e cambiamenti

### **Obiettivi (lato docente)**

- È in grado di proporre, coerentemente con i processi osservati, vari tipi di schematizzazioni e rappresentazioni grafico-iconiche, come ad esempio il "picture language" di Ogborn e Boohan o i diagrammi di Sankey, allo scopo di facilitare gli alunni nella costruzione di modelli concettuali corrispondenti a idee di conservazione, di trasferimento, di accumulo, di rendimento
- Sviluppa modalità d'insegnamento che siano in grado, a lungo termine, di stimolare un'adeguata attenzione sul tema del risparmio energetico e di fornire strumenti per effettuare scelte consapevoli

### **Obiettivi (lato studente)**

- Padroneggia il concetto di calore come modalità di trasferimento di energia e sa guardare ai processi, che coinvolgono uno o più sistemi, in termini di scambi, di accumuli e di trasferimenti di calore
- Sa utilizzare il concetto di conservazione dell'energia ed è consapevole che, inevitabilmente, l'energia passa da forme più facilmente utilizzabili a forme meno utilizzabili
- È consapevole del carattere approssimato delle misure
- Riconosce nelle situazioni esemplari affrontate i collegamenti con altre situazioni incontrate in contesto quotidiano
- Comprende che il risparmio energetico si può ottenere attraverso la riduzione degli sprechi (scambi non voluti) e/o intervenendo sul tipo di fonti energetiche usate ma che è comunque sottoposto ai vincoli e ai limiti imposti dalle caratteristiche fisiche e chimiche di ciò che si vuole scaldare, raffreddare o, più in generale, "far funzionare"

#### **Competenze (lato docente)**

- 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"
- Saper guidare i ragazzi verso una spiegazione scientifica dei fenomeni aiutandoli a districarsi tra le trappole che l'inevitabile commistione tra linguaggio comune e linguaggio scientifico presenta
- Saper collaborare con gli altri docenti, condividendo progetti, esperienze e risultati
- Utilizzare i dati e le informazioni raccolte dagli studenti – non solo in termini di verifica degli apprendimenti, ma anche in termini di interesse, socialità, competenze, ecc. – per riflettere sul proprio operato e modificare la propria proposta didattica in un percorso di ricerca azione
- Comprendere che non può esistere alcun percorso di ricerca-azione senza la capacità/volontà di mettersi in gioco

#### **Competenze (lato studente)**

- Riconoscere cause ed effetti nei fenomeni considerati
- Identificare e usare modelli e rappresentazioni, esplicativi dei fenomeni in esame
- Confrontare e correlare oggetti e fenomeni della realtà circostante, cogliendone somiglianze e differenze e operando classificazioni
- Distinguere le domande alle quali si può dare una risposta attraverso un procedimento scientifico dalle altre
- Scomporre e ricomporre la complessità dei fenomeni indagati individuando elementi, relazioni e sottosistemi
- Ricostruire e comunicare il senso logico delle attività svolte, in coerenza con gli obiettivi proposti
- Elaborare ipotesi sulla base dei dati raccolti e delle conoscenze personali e formulare proposte di esperimenti atti a verificarle

## Introduzione al percorso

Quanto ci mette un litro d'acqua ad arrivare a 100 °C? Più o meno di un litro d'olio o di un mattone da un chilo, tutti ovviamente posti sulla stessa fonte di calore? E in che modo posso rallentare il raffreddamento? Mi conviene scaldare l'acqua per il tè in un pentolino sul fornello elettrico, nel forno a microonde o nel bollitore elettrico? Come schematizzo il riscaldamento di una



Attribution-NonCommercial-NoDerivs 2.0  
Generic – CC BY-NC-ND 2.0 – di Sterlic

bottiglia d'aranciata appena uscita dal frigo? Per mantenere calda la minestra e fresca l'aranciata faccio le stesse cose? Come posso rappresentare i flussi in entrata e in uscita di energia, e in particolare di calore, che coinvolgono la mia casa o la mia scuola con l'obiettivo di capire dove e come intervenire per evitare gli sprechi, risparmiare sulla bolletta e dare un piccolo contributo per uno sviluppo più sostenibile?

