BRICKS | TEMA

La Scienza del calore: una termocamera applicata ad uno smartphone

a cura di:
Alfonso D'Ambrosio

#
Fisica, Scienza del calore, Sensori, Smartphone

Premessa

Gli smartphone contengono o possono essere collegati a una varietà di sensori che hanno il potenziale per monitorare l'ambiente circostante, condurre esperienze scientifiche per raccogliere e generare dati, diventare un efficace strumento didattico per gli studenti perché a basso costo e di semplice utilizzo e per le enormi applicazioni di analisi e condivisione dei dati[1].
In questo articolo, pur mantenendo un approccio qualitativo, affronteremo un aspetto della didattica della fisica che risulta molto interessante se mediato dai sensori (esterni in questo caso) di uno smartphone: la fisica del calore.

Nell'articolo vengono affrontate le potenzialità didattiche di una termocamera a basso costo collegata direttamente ad uno smartphone.

Per le esperienze si è utilizzata la termocamera HT-102, che ha un costo sul mercato di circa 90 euro, ma è possibile reperire anche termocamere a 40 euro utilizzando un pc quale Raspberry.

I corpi di animali e gli esseri umani, a temperatura ambiente, emettono radiazione infrarossa. Misurando la radiazione emessa si può misurare la temperatura, anche se le termocamere non misurano direttamente la temperatura, ma questa viene ricavata tenendo conto dell'emissività del corpo[2].

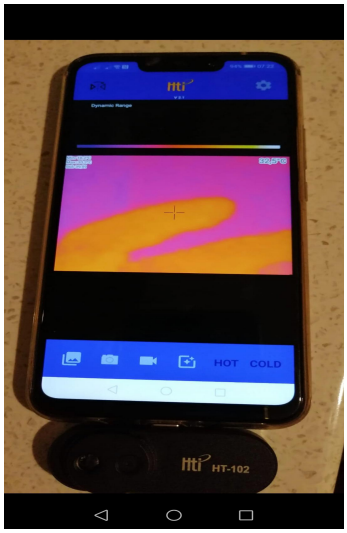

Figura 1 - La termocamera HT-102 collegata ad uno smartphone Android. Tramite l'App dedicata è possibile ottenere misure di temperatura puntuali, raccogliere foto e video.

Le termocamere ad infrarossi: "vedere" il calore

Le termocamere sono strumenti relativamente costosi e non sempre vengono acquistate dalle scuole.

[1] A. D'Ambrosio, *Smartphone: un laboratorio in tasca, non solo in classe*, Bricks anno 6 numero 2

[2] Si vedano: http://www.termografia-ir.com/la-termografia-appunti-di-tecnica.html, https://www.engineeringtoolbox.com/emissivity-coefficients-d_447.html,] https://www.youtube.com/watch?v=UotuZCyKuYE&feature=youtu.be e https://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-d_429.html

Negli ultimi anni sono in commercio diverse termocamere che si connettono esternamente ad uno smartphone e tramite app dedicate consentono la ripresa di foto e video, e di effettuare misure quantitative, solitamente di temperatura.

Sono davvero numerose le applicazioni delle termocamere per uso industriale; basti pensare ad una applicazione di grande impatto ambientale: l'*imaging* termico può essere utilizzato per la misurazione della perdita d'acqua da parte delle foglie, in base al principio che la riduzione della temperatura è proporzionale alla velocità di perdita d'acqua dovuta al processo di raffreddamento per evaporazione.

Meno diffuso è l'uso delle termocamere ad infrarosso nella scuola, anche se offrono grandi opportunità didattiche come mostreremo.

In genere, le prime immagini registrate con qualsiasi termocamera saranno i volti delle persone nelle vicinanze.. Chiunque si confronta con tali immagini per la prima volta normalmente le trova affascinanti poiché forniscono un modo di guardare le persone diverso. I volti assumono fisionomie completamente nuove, con punti di luce "caldi" che svaniscono attraverso i vestiti oppure sembrano "freddi" quando indossiamo degli occhiali (il vetro non lascia passare l'infrarosso).

Occorre notare e far notare fin da subito che il concetto di temperatura, realmente misurato dalla termocamera, è ben diverso da quello di caldo e freddo, questi ultimi legati al calore, che è una forma di energia.

