

L'ESPLORAZIONE DEI FENOMENI QUOTIDIANI

Viaggio nell'aria

Proposta di attività didattica redatta da Giuseppe Gambardella, responsabile del Progetto Valtenesi Arte e Scienza del Circolo Didattico di Manerba (Brescia) , 1998-2001.

Articolazione della proposta:

[Premessa](#)

[Metodologia](#)

[Percorso Didattico](#)

[Schede Esperienze](#)

[Riferimenti](#)

Premessa

Questa proposta nasce dall'esperienza fatta con gli insegnanti e gli alunni delle scuole elementari del Circolo Didattico di Manerba (Brescia) nel corso di tre anni scolastici. Pertanto le attività descritte e proposte possono considerarsi collaudate (positivamente) in quel Circolo sia sul piano della metodologia che su quello della sperimentazione. Gli insegnanti che, in altri contesti, decideranno di avvalersi (anche solo parzialmente) di questa proposta, sono tuttavia vivamente pregati di comunicare commenti, osservazioni critiche e suggerimenti di ogni genere atti a modificare la proposta stessa per migliorarla e integrarla a vantaggio di tutta la rete LES.

Coloro che volessero conoscere di più dell'attività svolta nell'ambito del Circolo di Manerba potranno farlo visitando il sito www.circolomanerba.it dove troveranno anche il corrispondente indirizzo di posta elettronica. In questa sede sembra opportuno evidenziare di quella attività la metodologia e segnalare che il "viaggio nell'aria" è stato associato, per quasi tutte le classi che lo hanno intrapreso, ad un "viaggio nell'acqua" con la stessa impostazione di metodo. Va anche chiarito che, con una scelta consapevole, entrambi i viaggi hanno privilegiato sul piano scientifico le proprietà fisiche dell'aria e dell'acqua, pur praticando molte aperture verso le proprietà chimiche e gli aspetti biologici.

Una migliore integrazione fra questi diversi ambiti disciplinari ed anche con aree non specificamente scientifiche (con conseguenti maggiori possibilità di scelte e di un lavoro organico da parte degli insegnanti) potrebbe tuttavia realizzarsi proprio in ambito LES, affiancando e mettendo a confronto esperienze e proposte che in modo diverso abbiano avuto per oggetto gli stessi argomenti o elementi della realtà (in questo caso l'aria).

Metodologia

Qui di seguito vengono riportati i criteri metodologici che hanno ispirato non solo il "viaggio nell'aria", ma anche le altre attività "scientifiche ed espressive" svoltesi presso il Circolo di Manerba negli anni 1998-2001, nell'ambito del Progetto Valtenesi Arte e Scienza.

Privilegiare temi che corrispondono all'esperienza della vita quotidiana e quindi ad interessi e motivazioni reali degli alunni (come l'aria, l'acqua, la luce, il cielo, ecc.) e che al tempo stesso permettono agevoli collegamenti con attività didattiche in altre aree (come il linguaggio, la storia, ecc.).

Privilegiare le osservazioni e gli esperimenti (da svolgere) rispetto alla enunciazione a priori di leggi e principi scientifici.

Fare in modo che ogni alunno sia in qualche modo personalmente coinvolto nelle attività svolte ed in particolare nella realizzazione degli esperimenti, nelle osservazioni e nella ricerca delle spiegazioni.

Favorire lo sviluppo di idee e spiegazioni (ovvero di modelli mentali della realtà) a partire da osservazioni ed esperimenti e favorire lo sviluppo di nuove osservazioni e di nuovi esperimenti che permettono di sottoporre a verifica le idee e dalle spiegazioni già elaborate. Diventa possibile agevolare in questo modo la consapevolezza che ogni idea o spiegazione è in qualche modo provvisoria, suscettibile di essere modificata o sostituita con il crescere dell'esperienza. Si può così diventare anche più rispettosi delle idee altrui e capaci di ascoltarle.

Dare importanza alle idee cosiddette preconcepite e ai modelli "ingenui" propri degli alunni: incoraggiarne l'espressione, rispettarli, farne il punto di partenza per una maggiore personale consapevolezza.

Favorire la formulazione dei "perché", ovvero delle domande, anche quando non si è in grado di rispondere ad esse nell'immediato o in tempi molto brevi. Si può tuttavia lavorare sulle domande in modo da verificare se sono condivise, se sono chiare per tutti (ovvero se tutti vi attribuiscono lo stesso significato) e se sono tali da consentire di fare dei passi (col ragionamento o con l'esperienza) per cercare di trovare le risposte.