Il percorso qui presentato, cerca di proporre esperienze di laboratorio, facilmente realizzabili e legate al vissuto quotidiano dei ragazzi, che non siano riducibili alla sola dimostrazione di una relazione matematica enunciata dall'insegnante, come spesso avviene nei libri, ma che diventino il punto di partenza per iniziare a costruire insieme con loro alcuni importanti concetti scientifici. A partire da queste attività, si suggeriranno alcune possibili linee di discussione e alcuni tipi di rappresentazioni iconico-grafiche che costituiscono l'aspetto innovativo di questa proposta e potranno stimolare e facilitare la concettualizzazione del calore come modalità di trasferimento dell'energia. Si parlerà di come e in quali processi se ne produce in gran quantità (sorgenti) o di come fare per produrne il meno possibile (efficienze), si discuterà delle caratteristiche dei materiali che ne facilitano o impediscono il passaggio o ne permettono l'accumulo (calori specifici, conducibilità, capacità termica), si cercherà di metterne in evidenza l'inevitabile legame con altri "portatori" di energia e le caratteristiche di energia "degradata".

## Descrizione del percorso

Il percorso si articola in tre attività. È importante sottolineare che anche questo percorso didattico, così come molti altri, non solo di scienze, assume una sua maggiore validità se affrontato su tempi sufficientemente lunghi che permettono riprese, consolidamenti, approfondimenti. Ci sono poi alcune attività proposte, in particolare la costruzione dei forni solari che sono difficilmente traducibili in "ore di lezione". Si daranno quindi delle indicazioni di massima dei tempi di lavoro, tenendo conto che questi ultimi potrebbero variare considerevolmente in relazione alle risposte della classe, al livello di approfondimento, alle preferenze degli insegnanti.

### **Attività 1 – Scaldare e raffreddare acqua e altri materiali**

Attraverso riscaldamenti di sostanze diverse in quantità diverse e utilizzando sorgenti di calore diverse, si cercherà di ragionare sui processi osservati in termini di scambi, di accumuli e di trasferimenti di calore e si proverà a rappresentarli graficamente attraverso schemi grafico-iconici di diversa natura e significato.

### **Attività 2 – Passaggi di calore**

Si propone di mettere in relazione le caratteristiche fisiche e chimiche dei sistemi (anche a livello microscopico) con le loro capacità di essere sorgenti, immagazzinatori o conduttori di calore.

### **Attività 3 – La sfida dei forni solari**

Sulla scorta delle attività precedenti, si propone di progettare e costruire dei piccoli forni solari realizzati con diversi materiali, attraverso cui mettere in pratica e verificare diverse modalità di isolamento termico.

## Attività 1 – Scaldare e raffreddare acqua e altri materiali

### Introduzione all'attività

**Tempo medio per svolgere l'attività in classe:** 19-26 ore

Riscaldamenti di sostanze diverse (acqua, olio, limatura di ferro, mattone refrattario, ecc.) in quantità diverse e con sorgenti di calore diverse (fornelli elettrici, resistenze a immersione, frullatori a immersione, fornelli a gas se usati all'aperto, ecc.): osservazioni, misure, realizzazione di grafici tempo-temperatura di previsione e di resoconto, rappresentazioni grafiche dei processi attraverso l'approccio figurativo proposto da Ogborn e Boohan. Gli studenti dovrebbero aver acquisito confidenza con misure di temperatura, di tempo e di volume, con la raccolta di dati e la loro rappresentazione su un grafico (vedi percorso **"Caldo e freddo, con senso e con misura"**), dovrebbero poi sapere che sugli elettrodomestici, e in generale sugli apparecchi elettrici, si possono trovare informazioni relative alla potenza e quindi all'energia elettrica da essi utilizzata per il loro funzionamento (vedi percorso **"La girandola dell'energia"**).

## Step 1 – Scaldare e raffreddare acqua

Tempo medio per svolgere l'attività in classe Step 1: 5-6 ore (3-4 ore per previsioni e realizzazione + 2 ore di discussione e ulteriori verifiche sperimentali)

### Previsioni

Dividere i ragazzi in gruppi e chiedere loro di mettere un becker di pyrex con 300 cc di acqua di rubinetto su di un comune fornello elettrico, acquistabile in un negozio di elettrodomestici, mantenuto a temperatura costante. Chiedere ai ragazzi dopo quanto tempo, secondo



loro, l'acqua andrà in ebollizione e di rappresentare su un grafico come ipotizzano che salirà la temperatura al passare del tempo. Togliere dal fornello i 300 cc di acqua che ha appena iniziato a bollire e posizionare i becker con cautela, evitando quindi che lo facciano i ragazzi, su dei tavolini con superficie di legno o comunque su dei poggia-pentola. Chiedere ai ragazzi quanto tempo sarà necessario, secondo loro, affinché ritornino a temperatura ambiente, chiedendo loro di rappresentare su un grafico come ipotizzano che scenderà la temperatura al passare del tempo.