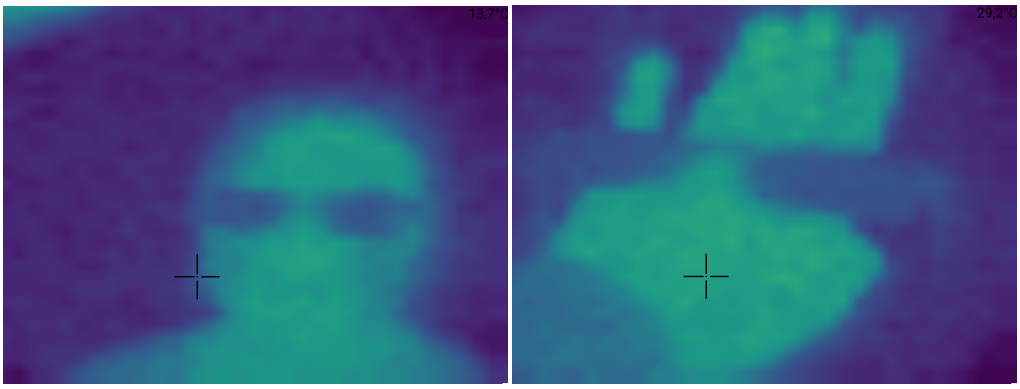

Figura 2 - Osservazione del viso e della mano di una persona: è evidente come il vetro degli occhiali fa apparire l'oggetto "freddo" rispetto al resto del corpo. Questo apre una riflessione sulle superfici ed il loro indice di riflessione rispetto all'infrarosso.

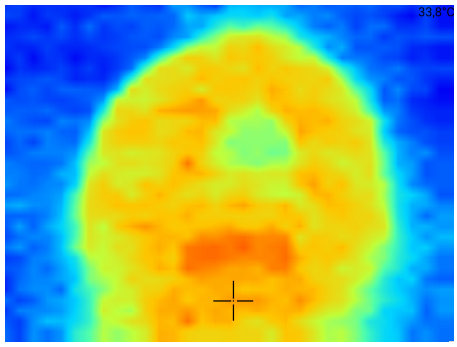

Figura 3 - Immagine del volto. Rispetto alla Figura 2 con colori apparenti diversi qui sì è aumentato il contrasto per piccole differenze di temperatura. È evidente che la bocca aperta ha una temperatura interna più alta rispetto al resto del viso. Notare che il naso in inverno, all'aperto, è il primo ad apparire più "freddo".

Visualizzando "fenomeni invisibili", l'*imaging* termico in tempo reale può essere sfruttato per insegnare un'ampia gamma di argomenti scientifici che trattano trasferimenti di energia che rappresentano processi fisici e chimici.

La termografia può essere utilizzata per raccogliere dati quantitativi per l'esplorazione di fenomeni come la diffusione termica da una fonte puntuale (Fig. 4), il riscaldamento delle ruote di un'auto in movimento (Fig. 5), nello sviluppo di un'analogia tra conduzione termica ed elettrica, il raffreddamento di un corpo da una "sorgente" termica (Fig. 6), per studiare l'attrito (ad es. sfregamento di una gomma sulla superficie di un tavolo) e collisioni anelastiche (ad es. osservando il riscaldamento dovuto all'impatto di una sfera di metallo che cade sul pavimento), per analizzare la termoregolazione di esseri viventi (galline, lucertole, insetti etc.).

