

UNIVERSITA' DI PAVIA PLS-FISICA 2010-11

Il Laboratorio PLS "L'energia e la sua conservazione"

Insegnanti:

Bruna Castoldi, Daniela Montani, Laura Pavesi, Stefania Pigorini, Antonella Ravizza,
Iscritti al master IDIFO3: Alessandro Marazzi e Matteo Torre

Universitari:

Ugo Besson, Anna De Ambrosis, Pasquale Onorato

Il laboratorio PLS "L'energia e la sua conservazione" ha avuto come obiettivo l'analisi, la sperimentazione e la rielaborazione di una sequenza didattica sugli effetti termici dell'interazione radiazione materia e sull'effetto serra. Sulla base dei risultati di una prima sperimentazione in classe condotta nell'anno ponte 2009-10, il lavoro del gruppo di insegnanti ha portato nel 2010-11 alla ridefinizione dei percorsi abitualmente seguiti nello studio dei fenomeni termici e dell'ottica e a una loro maggiore correlazione col tema dell'energia e della sua conservazione. Sono stati elaborati materiali didattici di diverso tipo che comprendono schede guida per gli esperimenti; fascicoli di spiegazione, sistematizzazione e approfondimento; indicazioni per l'insegnante. Il materiale prodotto è stato sperimentato in classe e gli insegnanti hanno acquisito molti dati sulla sperimentazione che è ora in fase di analisi per un'ulteriore messa a punto della sequenza didattica e del materiale di accompagnamento.

L'attività ha coinvolto 7 insegnanti, di cui 2 iscritti al Master IDIFO3, e 117 studenti del triennio della scuola secondaria di secondo grado.

I contenuti del Laboratorio

Il problema da cui prende il via la sequenza didattica e che dovrebbe motivare l'indagine degli studenti è la comprensione degli aspetti fisici legati all'effetto serra sulla Terra.

E' generalmente noto che la produzione di biossido di carbonio (CO₂) dovuto all'utilizzo di combustibile fossile nelle attività umane può causare un incremento della temperatura media terrestre. Questo fenomeno è preso sempre più in considerazione sia dal punto di vista scientifico che da quello socio-politico poiché può alterare l'equilibrio dell'ecosistema terrestre. I rischi dovuti all'incremento dell'effetto serra sono spesso discussi dai media, ma la ricerca ha mostrato che le idee degli alunni su quest'argomento sono molto confuse. Per esempio, molti studenti associano erroneamente il riscaldamento globale con la riduzione dello strato d'ozono e il conseguente incremento di radiazioni ultraviolette che raggiungono la superficie della Terra.

Per queste ragioni è importante presentare e discutere con gli studenti gli aspetti principali di quest'argomento, partendo dalla conoscenza dei processi fisici di base fino a ottenere un semplice modello esplicativo. Il punto di partenza è lo studio del comportamento termico di oggetti esposti alla radiazione del Sole con l'obiettivo di scoprire i parametri che influenzano sia l'assorbimento sia l'emissione di radiazione elettromagnetica da parte di oggetti aventi diverse temperature. Qual è il ruolo della radiazione elettromagnetica (visibile e infrarossa) nel determinare la temperatura di un oggetto? Come può essere raggiunto l'equilibrio termico quando un oggetto è esposto alla radiazione solare?

Si vuole anche creare un collegamento tra due aree disciplinari (l'ottica e i fenomeni termici) strettamente connesse dal punto di vista concettuale, scientifico e tecnologico, ma spesso separate o collegate solo sporadicamente nell'insegnamento scolastico tradizionale.

Il Laboratorio si caratterizza anche per il suo intento di proporre attività sperimentali da eseguire all'aperto, anche in contesti diversi da quello scolastico, per le quali sono impiegati data logger portatili connessi a opportuni sensori, di facile utilizzo da parte degli studenti.