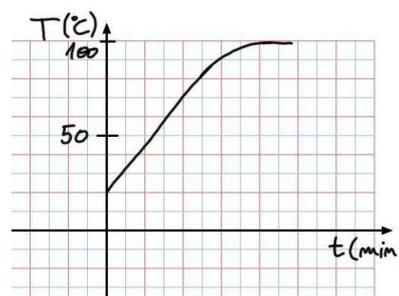
È importante non affrontare sbrigativamente questo momento in cui si discute con i ragazzi delle loro ipotesi. Sappiamo, infatti quanto sia determinante per un apprendimento incisivo, fare previsioni, che nascono da esperienze personali e da saperi "artigianali" non scolastici, per poi verificarne l'attendibilità ed eventualmente accorgersi della necessità di modificare le proprie idee per raccordarle con quanto visto accadere.

## Realizzazione

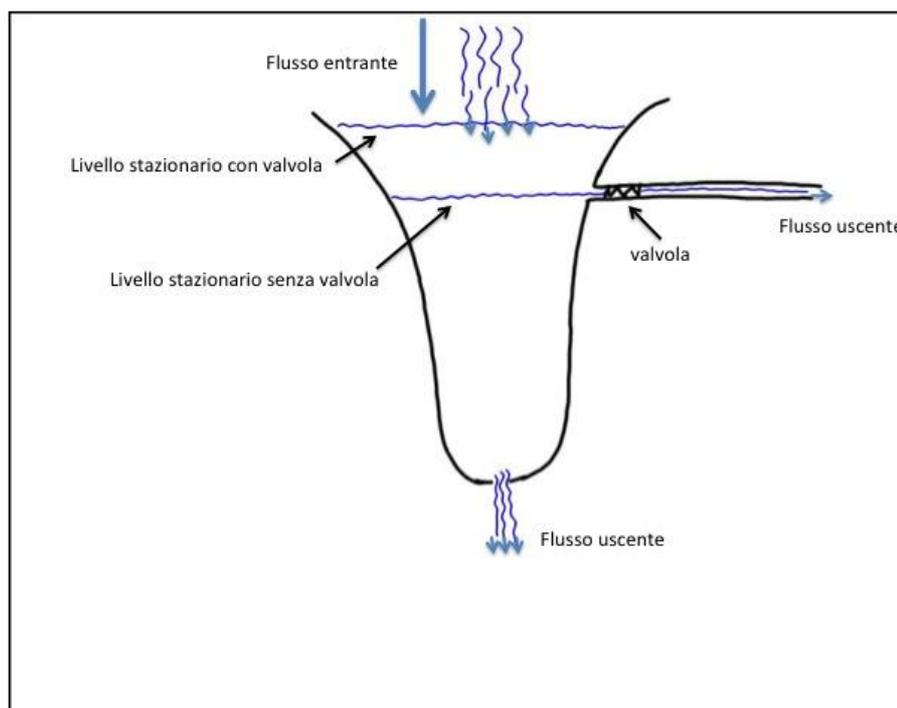
Chiedere ai ragazzi di prendere dati reali col termometro e l'orologio contaminuti mentre l'acqua si scalda (o si raffredda) e di organizzarli in un grafico temperatura-tempo.

## Discussione

Confrontare i risultati ottenuti con le previsioni fatte soffermandosi in particolare sull'andamento del grafico all'approssimarsi dei 100 °C: che sta succedendo? Come mai la temperatura smette di crescere? Dove finisce l'energia che continua a essere trasferita dal fornello all'acqua?



Per aiutare gli studenti a rispondere a queste domande e a interpretare il fenomeno riscaldamento-ebollizione in termini di flussi di calore in entrata e in uscita, si può proporre un modello analogico di flussi d'acqua come quello rappresentato nella figura sottostante.