Fare un uso appropriato del linguaggio: partire da quello di uso comune e mostrare di fatto come gli esperimenti, le osservazioni e i ragionamenti pongono l'esigenza di un linguaggio meno ambiguo e talvolta di nuove parole.

Associare le osservazioni e gli esperimenti e le conseguenti osservazioni ad attività giocose, espressive (per esempio teatrali) e di movimento, potendo il corpo essere coinvolto ed utilizzato anche per esprimere ipotesi e simulare modelli.

Dare importanza all'ambiente fisico nel quale svolgere esperimenti ed osservazioni al fine di incoraggiare l'ascolto, l'attenzione, il coinvolgimento personale.

Associare l'attività più specificamente scientifica, cioè rivolta a trovare spiegazioni e modelli per i fenomeni naturali, ad altre attività (per esempio di tipo artistico) che consentono di fare l'esperienza di un altro tipo di relazione con quegli stessi elementi della natura che sono oggetto dell'indagine scientifica. In questo modo si agevola la consapevolezza che esistono varie dimensioni del conoscere in rapporto a qualsivoglia oggetto, evento od esperienza.

Percorso Didattico

Obiettivi:

Il viaggio-percorso ha come scopo principale quello di esplorare alcune proprietà fisiche dell'aria esercitando intorno ad esse la capacità di costruire modelli o dare spiegazioni.

La gran parte degli esperimenti che costituiscono il percorso coinvolgono la "spinta" o pressione dell'aria. Pertanto il viaggio-percorso richiede anche una riflessione sulla relazione tra forze ed equilibrio statico (e quindi anche tra forze e movimento). Attraverso esperienze che implicano il riscaldamento e il raffreddamento dell'aria si avrà un contatto anche con i concetti di calore e temperatura.

Pertanto il percorso didattico consente sia di fare la conoscenza di alcune grandezze (o "variabili") fisiche - come la pressione, il volume, la temperatura, ecc. - sia di osservare il modo in cui queste variabili interagiscono fra loro in quello che si usa chiamare un "sistema di variabili". Naturalmente questi apprendimenti saranno impliciti nell'esperienza proposta agli alunni e con loro sarà in generale opportuno non usare nemmeno parole come "grandezze", "variabili" e "sistema". Sarà invece opportuno usare il linguaggio comune e introdurre parole proprie del linguaggio scientifico solo quando e se l'esperienza stessa richiederà di farlo. Per esempio ci si potrà rendere conto, con l'esperienza, che la spinta dell'aria produce una forza che dipende da quanto è grande la superficie su cui la spinta agisce: ebbene questo potrebbe essere il momento di introdurre la parola "pressione", perché diventa necessario dare un nome diverso da "forza" a quella "spinta" che, in dipendenza dalla superficie su cui agisce, produce appunto una forza.

Coerentemente con l'impostazione metodologica esposta prima, non si è ritenuto opportuno "presentare" l'aria

all'inizio del viaggio, dichiarando per esempio che essa è una miscela di certi gas in certe proporzioni. Si è preferito invece fare in modo che le proprietà dell'aria siano via via scoperte, in base alle osservazioni, alle esperienze e agli esperimenti che si fanno, in base agli interessi che si manifestano, ecc. anche se ciò comporta che alcune proprietà "importanti" possano risultare alla fine trascurate.

Tutti gli esperimenti proposti richiedono materiali molto economici e di facile reperibilità. Alcuni degli esperimenti daranno luogo a oggetti con cui giocare, che gli alunni potranno tenere per sé e costruire con un minimo di aiuto da parte degli adulti. Il viaggio è praticabile, con adattamenti che saranno gli stessi insegnanti a fare, in tutti i livelli della scuola dell'obbligo (scuola media compresa).

Tappe del percorso, ovvero insieme ordinato di attività proposte (corrispondenti alle Schede Esperienze che seguono)

1) Come inizio del "viaggio-percorso" si propone l'esperienza del respiro (vedi Scheda E1) con lo scopo principale di rendere gli alunni consapevoli della preziosità dell'aria (l'aria è preziosa quanto la vita, perché è parte o condizione necessaria di essa). L'esperienza è collettiva, viene guidata dall'insegnante e viene poi commentata collettivamente. E' significativo che si tratta di una esperienza (importante) difficilmente comunicabile con le parole. Esiste dunque un tipo di conoscenza che si basa sull'esperienza associata alla consapevolezza più che sul pensiero (non è così anche per il gusto dei cibi, per l'amore e per tante altre cose importanti?).