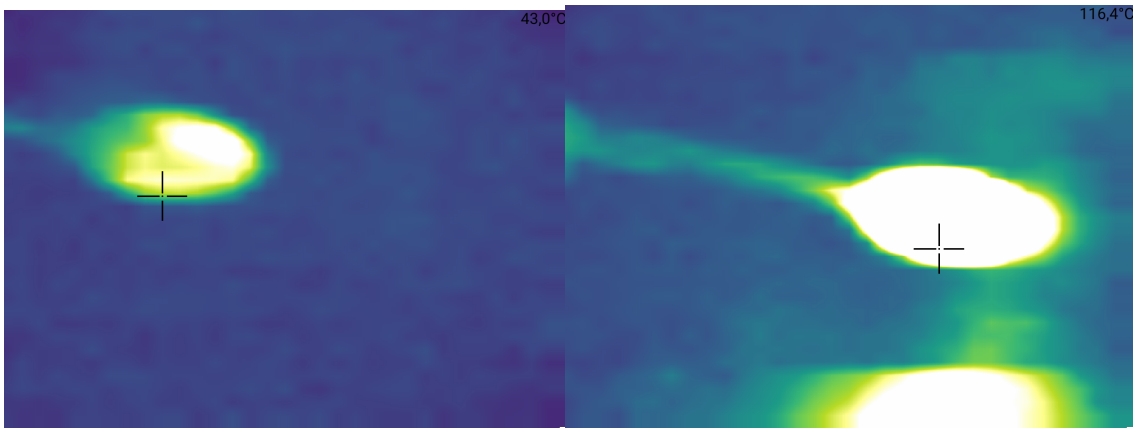

Figura 4 - Diffusione termica attraverso un cucchiaio posto all'estremità su una fiamma. Le due foto sono prese a distanza di 1 minuto. E' evidente la diffusione del calore attraverso il corpo della posata.

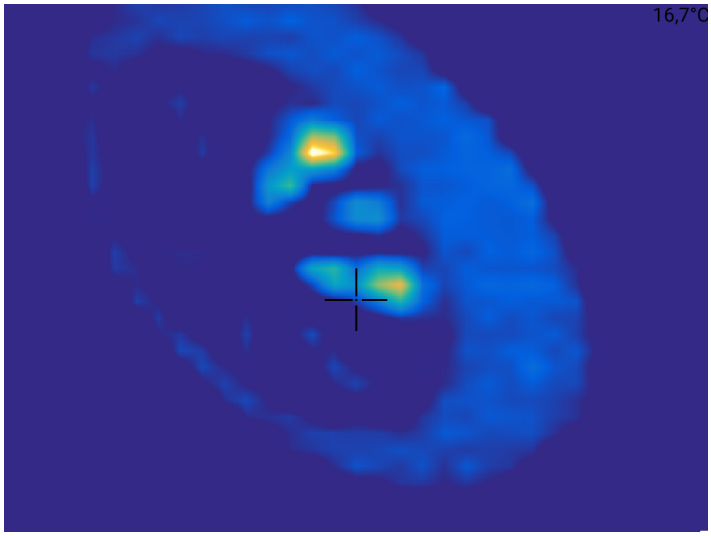

Figura 5 - Foto alle ruote di un'auto dopo 1,5 km di movimento. I punti più caldi in giallo/arancione sono i freni surriscaldati.

