

Viaggiando nell'aria
Un percorso per la scuola di base

Giuseppe Gambardella,
Comitato Scientifico del LES

La *Scheda Esperienza* che segue fa parte della proposta "Viaggio nell'Aria" elaborata dal prof. Gambardella sulla base della sua esperienza triennale con le scuole elementari del Circolo di Manerba sul Garda. L'intera proposta (che contiene una scheda di Percorso Didattico e 10 *Schede Esperienze*) è già stata inserita, sia pure in forma provvisoria, nel sito del LES ed in questo sito può dunque essere rintracciata. Alla proposta "Viaggio nell'aria" fanno anche riferimento i contributi, inclusi in questa stessa pubblicazione, di due insegnanti del Circolo di Manerba, M. Brocco e P. Berini (che ne è anche il diigente).

Viaggio nell'aria. Scheda Esperienza E8: *Candela e bottiglia capovolta*

Obiettivi: gli esperimenti proposti in questa esperienza sono tra i più affascinanti che si possono fare sull'aria e permettono di utilizzare e approfondire quanto si è appreso finora nel corso di questo "viaggio". L'esperimento della bottiglia capovolta sopra una candela accesa (posta dentro a un piatto con dentro dell'acqua), lo si trova descritto in molti sussidiari e libri di giochi scientifici, ma purtroppo altrettanto spesso è accompagnato da spiegazioni assai poco soddisfacenti. Quello che rende questo esperimento così speciale e affascinante è il susseguirsi inatteso degli eventi: non appena la bottiglia è stata capovolta sulla candela, questa continua a bruciare per un po' e poi si spegne mentre l'acqua del piatto inizia a salire nella bottiglia per raggiungere poco dopo un livello stabile. Se la bottiglia e la candela vengono scelte accuratamente e se l'acqua viene colorata, l'esperimento dà proprio la sensazione di essere "magico", per cui si desidera ripeterlo più volte. Orbene in molti testi in cui l'esperimento è descritto e suggerito, si trova la seguente spiegazione in merito alla salita dell'acqua nella bottiglia: "l'acqua sale perché va a prendere il posto dell'ossigeno che la candela ha consumato". Questa spiegazione non è soddisfacente. Non lo è perché non tiene in conto la fuoriuscita di bollicine d'aria dalla bottiglia che si ha nella fase iniziale dell'esperimento (quando la bottiglia è stata appena capovolta e la candela è ancora accesa). Non lo è perché la salita dell'acqua nella bottiglia si produce ugualmente se non si usa la candela e se la bottiglia viene messa capovolta nell'acqua dopo averla opportunamente scaldata. Una spiegazione soddisfacente si ha invece se si ragiona in termini di "aria riscaldata che spinge di più e aria raffreddata che spinge di meno", come abbiamo appreso nel corso di questo viaggio. L'originalità di questa proposta (rispetto a tanti testi che citano questo esperimento) è proprio l'associazione dei due esperimenti descritti sopra: con e senza la candela.

Durata: durata minima un'ora.

Materiali: un piatto fondo (anche di plastica); una bottiglia di vetro chiaro panciuta e con il collo possibilmente cilindrico e lungo, ma non stretto (un fiasco di vetro molto chiaro può andar bene); una candela che entri agevolmente nel collo della bottiglia (quanto più agevolmente entra tanto meglio è) e che non sia né troppo lunga, né troppo corta (meglio se è lunga circa quanto metà collo della bottiglia); del colorante per alimenti; un accendino o dei fiammiferi; un fon di buona qualità.

Prerequisiti: Esperienze E4, E5, E6. (sito LES, *Percorso sull'aria*
<http://www.les.unina.it/Le%20attivita/temi/quotidiani/quotidiani.html>)

Le attività e la loro "messa in scena"

L'esperienza può iniziare, come per quelle precedenti, con un contatto ad occhi chiusi con il proprio respiro (per ricordare e riconoscere la preziosità dell'aria) e/o ricordando le tappe del viaggio già fatto.