2) Idee e sensazioni connesse all'aria (vedi Scheda E2). Si dà agli alunni l'opportunità di esprimere tutto quello che l'aria evoca in loro, attraverso libere associazioni verbali, e anche attraverso il disegno. L'esperienza è collettiva e viene poi commentata collettivamente.

3) L'aria c'è, l'aria è materia, ovvero l'aria occupa spazio e dove c'è l'aria non può starci un'altra cosa, un'altra materia. In quali modi, a parte il respiro, possiamo renderci conto che l'aria c'è ed è materia? (vedi Scheda E3).

4) L'aria che è intorno a noi "spinge" in ogni punto e in tutte le direzioni (vedi Scheda E4) Si tratta di una introduzione al concetto di pressione atmosferica, che peraltro non è necessario nominare. E' questa anche l'occasione per rendere gli alunni consapevoli della relazione elementare tra forze ed equilibrio.

5) L'aria è una materia che, se sta in uno spazio chiuso, si può stringere o rimpicciolire, o anche allargare o espandere. Si può dire che l'aria è "elastica", facendo riferimento ai cambiamenti di forma e/o di volume che i corpi elastici possono subire. Senza che vi siano variazioni di temperatura (cioè riscaldamenti o raffreddamenti in atto), si può vedere che l'aria dilatata spinge di meno di quella normale e l'aria compressa spinge di più (vedi Scheda E5).

6) Se si scalda l'aria. I diversi modi di scaldare l'aria (quelli umani e quelli naturali). E' vero che l'aria scaldata "va in su"? Se si scalda o si raffredda l'aria che sta in un recipiente chiuso che cosa si nota? Intanto si può vedere che non sempre l'aria scaldata "va in su". Poi si può osservare che l'aria riscaldata spinge di più di quella normale e quella raffreddata spinge di meno. Ci si può anche chiedere perché. (Vedi Scheda E6).

7) Come fa l'aria a "spingere"? Chi è che spinge? Esperienze (in palestra) che permettono di simulare il fenomeno, ovvero di mostrare con una analogia come fa l'aria a spingere (vedi Scheda E7). Sempre con la stessa analogia si può intuire come fa l'aria riscaldata a "spingere di più" e quella raffreddata a "spingere di meno". Analogamente si può discutere della spinta dell'aria al mare rispetto a quella dell'aria in montagna o dell'aria che sta più su ancora.

8) L'esperimento della bottiglia capovolta sulla candela accesa e tenuta al centro di un piatto con un po' d'acqua. L'esperimento ripetuto senza la candela, ma scaldando la bottiglia con un fon. L'esperimento conferma le proprietà dell'aria già riconosciute prima e permette di sfatare la leggenda dell'ossigeno che brucia e lascia il posto all'acqua. (vedi Scheda E8).

9) L'esperimento del "peso" dell'aria, ovvero un'altra leggenda da sfatare. L'esperimento permette di incontrare la "forza misteriosa" che nell'aria spinge le cose in su, analoga alla "forza misteriosa" che nell'acqua pure spinge le cose in su. In effetti vi siete mai domandati cosa è che spinge verso l'alto i palloncini (e le mongolfiere) ripieni di elio?

(vedi Scheda E9).

10) Vari esperimenti con l'aria che "si muove". Mentre l'aria ferma spinge ugualmente in tutte le direzioni, l'aria che si muove in una particolare direzione (per esempio quella che esce da un fon in azione) spinge di più (dell'aria ferma) nella direzione del movimento e di meno (dell'aria ferma) nella direzione perpendicolare a quella del movimento. E' un fenomeno che ha molte utilizzazioni pratiche (per il volo degli aerei e per il movimento delle barche a vela, per esempio), ma si presta anche a divertenti esperimenti ed oggetti con cui giocare (vedi Scheda E10).

Esperienze

Viaggio nell'aria. Scheda Esperienza E1

Titolo: L'esperienza del respiro.