Modello analogico: flussi d'acqua – flussi di calore

In ogni esperimento e in ogni modello per interpretarlo è necessario chiarire bene la corrispondenza tra i processi reali e la loro rappresentazione schematica. In questo caso si può cogliere facilmente una corrispondenza tra il livello dell'acqua che sale nel recipiente a causa del flusso in entrata di acqua e la temperatura dell'acqua nella pentola che sale grazie a un flusso in entrata di calore. Anche in quest'esempio, il livello dell'acqua, date le caratteristiche del recipiente bucato, sale a velocità costante e dopo un po' si mantiene praticamente costante.

I flussi in uscita, nel processo reale come nel modello proposto, sono di due tipi: un flusso di calore che continuamente si disperde nell'ambiente rappresentato dalla fuoriuscita d'acqua dal piccolo buco sul fondo; un flusso di calore che provoca il passaggio di stato liquido-vapore dell'acqua senza aumentarne la temperatura (calore latente) rappresentato dalla fuoriuscita dell'acqua lungo il tubicino orizzontale.

Questa analogia, che fa riferimento a un'esperienza concreta di vita comune e che sfrutta la chiarezza dell'immagine visiva, contribuisce a spiegare un bilancio non intuitivo tra flussi diversi. Si potrebbe poi andare oltre e, all'interno della stessa analogia, ottenere un aumento del livello (di temperatura) bloccando con un dispositivo (valvola) il flusso in uscita, come accade in una comune pentola a pressione.

Proporre poi alcuni ulteriori spunti di riflessione:

- cosa succederebbe raddoppiando o dimezzando le quantità d'acqua?
- Usando due fornelli o, se regolabile, raddoppiandone o dimezzandone la potenza?
- Cambiando le dimensioni, la forma, il materiale...del contenitore?

Eventualmente organizzare altre misure per confrontare nuove previsioni con nuovi risultati.

## Step 2 – Scaldare acqua con riscaldatori diversi

Tempo medio per svolgere l'attività in classe Step 2: 7-10 ore  
(3-4 ore per previsioni e realizzazione + 4-6 ore di discussione e ulteriori verifiche sperimentali a seconda di quanto si voglia approfondire il concetto di efficienza e soffermarsi sull'uso dei diagrammi e degli schemi)

### Previsioni

Dividere i ragazzi in gruppi e consegnare a ciascuno di essi un becker riempito con acqua di rubinetto (ad esempio 300 cc).

Ogni gruppo dovrà riscaldare l'acqua in un modo diverso: ad esempio ponendo il becker su di un fornello elettrico, immergendo nel becker una resistenza riscaldante, versando i 300 cc d'acqua dentro a un bollitore e, se presente a scuola, utilizzando un forno a microonde (altrimenti proporre una misura casalinga).

L'insegnante proverà poi a scaldare la stessa quantità d'acqua usando un frullatore a immersione; l'uso di quest'ultimo metodo, palesemente non adatto allo scopo di far bollire l'acqua, può, proprio per questo, essere utile per avviare discorsi di efficienza nonché per sviluppare un semplice ma significativa analisi quantitativa come verrà di seguito illustrato.

Domandare ai ragazzi in quale caso l'acqua andrà in ebollizione prima.

### Realizzazione

I ragazzi prendono, nei casi in cui sia possibile, dati reali col termometro e l'orologio contaminuti mentre l'acqua si scalda e li organizzano in un grafico temperatura-tempo. Nel caso del forno a microonde si potrà misurare solo il tempo di ebollizione oppure tentare con strisce termiche autoadesive (termometri a cristalli liquidi) che dovrebbero essere "insensibili a tutti i tipi di interferenze

elettromagnetiche, radio, microonde, campi elettrici, ecc.” come recita il sito internet di una ditta che li produce. Nel caso del frullatore a immersione, a meno che non si disponga di una termocoppia, l’insegnante dovrà utilizzare un termometro con la sensibilità di 1/10 di grado (nel caso non sia disponibile si può usare quello per la febbre) e fare molta attenzione a inserire il termometro senza farlo urtare dalle lame.