Poi si può annunciare l'esperimento della candela e della bottiglia capovolta dicendo a quegli alunni che dichiareranno di conoscerlo già e di saperlo spiegare, di tacere per non privare gli altri del piacere della sorpresa e di seguire l'esperimento con attenzione perché andranno anche loro incontro a delle sorprese. Lo scopo dell'esperimento sarà quello di osservare dei fenomeni molto affascinanti e di poterli poi discutere e forse spiegare utilizzando quanto abbiamo già appreso sull'aria nel corso di questo viaggio.

Conviene creare una situazione di osservazione e di presenza un po' particolare, facendo in modo possibilmente che gli alunni stiano in cerchio intorno al tavolo su cui si prepara e si fa l'esperimento. Tutti dovranno stare abbastanza vicini al piatto e alla candela in modo da poter osservare attentamente (con gli occhi e con le orecchie) quello che accade. Difficilmente questa condizione si può realizzare se gli alunni restano seduti nei banchi. Conviene invece, se si resta in classe, che stiano tutti in piedi con i meno alti in prima fila. Oppure, se si va in palestra, l'esperimento si può fare a terra e gli alunni possono stare in parte anche seduti o accovacciati. E' in ogni caso utile creare una situazione di attesa, come merita un evento eccezionale.

L'insegnante (che avrà già fatto l'esperimento da solo, o comunque senza gli alunni) preparerà allora il piatto con dentro la candela (procurando che questa stia in piedi abbastanza stabilmente), vi aggiungerà prima dell'acqua e poi un po' di gocce di colorante da mescolare mentre eventualmente chiarisce che non è velenoso, e poi accenderà la candela. Prima di capovolgervi sopra la bottiglia potrà chiedere agli alunni cosa si aspettano che accada senza anticipare però le spiegazioni. Saranno probabilmente in molti a dire che la candela si spegnerà e l'acqua salirà nella bottiglia. E' bene comunque dare spazio e attenzione a tutte le previsioni ed anche ai "non lo so". Prima di capovolgere la bottiglia, occorre raccomandare la massima attenzione e di conseguenza il massimo silenzio, perché sarà necessario anche ascoltare oltre che vedere.

A questo punto si capovolge la bottiglia sulla candela, con molta cura e anche con una discreta velocità, per evitare che la candela si spenga nel corso dell'operazione. Se questo dovesse accadere si rifà l'operazione daccapo. L'operazione sarà tanto più agevole quanto più spazio c'è tra la candela e il collo della bottiglia (per cui per le normali bottiglie, o i normali fiaschi, conviene forse usare una candelina da compleanno, fatta stare in piedi, ben verticale, facendo colare un po' di cera al centro del piatto prima di mettervi l'acqua).

E' bene che, da questo punto in poi, tutto l'esperimento si svolga in silenzio (sia pure con i mormorii di stupore) fino a quando il livello dell'acqua salita nella bottiglia si è stabilizzato. Concluso l'esperimento si chiederà agli alunni di descrivere quello che hanno osservato facendo attenzione alla sequenza degli avvenimenti. E' importante che diventino consapevoli che in questa sequenza, al primo posto c'è la fuoriuscita dell'aria (di una parte di aria) dalla bottiglia attraverso le bollicine. Se nessuno dovesse mettere in evidenza questo fatto, conviene insistere e al limite ripetere l'esperimento. Anzi l'esperimento conviene ripeterlo in ogni caso (eventualmente con un'altra bottiglia e un'altra candela) perché piace e perché così si confermano e rafforzano le osservazioni nella sequenza corretta.