Obiettivi: Rendere gli alunni consapevoli della preziosità dell'aria (l'aria è preziosa come la vita perché è essenziale per la vita). Questa consapevolezza è importante proprio nel momento in cui si avvia con gli alunni una attività di indagine scientifica (sia pure di tipo elementare e giocoso) la quale di necessità implica un porsi come soggetti nei confronti dell'oggetto aria, e implica la sua analisi e manipolazione per scoprirne le proprietà ed eventualmente applicarle (dove le applicazioni nel nostro caso sono dei giochi, mentre nella società sono le applicazioni tecnologiche).

In effetti, in questo nostro rapporto con l'aria (ma sarebbe la stessa cosa nel rapporto con l'acqua o con la luce, o con altri elementi della vita) sperimentiamo nel piccolo il rapporto uomo-natura per il quale proprio lo sviluppo scientifico-tecnologico ha contribuito ad accentuare l'aspetto utilitaristico, che porta a vedere la natura essenzialmente come un insieme di risorse a disposizione dell'uomo. Quindi, se vogliamo contribuire a rendere questo rapporto più equilibrato e promuovere in particolare lo sviluppo di una coscienza ecologica, possiamo avvalerci, in questo "viaggio nell'aria" dei suggerimenti forniti da questa scheda.

Durata: fra 10 e 30 minuti (si capirà più avanti perché).

Materiali: nessuno.

Prerequisiti: nessuno

Attività e organizzazione: L'attività è individuale e consiste nell'ascolto del proprio respiro stando al proprio posto mentre l'insegnante parla alla classe. Successivamente c'è discussione collettiva sull'esperienza fatta.

Sceneggiatura:

"Questa mattina inizieremo un "viaggio nell'aria" che ci porterà a scoprire e a fare molte cose belle. Ma cominceremo il viaggio con l'esperienza del respiro che faremo ad occhi chiusi. Durerà solo due o tre minuti, sarà in silenzio e poi ne parleremo insieme. Per ora tenete gli occhi aperti, vi dirò io quando chiuderli. Vi chiedo di stare seduti senza appoggiare la schiena e tenendo tutti e due i piedi ben appoggiati per terra. Per fare questo conviene che vi portate più avanti sul sedile. Poi fate spazio sul vostro banco e poggiate sul banco braccia e mani aperte, parallele, con i palmi all'ingù. Non è il momento di masticare ciungai o altro. Tenete la schiena dritta. Ora vi invito a chiudere gli occhi e a provare a fidarvi cioè a prendere sul serio quello che facciamo. Io vi parlerò mentre teniamo gli occhi chiusi. Li terrò chiusi anch'io. Sentiamo il nostro respiro, sentiamo l'aria che entra e che esce. Il nostro respiro va avanti da solo, non c'è bisogno che noi decidiamo di respirare. L'aria entra e l'aria esce. Sentiamo che l'aria ci fa vivere, ci nutre, ci tiene in vita. Diciamo grazie aria che ci sei sempre e ci tieni in vita. Tanti milioni di anni fa, quando ancora non c'erano gli esseri viventi, c'erano solo la terra, l'acqua, l'aria e il fuoco, e da loro è nata la vita.

Quindi possiamo anche dire grazie aria che insieme all'acqua, alla terra e al fuoco hai fatto nascere la vita, sei come una nostra antenata, e ora continui a tenerci in vita. Tra poco noi cominceremo a giocare con te, per conoscerti, per sapere come sei fatta, perché noi siamo curiosi; ma ti chiediamo il permesso di poterlo fare, perché sappiamo quanto sei importante per noi. Ecco ora possiamo piano piano riaprire gli occhi, anche se so bene che qualcuno li aveva già aperti prima. Sembra che ci sia più luce di prima, non è così? I colori sembrano più vivi, più belli. Ora qualcuno di voi, ma uno alla volta, potrà dire come si è sentito, cosa ha sentito, come è stata questa esperienza, se ha avuto paura oppure no.

.....seguono le condivisioni,

Comprese le condivisioni l'esperienza dura circa dieci minuti (circa tre minuti la parte ad occhi chiusi). A questo punto l'insegnante può decidere se far mettere per iscritto le sensazioni provate. Questo potrebbe richiedere altri venti minuti.

A seguire potrebbe esserci l'esperienza E2 ("Evocazioni e immagini dell'aria") o la E3, cioè la prima esperienza orientata all'indagine propriamente scientifica ("L'aria è materia").