### **Discussione**

Avviare una discussione con i ragazzi in cui si confrontino i risultati ottenuti con le previsioni fatte:

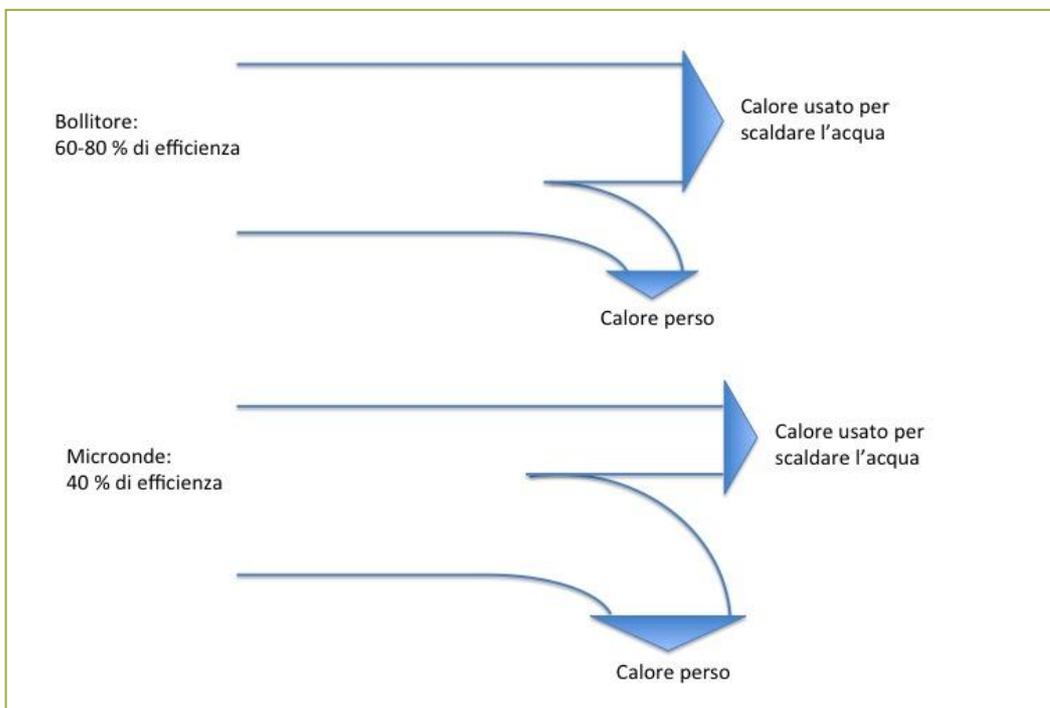
- in quali casi le previsioni si sono rivelate in accordo con i dati?
- Quando invece sono risultate completamente sbagliate? Perché?

Proporre poi alcuni spunti di riflessione:

- chi fra i riscaldatori usati funziona meglio?
- Che cosa intendiamo per “funziona meglio”?
- Che ci mette meno tempo?
- Oppure che consuma di meno, cioè utilizza meno energia (si può fare una stima dell’energia elettrica utilizzata, moltiplicando potenza nominale per il tempo di funzionamento)?

Provare, partendo dalle risposte dei ragazzi, a delineare un concetto di efficienza e a rappresentarlo visivamente con l’ausilio di diagrammi di Sankey [[vedi approfondimento](#)], anche solo considerando bilanci relativi a partire da considerazioni qualitative se non addirittura ipotetiche:

- come rappresenterei una situazione in cui il primo apparecchio utilizzasse 100 e il secondo 50 e l’acqua in entrambi raggiungesse la stessa temperatura?
- Che conclusioni potrei trarne?
- Se invece entrambi gli apparecchi utilizzassero 100 e nel secondo caso l’acqua raggiungesse una temperatura pari a  $\frac{3}{4}$  della temperatura nel primo potrei cosa potrei concludere?



Diagrammi di Sankey per un bollitore e un forno a microonde

Se invece si vuole ragionare su basi più quantitative bisogna, ahimè, impegnarsi in qualche semplice calcolo o, per chi è in grado di leggere l'inglese, ragionare sulle conclusioni cui sono giunti gli autori di questi due interessantissimi blog:

- [Home Efficiency Blog](#)
- [Do the Math](#)

Descriviamo quindi, qui di seguito, nel dettaglio che tipo di conclusioni si potrebbero trarre dall'esperienza con il frullatore a immersione, in modo da indicare una linea operativa<sup>1</sup> e una base di discussione che serva da esempio anche nel caso degli altri riscaldatori.