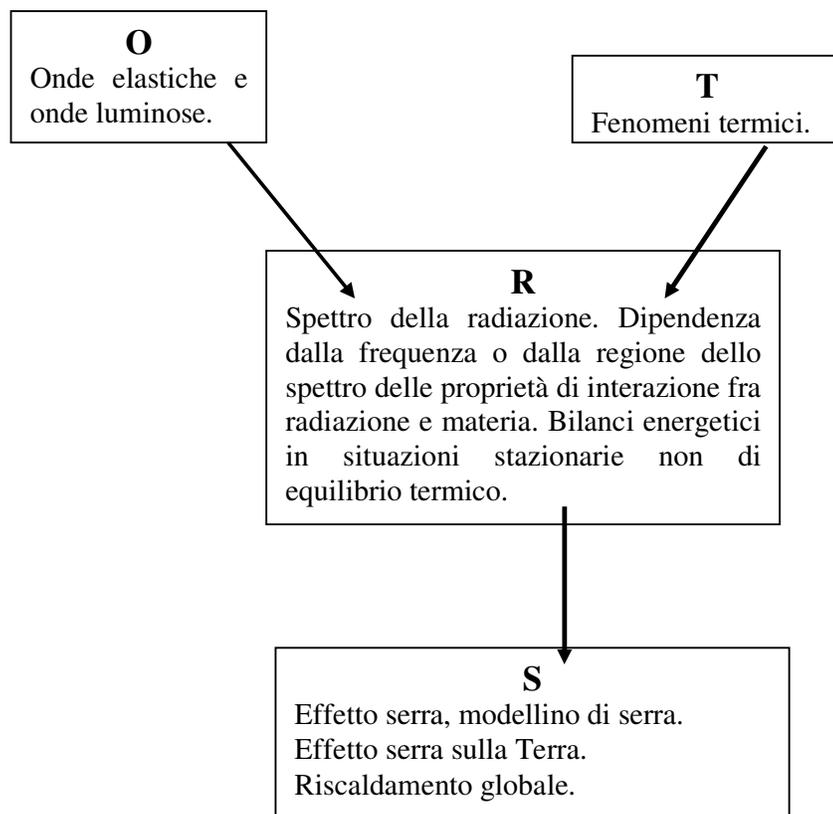
Lo sviluppo delle attività:

Sono stati individuati alcuni passi necessari per la costruzione di una spiegazione coerente dell'effetto serra e per la comprensione più approfondita del concetto di energia e del principio di conservazione. Essi possono essere così riassunti:

- a) Distinguere le grandezze temperatura, energia, calore e lavoro, mostrando come sia possibile scaldare senza fornire calore e fornire calore senza scaldare
- b) Riconoscere e spiegare una condizione di temperatura stazionaria per oggetti esposti al sole o alla luce di una lampada
- c) Differenziare calore e radiazione e riconoscere che gli oggetti emettono radiazione;
- d) Comprendere che il comportamento di un dato materiale nell'interazione con la radiazione dipende dalla regione dello spettro considerata;
- e) Organizzare e coordinare le nuove idee per capire l'effetto serra in una situazione modello;
- f) Estendere il modello per capire l'effetto serra sulla Terra e il riscaldamento globale.

Il lavoro di quest'anno, volto anche a inserire in modo organico il percorso nel curriculum scolastico, ha portato ad una articolazione in fasi, secondo lo schema riportato di seguito:

Fasi del percorso



La fase O serve ad assicurare le conoscenze di base su ottica e onde necessarie per sviluppare il percorso successivo, non è una trattazione organica e completa dell'argomento. Può essere svolta dalle classi che non hanno trattato in precedenza l'argomento oppure come richiamo di cose già studiate in anni precedenti. Se l'argomento è stato trattato dalla classe da poco, la fase può essere saltata o trattata solo nelle parti e/o negli esperimenti ritenuti necessari. Comprende: grandezze fondamentali delle onde periodiche, riflessione, rifrazione, interferenza.

La fase T costituisce una parte fondamentale, molto delicata. Non deve essere la riproposizione dell'abituale approccio che si ritrova nei manuali. I criteri guida sono i seguenti:

- Introdurre subito differenti modi per scaldare i corpi mostrando che si può scaldare senza dare calore e dare calore senza scaldare. Fra questi modi deve esserci l'esposizione del corpo a radiazione solare o di una lampada e il microonde.
- Sperimentare e discutere subito sia situazioni in cui si arriva ad equilibrio termico (temperatura uguale) sia situazioni stazionarie senza equilibrio termico, per presenza di un flusso continuo di energia (oggetti esposti a radiazione, stanza riscaldata da termosifoni, pentolino con acqua su una fiamma debole, corpo umano ...).

Evitare di elencare i classici tre modi di trasmissione del calore (conduzione, convezione ed irraggiamento) ma invece dire che fra due corpi a differente temperatura avviene uno scambio di energia sia per conduzione di calore (rinforzata dalla convezione nel caso di fluidi) sia per la radiazione emessa e assorbita reciprocamente dai due corpi. Considerare subito esempi qualitativi e legati a situazioni comuni in cui anche la radiazione è tenuta in conto ed è rilevante.