Una volta descritta la sequenza degli eventi in modo corretto e in modo che tutti ne convergono, si passerà alla fase del provare a dare delle spiegazioni dei fenomeni osservati. Perché la candela si è spenta? Perché l'acqua è salita? Chi l'ha fatta salire, chi l'ha spinta in su? Perché sono uscite le bollicine? E' bene accogliere tutte le spiegazioni, incoraggiando a darne le motivazioni, così come è bene incoraggiare e guidare la discussione, alla cui fine si farà un riassunto delle spiegazioni fornite. Poiché presumibilmente alcuni alunni avranno citato l'ossigeno contenuto nell'aria, si avrà cura di mettere in chiaro o di far mettere loro in chiaro (per gli altri) quello che intendono dire: che l'aria è una miscela di gas, di cui uno solo, chiamato ossigeno, brucia o fa bruciare le cose, e che in quantità questo ossigeno corrisponde (così dicono i libri di scienza) a circa una parte su cinque. Si dirà anche che su questo aspetto, cioè sulla composizione dell'aria, si tornerà a discutere e a indagare più avanti. Fra le spiegazioni fornite ci sarà probabilmente anche quella che chiama in causa il riscaldamento dell'aria provocato dal fuoco della candela, riscaldamento che ha provocato la fuoriuscita delle bollicine. A provocare la salita dell'acqua nella bottiglia è stato il consumo di ossigeno, o è stato il riscaldamento dell'aria con

conseguente e parziale fuoriuscita della stessa sotto forma di bollicine? O sono due cause tutte e due necessarie?

A questo punto si dirà agli alunni che per orientarsi fra le varie spiegazioni fornite e vedere quali sono più soddisfacenti sarebbe interessante fare un esperimento dove solo una delle due cause suddette è presente. E' difficile bruciare l'ossigeno senza scaldare l'aria, ma forse è possibile scaldare l'aria senza bruciare l'ossigeno. Ecco come si può fare.

L'insegnante accende il fon, fa verificare che ne esce aria calda (al massimo delle possibilità del fon), e poi scalda accuratamente la bottiglia, passandole intorno il fon in posizione molto ravvicinata (l'operazione richiede un paio di minuti). Dopo di che ripone rapidamente la bottiglia a testa in giù nel piatto, proprio come prima, ma questa volta senza la candela. Cosa succederà? All'inizio sembra che non accada nulla, perché questa volta il raffreddamento dell'aria è meno rapido di prima. Per questo conviene ingannare un po' il tempo, cioè farlo passare facendo o dicendo qualcosa, per esempio chiedendo agli alunni che cosa secondo loro è accaduto all'aria della bottiglia mentre la si riscaldava con il fon, o in quale altro modo secondo loro si poteva scaldare la bottiglia senza bruciare l'ossigeno (un altro modo in effetti c'è ed è anche più efficace ed è quello di riscaldare la bottiglia sul fuoco di un camping gas; ma per fare questo occorre una bottiglia di vetro soffiato o vetro pirex, occorre essere autorizzati, o autorizzarsi responsabilmente, a usare un fornellino da campo, e occorre anche avere dimestichezza con queste operazioni). Mentre si discute e il tempo passa accadrà molto probabilmente che qualche alunno noterà che l'acqua ha iniziato la sua salita. L'insegnante continuerà a parlare e a guidare la discussione fino a che si noterà che l'acqua è salita ad un livello non molto diverso da quello del precedente esperimento.