Ci si accorge subito che è impossibile con questo tipo di riscaldatore raggiungere temperature anche solo vicine a quella di ebollizione. Si decide quindi di mettere in relazione l'energia elettrica utilizzata con l'aumento di temperatura.

---

<sup>1</sup> La linea operativa è così strutturata:

- calcolo teorico dell'innalzamento di temperatura atteso;
- confronto con i risultati sperimentali;
- calcolo dell'efficienza dell'apparato.

La potenza del frullatore si può leggere sulla targhetta ed è solitamente di circa 100 W; non conviene avere una misura più precisa poiché il risultato che si otterrà è molto distante da quello atteso. Frulliamo per un tempo prestabilito, per esempio due minuti, una quantità di acqua più piccola di prima (ad esempio 200 cm<sup>3</sup>) e, dopo averne misurato la temperatura iniziale (se usiamo il termometro per la febbre sarà necessario scaldare l'acqua in qualche altro modo fino alla temperatura di 35 °C), ne misuriamo nuovamente la temperatura. In una situazione del genere gran parte dell'energia utilizzata dal frullatore non serve a scaldare l'acqua ma viene dissipata negli attriti interni del motore e degli ingranaggi che portano il movimento alle lame. Questa energia, infatti, riscalda essenzialmente prima il corpo del frullatore e infine l'aria della stanza. C'è poi da considerare che il contenitore dell'acqua è poco o per nulla isolato e che quindi ci sono altre perdite che limitano l'innalzamento della temperatura dell'acqua. Su questo, prima e dopo l'eventuale analisi quantitativa, sarà importantissimo ragionare con i ragazzi aiutandoli ad accorgersi della grande quantità di "calore sprecato" e sulla conseguente bassissima efficienza di tale dispositivo (almeno considerato lo scopo per cui si voleva usarlo).

Nelle condizioni ipotizzate se il motore fosse ideale e il recipiente ben isolato, dovremmo ottenere un riscaldamento di circa 14 gradi infatti:

$$m \cdot C \cdot \Delta T = P \cdot t$$
$$\Delta T = \frac{P \cdot t}{m \cdot C} = \frac{100W \cdot 120s}{0,200kg \cdot 4186 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}} @ 14^\circ C$$

dove

$$P = 100W$$

$$t = 60s$$

$$m = 0,100kg$$

$$C = 4186 J/kg \text{ } ^\circ C$$

In realtà registreremo un riscaldamento di appena qualche grado. Quello che stiamo misurando non è di certo l'equivalente Joule/Caloria ma semplicemente l'efficienza del frullatore. Se ad esempio il riscaldamento fosse di 2 gradi l'efficienza del frullatore sarebbe appena del  $2/14 = 14\%$ .

Provare a unificare l'interpretazione delle varie situazioni avvalendosi del linguaggio iconico di Ogborn e Boohan [[vedi approfondimento](#)].

Eventualmente organizzare altre misure per confrontare nuove previsioni con nuovi risultati.

### Step 3 – Scaldare e raffreddare materiali diversi

Tempo medio per svolgere l'attività in classe Step 3: 7-10 ore

(3-4 ore per previsioni e realizzazione + 4-6 ore di discussione e ulteriori verifiche sperimentali a seconda di quanto si voglia approfondire i concetti di calore specifico, conducibilità, capacità termica e di quanto si voglia lavorare con i ragazzi stimolandoli ad esprimere col corpo o coi disegni le loro idee di comportamento microscopico dei materiali relativamente al passaggio e/o l'accumulo di calore)

#### Previsioni

Dopo essersi procurati un quantitativo sufficiente di altre sostanze (olio, limatura di ferro, un mattone di refrattario, un pezzo di legno, ecc.) metterne sul fornello 300 g (l'equivalente in peso dei 300 cc di acqua usati in precedenza) e chiedere ai ragazzi dopo quanto tempo, secondo loro, verrà raggiunta una determinata temperatura di riferimento (e di...sicurezza!) già misurata per l'acqua, ad esempio 50 °C.

Discutere con i ragazzi su cosa cambierebbe mettendo su fornello 300 cc delle stesse sostanze (l'equivalente in volume), introducendo o recuperando discorsi di densità.