Suggerimenti su varianti e ampliamenti dell'esperienza: Questa "esperienza del respiro" potrà sembrare strana e poco affidabile a chi non l'ha mai fatta. Conviene allora che ogni insegnante che intende provarla con la sua classe, la sperimenti prima sia provando a farsi guidare che a guidarla. In tal caso è bene che apprenda davvero a farlo con gli occhi chiusi, perché quando si vive in proprio l'esperienza si è più efficaci nel guidare gli altri; questo implica ovviamente che si apprenda il testo della sceneggiatura e che lo si utilizzi con le varianti personali che si ritiene opportuno introdurre o che "sul campo" ci si trova a introdurre. Se, per esempio, non si condivide della sceneggiatura il dialogo diretto con l'aria o parti di questo dialogo, queste parti, o l'intero dialogo, possono essere semplicemente omessi e sostituiti con altre parole che comunque arricchiscono il messaggio della preziosità o essenzialità dell'aria rispetto alla vita.

In molte occasioni questa "esperienza del respiro" è stata utilizzata efficacemente come introduzione ad attività in classe anche non collegate con l'aria. Essa infatti ha normalmente su tutti, adulti e ragazzi, un effetto pacificante e favorisce la disposizione all'ascolto.

Viaggio nell'aria. Scheda Esperienza E2

Titolo: Evocazioni, conoscenze e immagini dell'aria.

Obiettivi: evidenziare il "vissuto" dell'aria che hanno gli alunni, prima di incanalare la loro attenzione e curiosità verso l'indagine di tipo scientifico dell'aria. Questo permette di diventare consapevoli della ricchezza di significati e valenze che ciascuno attribuisce all'aria, sia nell'esperienza quotidiana, che nell'immaginario. Questa ricchezza è anche una ricchezza di conoscenze e di interessi rispetto all'aria che l'insegnante potrà analizzare ed esplicitare, mostrando quanto diverse sono le dimensioni e le direzioni verso cui si potrebbe procedere nella esplorazione dell'aria e del nostro rapporto (individuale e sociale) con essa. La stessa dimensione scientifica potrebbe essere esplorata in più direzioni a seconda che si prediliga, per esempio l'aspetto biologico o quello chimico o quello fisico. Diventerà così percepibile (più o meno consapevolmente) che il procedere ad esplorare le proprietà fisiche dell'aria costituisce una scelta rispetto alle altre possibilità di relazione con l'aria. Si tratta dunque di una scelta riduttiva (come lo sarebbe qualunque altra scelta, anche quella poetica), ma proprio questa "riduzione" permette un approfondimento di conoscenza e la possibilità di essere creativi, in questo caso lungo la dimensione scientifica (e in particolare nella direzione delle proprietà fisiche). A questa scelta corrisponde anche una scelta di linguaggio che con gli alunni delle classi superiori (per esempio 4a e 5a) potrà anche essere evidenziata: il linguaggio scientifico è più povero, ma meno ambiguo del linguaggio comune ed in particolare di quello poetico o pittorico.

Durata: un'ora.

Materiali: fogli bianchi su cui scrivere o disegnare. Si possono preparare in anticipo tante metà di fogli normali da fotocopiatrice tagliati a metà. Pennarelli o matite colorate.

Prerequisiti: nessuno (a parte saper scrivere).

Attività e organizzazione: L'attività consiste di due parti ciascuna delle quali ha due fasi. Nella prima parte gli alunni fanno associazioni libere con l'aria scrivendo su fogli di carta. Queste associazioni vengono poi analizzate (ed è questa la seconda fase) sia negli aspetti linguistici che di contenuto, evidenziando gli interessi e le conoscenze che implicitamente contengono. Nella seconda parte gli alunni fanno disegni dell'aria o sull'aria. Anche questa seconda attività sarà seguita da una fase di analisi e discussione collettiva. Durante tutta l'esperienza gli alunni potranno stare nei loro banchi mentre l'insegnante guida l'attività.