La fase R è centrata sul problema della dipendenza dalla frequenza o dalla regione dello spettro delle proprietà di interazione fra radiazione e materia, cioè in particolare le proprietà di assorbimento, riflessione, trasparenza, con i coefficienti $a+r+t=1$ che variano con la frequenza della radiazione considerata. Si deve passare dalla considerazione della radiazione come un unicum alla distinzione fra diversi tipi di radiazione. Esperimenti: spettro di una lampada, usando il prisma oppure un reticolo di diffrazione, in cui si evidenzia la presenza di radiazione invisibile infrarossa e si mostra anche che variando l'intensità e la temperatura della lampada (variando la corrente elettrica), varia anche l'intensità relativa delle parti dello spettro; radiometro, lastre di vetro e di plastiche, dischi di metallo riscaldati; raffreddamento di cilindri e/o bottiglie; telecomando ad infrarossi, macchina fotografica digitale ... Si studia e si discute inoltre in modo molto accurato e insistito, nei suoi vari aspetti e problemi, la curva di riscaldamento di un oggetto esposto alla lampada o al sole, la sua parte iniziale, il suo incurvarsi (perché non è rettilinea?) e il suo stabilizzarsi su una temperatura costante; questo è infatti un punto chiave per la fase successiva.

La fase S dovrebbe raccogliere e mettere insieme quanto appreso nelle fasi precedenti per una interpretazione coerente e corretta dell'effetto serra radiativo. E poi dell'effetto serra sulla Terra.

Il **contesto** per queste attività include l'aula, il laboratorio e l'ambiente naturale, in particolare per l'osservazione dell'effetto serra.

I **materiali per gli esperimenti** sono: data-logger portatile (Xplorer GLX: www.pasco.com/GLX) con sensori di temperatura e software DataStudio; sensore di radiazione infrarossa (radiometro); multimetro digitale; piccoli cilindri di metallo di uguale massa con superficie lucida, di materiale trasparente, colorati di bianco, di nero, di altri colori; bottiglie con superfici opache colorate; lavagna luminosa, prisma di vetro (o di plastica) trasparente, lastre di vetro e di plastica, una robusta scatola di plastica con un coperchio trasparente e una piastra di alluminio nera disposta sul fondo (modello di serra).

Il materiale necessario per le attività sperimentali è stato fornito in prestito agli insegnanti che lo hanno utilizzato in classe organizzandosi tra loro per stabilire dei turni che si accordassero con la loro programmazione didattica.

I materiali didattici di supporto al percorso

Sono stati preparati materiali per gli studenti di due tipi:

- a) Le schede guida per gli esperimenti, da dare all'inizio dell'esperimento.
- b) I fascicoli di spiegazione, discussione, sistematizzazione, approfondimento, da dare alla fine di ogni fase della sequenza.

a) Le schede guida per esperimenti includono un'indicazione di cosa si vuol fare con l'esperimento, perché lo si fa, come esso si colloca e si motiva nel percorso, non il risultato desiderato ma la problematica affrontata.

L'esperimento deve essere inteso come un momento, uno strumento del discorso scientifico che si sta facendo sull'argomento, in un *dialogo fra teoria, ipotesi ed esperimenti*.

Ogni scheda studente è accompagnata da brevi note per l'insegnante che riassumono gli scopi dell'esperienza e il suo significato all'interno del percorso.

b) I fascicoli di spiegazione sono aderenti agli specifici esperimenti fatti, ne riprendono particolari aspetti, in un dialogo con quanto osservato. *Discutono* gli esperimenti, chiariscono cosa si è direttamente ottenuto da essi, quali problemi o difficoltà presentano, quali conclusioni generali se ne possono trarre, in relazione al percorso, a quanto fatto prima e a ciò che si farà dopo. Cercano di allargare e *sistematizzare* quanto ottenuto in un quadro teorico semplificato, provvisorio, ma il più coerente possibile, anche aggiungendo risultati sperimentali e/o teorici non direttamente ricavati o ricavabili dal lavoro fatto.

La sperimentazione

La sperimentazione si è svolta all'interno del normale curriculum scolastico. I dati raccolti sull'attività degli studenti provengono da:

- Un questionario iniziale
- Le schede di laboratorio con previsioni, descrizione dei risultati e interpretazione, compilate dagli studenti durante e al termine dell'attività.
- Registrazioni video di alcune fasi delle attività sperimentali
- Questionario finale

E' attualmente in corso l'analisi dei risultati per la quale, mediante incontri e discussioni del gruppo di insegnanti, si stanno mettendo a punto criteri comuni di analisi.

Una presentazione e descrizione del percorso e il materiale prodotto dagli insegnanti, nella versione attuale ancora provvisoria, sono raccolti nella cartella "Materiali LabEnergia" che sarà presto disponibile nel sito <http://fiscavolta.unipv.it/pls>.