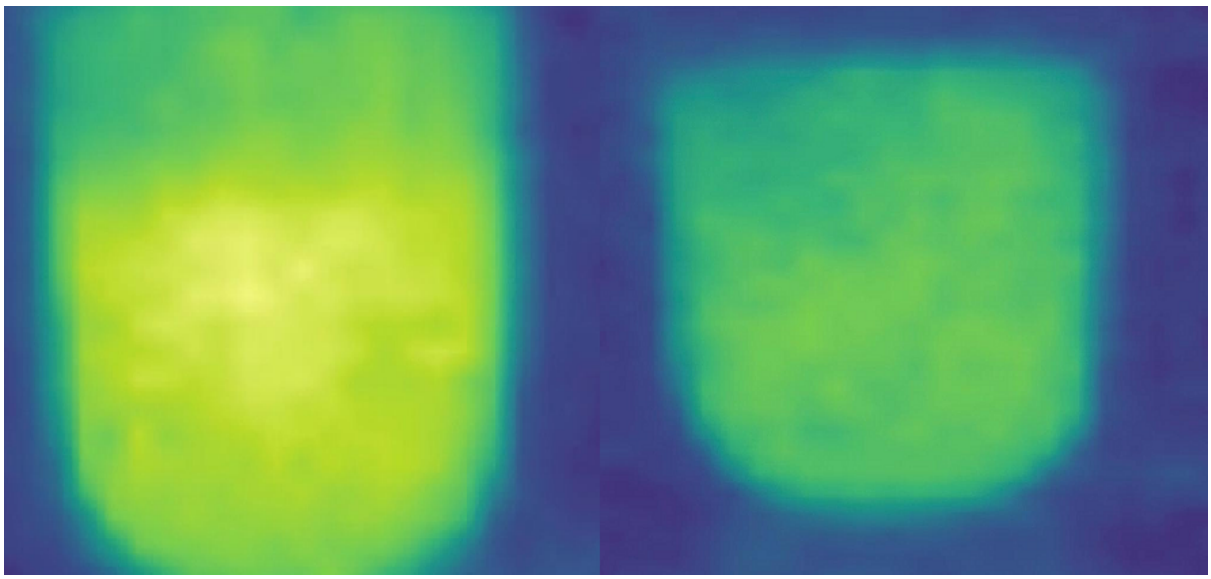

Figura 6 - Raffreddamento di bicchiere con acqua calda, posto su del ghiaccio secco. La curva di raffreddamento può essere studiata quantitativamente con una ripresa video, mantenendo costante il punto di misura della temperatura sul corpo dell'oggetto, come si vede nella seconda foto.

Alcune esperienze in classe

Essendo una tecnologia facile da usare, ma potente, la termografia è particolarmente adatta per attività di laboratorio basate sull'indagine. Con l'aiuto di termocamere ad infrarosso, gli studenti hanno scoperto che la radiazione infrarossa si riflette in maniera diversa su corpi quali alluminio o legno, fornendo quindi una spiegazione del perchè al contatto i corpi forniscono una diversa percezione di "caldo" e di "freddo"

Trent'anni fa, in relazione al fenomeno che i metalli si percepiscono freddi a temperatura ambiente, Gaalen Erickson aveva affermato: *'Se gli alunni fossero in grado di 'vedere' questo fenomeno in termini di trasferimento di energia dal loro corpo all'oggetto, questo tipo di situazione sarebbe probabilmente più semplice da spiegare rispetto a quanto si possa ora semplicemente con un libro di testo"*

Trent'anni dopo, gli alunni possono effettivamente vedere il calore in conduzione dalle loro mani verso un oggetto più freddo (a temperatura inferiore) attraverso una termocamera ad infrarossi (Figura 7).

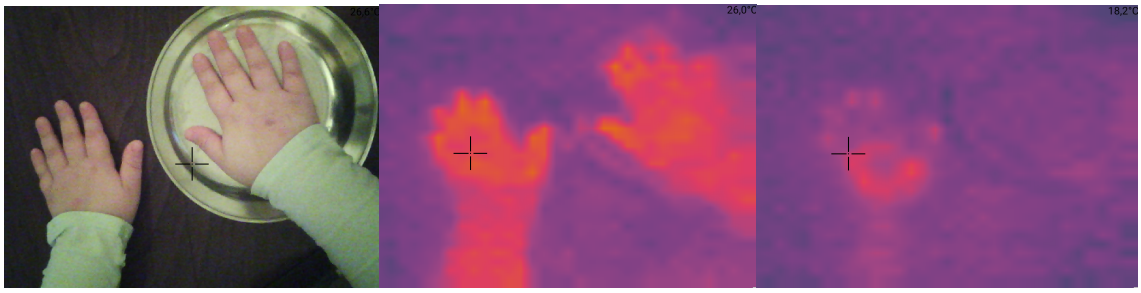

Figura 7 - La sensazione di caldo e di freddo dei corpi dipende dalla loro conducibilità termica. Con una termocamera è facile vedere che a contatto con le mani l'alluminio apparirà più "freddo" di quando non faccia il legno o addirittura la stoffa.

Le attività proposte sono state presentate in una terza e in una quarta Liceo Scientifico opzione Scienze Applicate nello scorso anno quando l'autore era docente di Fisica e con studenti in corsi di formazione nelle scuole primarie dove ha svolto formazione come esperto esterno.

Gli studenti hanno utilizzato solitamente lo smartphone o il tablet a disposizione della scuola e dei loro insegnanti ed hanno affrontato le esperienze in autonomia, con il docente nel ruolo di guida.

Le attività si basano sull'approccio fai ipotesi-osserva-spiega: agli studenti viene chiesto di prevedere cosa accadrà in un esperimento, osservare attentamente come l'esperimento si svolge, quindi spiegare ciò che hanno osservato e riconciliare le loro osservazioni con le loro previsioni in caso di discrepanza.

Le termocamere spingono ad un metodo d'indagine (*cosa accade se...*) e la possibilità di collegarlo ad uno smartphone permette di utilizzare funzionalità quali condivisione su cloud, analisi video istantanea, portabilità dello strumento.