Sceneggiatura:

Vogliamo scoprire come ciascuno di noi vive l'aria, che cosa è l'aria per ognuno di noi, quali sensazioni o immagini fa nascere. Per scoprirlo facciamo una cosa molto semplice. Ognuno di voi avrà un foglietto di carta bianca (e si possono distribuire quelli già tagliati) sul quale tratterà – ma non subito, quando lo dirò io, così cominciate tutti insieme – un cerchio al centro, dentro il quale scriverà la parola aria, e poi, dal cerchietto che racchiude la parola aria farà partire un raggio, come fosse il raggio di un sole, e sopra al raggio scriverà una parola che l'aria gli fa venire in mente, proprio la prima parola, senza pensarci su. Scritta questa prima parola, disegnate subito un altro raggio e scrivete su di esso un'altra parola, diversa ovviamente da quella di prima, ma sempre di getto, senza pensarci su, senza pensare se è intelligente o no, ecc. E così via fino a che io non vi dico stop. A quel punto mi consegnerete i foglietti senza firmarli e li leggeremo dopo averli mescolati, così non sapremo chi ha scritto cosa e questo vi renderà più liberi nello scrivere. Siamo intesi? Quindi la partenza è così (e si mostra a tutti un foglietto con al centro la parola aria racchiusa in un cerchietto e si traccia magari un primo raggio con dei trattini sopra a indicare il posto della prima parola). Naturalmente ognuno deve fare da solo e in silenzio. Non c'è firma e non c'è giudizio. Siete pronti? Via! A questo punto si guarda l'orologio e ci si regola con un tempo fra un minuto e due minuti, anche in base alla sensazione di come stano andando le cose. Passato il tempo ritenuto sufficiente si dà lo stop e si ritirano i foglietti.

Poi l'insegnante mescola i foglietti e comincia a leggerne alcuni. Diventerà presto chiaro che ci sono associazioni più comuni come "cielo", "vento", "acqua", ecc., altre più concrete, altre più astratte, ecc. Sarà l'insegnante stesso a decidere come procedere, a seconda dei propri gusti e del livello della classe. Le scelte sono numerose. Si può fare una statistica delle parole, per vedere per esempio le più gettonate, come si può fare una analisi del tipo e della qualità delle associazioni, oppure si potrà concludere molto presto dopo aver sottolineato la gran varietà e libertà delle associazioni. In ogni caso sarà bene che l'insegnante mostri apprezzamento per il lavoro svolto e dia valore a tutte le associazioni emerse anche a quelle che possono sembrare molto bizzarre.

Se l'insegnante lo ritiene opportuno potrà mostrare come alcune associazioni hanno un carattere fantasioso e poetico (per esempio l'associazione con la parola "libertà", ammesso che vi sia), mentre altre hanno un carattere più realistico e scientifico (come potrebbero essere le associazioni con parole come inquinamento, o gas); altre associazioni possono avere sia una valenza poetica che scientifica (per esempio quelle fatte con parole come vento o volo o suoni). Con una analisi ancora più spinta l'insegnante potrebbe anche mostrare come le associazioni che manifestano interessi e curiosità di tipo scientifico possono a loro volta alludere a orizzonti diversi della scienza. Per esempio le associazioni con i venti e, in generale, i fenomeni meteorologici, oppure le associazioni con i suoni alludono prevalentemente all'orizzonte della fisica (là dove si usano, tra gli altri, strumenti concettuali come pressione, temperatura, movimento, ecc.). Viceversa associazioni come quelle con il respiro o l'ossigeno o l'inquinamento, alludono prevalentemente all'orizzonte della biologia e della chimica (il modo della vita, animale e vegetale, e delle trasformazioni della materia).

Il lavoro di cui sopra può durare dai dieci ai trenta minuti, o anche un'ora intera se l'insegnante trova che ne vale la pena.

A questo lavoro può far seguito la seconda parte annunciata all'inizio, e cioè il lavoro di "disegnare l'aria". Gli alunni potranno sembrare sconcertati e voi potrete spiegare loro che il bello è proprio lì, disegnare l'aria anche se l'aria normalmente non si vede, non ha una forma, ecc. Ognuno farà un disegno, a colori, su un foglio bianco A4 (da distribuire), o sul proprio album o quaderno, scegliendo qualcosa che a suo sentire corrisponde all'aria, in modo che si senta o si veda in quello che si è disegnato la presenza dell'aria. Provare, in libertà. Anche questa volta non c'è giudizio. Anche questa volta si dà un tempo, per esempio 15 minuti. Passato il tempo si osservano e commentano

collettivamente i disegni, ovvero le immagini dell'aria che sono emerse.
Tempo per quest'ultima parte: altri 15 minuti.