#### Realizzazione

Chiedere ai ragazzi di prendere dati reali col termometro e l'orologio contaminuti mentre le varie sostanze si scaldano (nel caso del mattone e del legno si può praticare un foro abbastanza profondo e sufficientemente largo per il termometro) e di organizzarli in un grafico temperatura-tempo.

Potrebbe anche essere di stimolo, per un'interessante discussione, portare a una certa temperatura il mattone di refrattario, che è di forma sostanzialmente regolare e quindi di volume calcolabile, e poi vedere, immergendolo in una determinata quantità d'acqua all'interno di un contenitore il più possibile isolante, che temperatura si riesce a raggiungere.

### **Discussione**

Confrontate i risultati ottenuti con le previsioni fatte e con il comportamento dell'acqua provando a introdurre i concetti di calore specifico, conducibilità, capacità termica.

Eventualmente organizzare altre misure per confrontare nuove previsioni con nuovi risultati.

## Attività 2 – Passaggi di calore

### Introduzione all'attività

Tempo medio per svolgere l'attività in classe: 5-6 ore  
(3-4 ore per previsioni e realizzazione + 2 ore di discussione ed ulteriori approfondimenti anche attraverso schemi e diagrammi)

Sempre lavorando in gruppi, organizzare un'esperienza per accelerare, ritardare o interrompere processi di raffreddamento di una data massa di acqua bollente o di riscaldamento di una equivalente massa d'acqua quasi gelata. Costruzione dei relativi grafici temperatura-tempo. Partire poi, proponendo il percorso in senso contrario, dalle indicazioni date da un grafico che prevede, in unità arbitrarie, aumenti, diminuzioni e stabilizzazioni della temperatura di un certo volume d'acqua in tempi ora rapidi ora lenti e sollecitare i ragazzi a riprodurre sperimentalmente gli andamenti analizzando le caratteristiche di materiali isolanti, cattivi o buoni conduttori di calore. Gli studenti dovrebbero aver acquisito confidenza con misure di temperatura, di tempo e di volume, con la raccolta di dati e la loro rappresentazione su un grafico.

## Attività 2 – Passaggi di calore

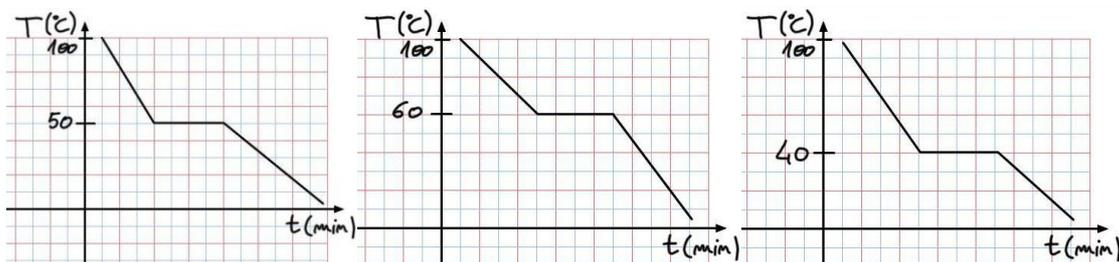
### Descrizione dell'attività

#### Previsione

A partire da una certa quantità di acqua calda (fredda) e avendo a disposizione pentolini, padellini e recipienti di varia forma (bicchieri ciotole, scodelle, piattini, vaschette, ecc.) e di diverso materiale (metallo, ceramica, plastica, vetro, polistirolo, ecc.) nonché vari tipi di oggetti (sassolini, monete, biglie, panni di lana e di tessuti diversi, carta di giornale, spaghi, elastici, nastro adesivo, ecc.) chiedere ai ragazzi come sfrutterebbero quanto capito nelle attività precedenti per accelerare o ritardare riscaldamenti e raffreddamenti.

#### Realizzazione

- I. Chiedere ai ragazzi di prendere dati reali col termometro e l'orologio contaminuti scegliendo i recipienti, i materiali e i modi per far raffreddare (riscaldare) l'acqua il prima possibile. Riportare i dati in grafici temperatura-tempo.
- II. Chiedere ai ragazzi di riprodurre sperimentalmente gli andamenti di un grafico in cui siano riportate, in unità arbitrarie per i tempi, aumenti, diminuzioni e stabilizzazioni della temperatura di un certo volume d'acqua in tempi ora rapidi ora lenti (nelle figure sottostanti sono riportati alcuni grafici a titolo di esempio). Naturalmente l'insegnante ne potrà elaborare di nuovi e maggiormente stimolanti.