Sappiamo che gli studenti devono ancora essere preparati con modelli scientifici adeguati per affrontare la fisica del calore a livello microscopico, l'*imaging* infrarosso fornisce un modo per visualizzare il fenomeno termico macroscopico e la sua evoluzione per "visualizzazione".

Conclusioni

La fisica è una disciplina che viene considerata molto difficile da affrontare a scuola. Una delle ragioni potrebbe essere legata al fatto che semplici fenomeni quali ad esempio l'attrito o il principio di conservazione dell'energia in meccanica, vengono spesso insegnati in modo così astratto che invece di essere attratti dalla materia, gli studenti vengono spaventati. In particolare i fenomeni legati al calore (pensiamo all'attrito ed al riscaldamento dei corpi per sfregamento) sono tra i più complessi nella didattica della disciplina, a cui si aggiunge la mancanza di strumenti di misura spesso troppo costosi per essere alla portata delle scuole.

Una termocamera collegata ad uno strumento che è alla portata di tutti (uno smartphone) è un potente facilitatore iconico[3].

La visualizzazione (qui si riferisce a qualsiasi tecnica per creare immagini, diagrammi o animazioni per comunicare un argomento astratto o concreto) può aiutare a far luce in un contesto disciplinare complesso, può rendere chiare le dichiarazioni verbali o può dare chiarezza e appropriate rappresentazioni visive di situazioni o processi. Nelle scienze naturali, le tecniche di visualizzazione sono spesso utilizzate per rappresentare i dati delle simulazioni o esperimenti al fine di rendere semplice l'analisi dei dati possibili.

La termografia è un eccellente esempio di tecnica di visualizzazione che può essere utilizzato in molti campi diversi della fisica e della scienza. Oggi è possibile visualizzare facilmente gli effetti invisibili (all'occhio umano), a titolo di esempio, dell'innalzamento della temperatura di un piano su cui viene lasciato cadere un oggetto o dell'interazione pavimento/scarpa di una persona che cammina o della propagazione del calore di un cubetto di ghiaccio nel Thè bollente o dell'energia legata alla termoregolazione di esseri viventi.

La visualizzazione di processi "invisibili" della fisica del calore crea fascino e interesse per questa materia, anche in giovani studenti.

L'uso della termocamera in classe ha mostrato che gli studenti sono fortemente ispirati ad un metodo di indagine, sia qualitativo sia quantitativo. L'utilizzo dello smartphone permette la condivisione in tempo reale su piattaforme tipo "classe virtuale" e la ricerca di fonti e fenomeni anche al di fuori dell'app dedicata.

Il costo relativamente esiguo delle termocamere applicate ad uno smartphone ci permettono di dire che sono uno strumento che non dovrebbe mancare in un laboratorio di Scienze e per il docente che vuole affrontare l'affascinante mondo della Fisica del calore.

Alfonso D'Ambrosio

e-*mail:* alfonsodambrosio@yahoo.it

Laureato in Fisica, è attualmente Dirigente Scolastico dell'IC Lozzo Atestino (PD).

E' stato docente di matematica e fisica alla scuola secondaria di II grado, ed è formatore per docenti in ambito PON PNSD e per USR Veneto. Formatore certificato ArduinoCTC ed esperto di robotica educativa, di coding, mondi virtuali, making lab e videogiochi educativi.

[3] Vollmer, Michael, Möllmann, Klaus-Pete *Teaching physics and understanding infrared thermal imaging* Proc. of SPIE Vol. 10452 104522C-11

E' socio di AICQ, Associazione Italiana Cultura Qualità e utilizza gli strumenti della qualità all'interno della scuola che dirige. Nominato Miglior Docente Innovatore Italiano nel 2015 nel Global Junior Challenge, nel 2016 è speaker al TEDx-Padova e nello stesso anno riceve il premio "Bastai Prat" come migliore ricerca Didattica Italiana In Fisica. Autore di oltre mille pubblicazioni online, di 3 libri tematici e di più di 20 pubblicazioni su riviste specializzate. Negli ultimi anni si occupa di formare i docenti dell'Infanzia e Primaria su temi di Innovazione didattica e di Didattica delle Scienze utilizzando il Tinkering, il coding e la robotica educativa.