Suggerimenti su varianti e ampliamenti dell'esperienza: Tutti i tempi indicati possono essere dilatati a piacere dagli insegnanti, se riterranno che ne vale la pena. Analogamente gli insegnanti potranno variare e arricchire questa esperienza di "evocazioni e immagini dell'aria" a loro piacimento. Chi vorrà potrà per esempio portare in lettura poesie e brani di prosa che alludono all'aria, anche riviste e quotidiani e scoprire in che modo in essi compare l'aria. Chi vorrà potrà portare immagini di quadri o diapositive (magari personali) in cui si percepisce l'aria in modo particolare, ecc.

Un'altra iniziativa, interessante soprattutto a livello linguistico e di costume, è quella di invitare gli alunni a ricordare e indicare tutti i "modi di dire" che contengono la parola aria, come per esempio "darsi delle arie", "vedere che aria tira", "prendere una boccata d'aria", ecc. Anche in questo caso il materiale linguistico emerso andrebbe analizzato e discusso collettivamente.

Viaggio nell'aria. Scheda Esperienza E3

Titolo: L'aria è materia.

Obiettivi: Arrivare alla consapevolezza che l'aria, benché sia normalmente invisibile ed appaia inafferrabile, è "materia", nel senso che se ne può prendere o isolare una certa quantità ed anche nel senso che occupa spazio, per cui là dove c'è l'aria non può normalmente andarci un'altra cosa, a meno che l'aria non si sposti altrove. Può essere questa anche l'occasione per introdurre la parola materia e motivare il suo uso.

Durata: un'ora (durata minima).

Materiali: bacinella di plastica possibilmente trasparente (come il plexiglas) e cilindrica (a base rettangolare o tonda). Ci sono vaschette del genere usate per piccoli acquari. In alternativa un normale secchio di plastica. Inoltre un bicchiere di plexiglas, delle bottiglie di plastica vuote (quelle dell'acqua minerale da 1.5 o 2.0 litri), dei palloncini. Almeno una delle bottiglie di plastica va bucata sul fondo (il buco sul fondo della bottiglia conviene farlo al centro, dove peraltro la plastica è più dura da perforare; e conviene che abbia quasi mezzo centimetro di diametro; per farlo si può usare un trapano oppure un "succhiello" che serve di solito a fare i buchi nel legno per metterci le viti).

Prerequisiti: nessuno.

Attività e organizzazione: L'esperienza è divisa in **tre fasi**.

Nella **prima fase** l'insegnante avvia una discussione su **come mostrare che "l'aria c'è"** e la discussione produce una lista di osservazioni o proposte. In questa fase gli alunni restano nei banchi. La durata di questa prima fase è di almeno un quarto d'ora.

Nella **seconda fase** si fa l'esperimento del **"bicchiere capovolto immerso in acqua"** che consiste nell'immergere con la mano un bicchiere di plexiglas tenuto a bocca in giù dentro una bacinella o un secchio pieno d'acqua. Quando si fa questo il bicchiere rimane praticamente pieno d'aria. La cosa può essere evidenziata in diversi modi, per esempio mettendo un po' di scottex sul fondo del bicchiere e osservando che il pezzetto di scottex non si è bagnato quando il bicchiere viene estratto. In alternativa si può usare un sughero galleggiante nella bacinella e immergere il bicchiere in modo che si porta giù anche il sughero: se la bacinella è trasparente si noterà che il sughero non tocca il fondo del bicchiere immerso, ma "galleggia" in prossimità dell'orlo del bicchiere, segno evidente che nel bicchiere è rimasta l'aria. Un'altra possibilità, praticabile anche quando si usa lo scottex o il sughero, è quella di inclinare un poco il bicchiere dopo che è stato immerso: così facendo un po' di aria esce dal bicchiere e produce delle bolle ben visibili ed anche udibili. Più si inclina il bicchiere e più aria esce.

Questa seconda fase può essere organizzata con la bacinella sopra un banco libero e ben visibile da tutta la classe; a turno ogni alunno farà l'esperienza dell'immersione del bicchiere mentre anche tutti gli altri possono osservare quanto accade.

Durata (minima) di questa fase: un quarto d'ora.