### Discussione

Attivare un confronto fra i ragazzi chiedendo loro spiegazioni delle scelte fatte anche in base alle esperienze precedenti e contribuendo, nella gestione della discussione, a rafforzare i concetti di calore specifico e conducibilità.

## Attività 3 – La sfida dei forni solari

### Introduzione all'attività

Tempo medio per svolgere l'attività in classe: 10-14 ore (1-2 ore per spiegazione e organizzazione del lavoro + 6-8 ore per la realizzazione dei forni solari + 3-4 ore di discussione e ulteriore lavoro di approfondimento su bilanci energetici degli edifici). Sulla scorta delle attività precedenti, discutere, progettare e realizzare diverse modalità di isolamento termico, da mettere in pratica e verificare nella costruzione di piccoli forni solari realizzati con diversi materiali.

### Descrizione dell'attività

#### Previsioni

Dividere i ragazzi in gruppi e proporre una sfida a chi costruisce, a partire da uno dei tanti progetti che si trovano in rete (vedi **sitografia**), il forno solare più efficiente nello scaldare una stessa quantità d'acqua. Prima che si impegnino nel lavoro manuale cercare di discutere con loro delle idee-strategie che pensano di attuare.



#### Realizzazione

Assistere i ragazzi nella costruzione di piccoli forni solari avendo cura che si introducano variazioni nei materiali usati sia per la costruzione della struttura sia per l'isolamento.

Far raccogliere loro dati reali, col termometro e l'orologio contaminuti, da riportare poi in grafici temperatura-tempo.

## Discussione

In relazione ai risultati ottenuti, attivare un confronto fra e con i ragazzi chiedendo loro spiegazioni delle scelte fatte. Provare, anche in questo caso, a ragionare su bilanci ed efficienze, con l'ausilio di schemi e diagrammi (Sankey, Ogborn-Boohan) e stimolare una riflessione sulla possibilità di estendere quanto fatto e capito durante questo lavoro a una scala diversa, ad esempio una casa o una scuola.

Far conoscere ai ragazzi l'esistenza di una classificazione e certificazione energetica degli edifici, in particolare delle scuole, anche in relazione alle recenti dichiarazioni del ministro Profumo circa l'attivazione del "Piano per le scuole Verdi" (vedi **sitografia**).

## Spunti per la valutazione di conoscenze, competenze, atteggiamenti

- Questionari tipo Pisa.
- Analisi dei materiali prodotti dai ragazzi, ad esempio semplici progetti di risparmio energetico della propria casa o scuola.
- Riuscire a raccontare e a schematizzare, attraverso diagrammi di Sankey, diagrammi portatore-trasferitore o per mezzo del "picture language" di Ogborn e Boohan, alcuni processi come il raffreddarsi o il riscaldarsi di una stanza o di un po' d'acqua sul fuoco o di una bottiglia tolta dal frigo, il funzionamento di un forno solare o di una lampadina, di un impianto di riscaldamento, ecc.

## Spunti per un approfondimento disciplinare

- Modalità di trasmissione del calore (conduzione, convezione e irraggiamento)
- Struttura della materia e sue trasformazioni
- Proporzionalità

## Documentazione e materiali

- [Allegato contenente sintetiche spiegazioni sull'approccio "figurativo" proposto da Ogborn e Boohan](#)
- [Allegato con alcuni esempi del possibile utilizzo diagrammi di Sankey](#)

## Bibliografia

Arcà, M. (1993) *La cultura scientifica a scuola*, FrancoAngeli, Milano 1993.

Boohan, R., Ogborn, J. (1996) *Differences, energy and change: a simple approach through pictures*, School Science Review, Vol 77, No 283, pp 13-19.

Boohan, R., Ogborn, J. (1996), *Energy and change – A set of three booklets*, Association for Science Education, Hatfield, England.

## Sitografia

Costruzione di un forno solare

<http://solarcooking.org/italiano/minimum-it.htm>

Piano scuole verdi

<http://www.zeroemission.eu/news/id/15823>

Pubblicazioni di Richard Boohan

<http://www.richard-boohan.org/publications/index.html>