A questo punto si può riprendere la discussione sulle spiegazioni e alla fine giungere alle seguenti conclusioni, provvisorie (come sempre quando si fa scienza) ma soddisfacenti. Non possiamo dire, sulla base delle nostre conoscenze ed esperienze, se la scomparsa dell'ossigeno per effetto della fiamma della candela è importante, o non è importante, come causa della salita dell'acqua nella bottiglia. Possiamo invece affermare che il riscaldamento dell'aria è di per sé una causa sufficiente per provocare quello che si è osservato. Infatti, quando con il fon riscaldiamo la bottiglia l'aria dentro si riscalda e spinge di più (più di prima e quindi più dell'aria fuori) e in parte esce dalla bottiglia senza che noi ce ne accorgiamo. Quando mettiamo la bottiglia sul piatto, con la sua bocca nell'acqua, l'aria dentro comincia a raffreddarsi e pertanto a spingere di meno e allora l'aria di fuori (che spinge di più di quella dentro, perché spinge sempre allo stesso modo), fa salire l'acqua dentro la bottiglia, proprio come avevamo già sperimentato in passato (Esperienza E6). L'acqua continua a salire fino a che l'aria dentro continua a raffreddarsi. Alla fine l'acqua avrà preso il posto dell'aria che manca nella bottiglia rispetto all'inizio (un po' meno di quel posto perché l'aria rimasta dentro la bottiglia è leggermente dilatata, ma questo è un dettaglio secondario). Una cosa analoga succede nel caso della candela. Una parte dell'aria certamente esce dalla bottiglia per effetto del riscaldamento dovuto alla candela (vedi bollicine) e pertanto quando l'aria residua si raffredda dell'acqua entrerà come prima "prendendo il posto" dell'aria uscita. Non sappiamo dire se l'acqua che entra nella bottiglia va anche a prendere il posto dell'ossigeno che, come qualcuno ha detto, si è bruciato. Per saperlo dovremmo andare a vedere i libri di chimica o chiedere aiuto a qualcuno che è esperto di chimica, perché ci faccia capire cosa succede all'aria quando un fuoco brucia come nel nostro esperimento (cioè in uno spazio chiuso come quello della bottiglia e in presenza di acqua come quella che sta nel piatto). Qualcuno dice che quando si brucia l'ossigeno si forma un altro gas che si chiama anidride carbonica. Cosa vuol dire? E questo nuovo gas va a prendere il posto dell'ossigeno? Sono domande che per ora rimangono sospese.

Converrà concludere l'esperienza come sempre, cioè invitando gli alunni a descrivere e disegnare quanto hanno fatto e compreso e anche quanto non hanno compreso e i dubbi che sono loro rimasti.

Suggerimenti su varianti e ampliamenti dell'esperienza

Come sempre converrà orientarsi su varianti e ampliamenti in base alle osservazioni fatte dagli alunni nel corso dell'intera esperienza. Non sarebbe male, inoltre, andare a vedere se l'esperimento fatto è citato in qualche sussidiario o testo o libro di giochi scientifici e vedere se le cose che vi si trovano sono in accordo con quanto si è sperimentato e compreso. Verificare che in

un libro di scuola possono trovarsi scritte delle cose su cui non si è d'accordo può essere di per sé un'esperienza formativa (dipende molto da come l'insegnante fa da guida in questa esperienza).

Un'altra possibilità di espansione dell'esperienza è già stata esplicitamente espressa ed è quella di approfondire sia il concetto di aria come miscela di gas, che il concetto o il fenomeno della combustione. Quali combustioni conosciamo? Dentro i nostri polmoni avviene una combustione? L'aria che espiriamo è diversa da quella che inspiriamo? E in che modo? Cosa succede alla cera della candela o alla benzina delle automobili? Come si intuisce, si può andare anche molto lontano e se si vuole anche fino alla funzione delle piante per l'aria del nostro pianeta, come pure fino ai fenomeni dell'inquinamento e dell'*effetto serra*.



Una bottiglia è stata riscaldata e poi messa a testa in giù sopra un piatto con dentro un po' d'acqua: lentamente l'acqua sale nella bottiglia. Perché? (Manerba, III)



Ma come fa l'aria a spingere da tutte le parti? Abbiamo provato a farcene un'idea danzando, a ritmo di tamburo, come tante... molecole. (S.Felice, III)

La poesia di una alunna della classe terza di Polpenazze nell'ambito delle "attività linguistiche ed espressive" dedicate all'aria.



*Mi dondolo sull'altalena
e sento l'aria
che mi accarezza
l'aria diventa mia amica
A. Comincioli*