Nella **terza fase** si fa l'esperimento dei "palloncini dentro le bottiglie". L'esperimento consiste nel tentare di gonfiare con la bocca un palloncino che viene messo dentro una bottiglia di plastica trasparente e vuota, con il collo (del palloncino) rivoltato sul collo della bottiglia. Ovviamente il palloncino così sistemato fa da tappo alla bottiglia e quindi nemmeno chi ha polmoni potenti riuscirà a gonfiarlo. Ma ...se la bottiglia di plastica è bucata sul fondo, allora anche con dei polmoni normali si può gonfiare il palloncino. Si propone di fare l'esperienza in modo spettacolare e divertente preparando almeno tre bottiglie di cui una sola col buco sul fondo e poi chiamando a collaborare tre alunni. Si chiede loro di uscire dai banchi e di mettersi vicino alla cattedra in modo da poter essere visti da tutti gli altri. Conviene dare la bottiglia col buco all'alunno che ha l'apparenza meno forte. Dopo di che si indice una gara con tanto di "pronti, via!". Il gioco può proseguire in modi diversi. Un modo è quello di proporre lo scambio delle bottiglie (ma non dei palloncini che per motivi di igiene devono singolarmente essere sempre usati dalla stessa bocca); un altro modo è quello di chiamare altri tre volontari, cui dare altri tre palloncini, ecc. Prima o poi il trucco sarà scoperto. Ma anche se il trucco fosse scoperto subito conviene ugualmente dar vita al piccolo "show" perché diverte e consente di sperimentare e verificare quello che a intuito si immagina che debba accadere.

Durata (minima) di questa fase: venti minuti.

Tutta l'esperienza sarà poi conclusa con una discussione collettiva di quello che si è sperimentato e osservato. Se l'insegnante lo ritiene opportuno, può essere questa l'occasione per confrontare la materia aria con altri tipi di materia come la materia acqua (o latte, vino, olio, ecc.) oppure come la materia legno (o pietra, plastica, ferro, ecc.), per arrivare ad una prima distinzione tra solidi, liquidi e gas. ed un primo accenno al fatto che la stessa materia, per esempio l'acqua, può presentarsi in tutti e tre gli stati, ovvero solido, liquido e gassoso. Sarà così anche per l'aria (e per altre materie come quelle citate prima)? Si può lasciare la domanda in sospeso in quanto è meglio privilegiare le affermazioni che sono in qualche modo verificabili dagli alunni o corrispondono di già alla loro esperienza quotidiana.

Durata (minima) di quest'ultima parte dell'esperienza: dieci minuti.

Gli insegnanti potranno ovviamente richiedere poi agli alunni di descrivere, usando anche disegni, ciò che hanno fatto e appreso.

Sceneggiatura: prima fase)

Sappiamo tutti che l'aria c'è, se non altro perché la respiriamo; ma, respiro a parte, in quali altri modi possiamo mostrare che l'aria c'è, anche se normalmente non la vediamo e non riusciamo a prenderla, o a intrappolarla? Invito ognuno a pensarci e a fare delle proposte, parlando uno alla volta. Io intanto scriverò le proposte man mano che voi le fate e alla fine ognuno le scriverà sul proprio quaderno, magari dopo aver fatto insieme una selezione.

Esempio di proposte :

il vento che scuote gli alberi, alza la polvere, scompiglia i capelli, fa ondeggiare l'erba, ecc./ una porta che sbatte quando si crea una corrente d'aria in una stanza/ gonfiare la propria bocca con le labbra chiuse e poi darsi un colpetto sulla guancia: quella che esce e fa rumore è aria/ agitare un braccio o correre: anche se non c'è vento si sente l'aria/ riempire con il fiato una busta di carta, poi chiuderla e farla scoppiare: è l'aria che esce di colpo che "fa la botta"/...accartocciare una bottiglia di plastica prima di buttarla via: se non si toglie il tappo non si riesce ad accartocciarla/...gonfiare un palloncino/ gonfiare una ruota di bicicletta o di automobile/ mettere in azione un fon o un aspirapolvere/ soffiare con una cannuccia dentro un bicchiere pieno d'acqua/ osservare i baffi sulle pareti al di sopra dei caloriferi: quei baffi può averli fatti solo l'aria calda che va in su/ ecc.

Esaurite e commentate in qualche modo le proposte si passa alla seconda fase.

seconda fase)

Ora faremo insieme un'esperienza che ci permetterà riconoscere in maniera molto semplice e chiara che l'aria c'è e che occupa un suo spazio. Metto qui davanti alla cattedra questa bacinella trasparente piena d'acqua in modo che tutti possiate vederla. Ed ecco qui un bicchiere di plastica anch'esso trasparente, un po' di scottex ed un normale sughero. Ora inviterò ognuno di voi, a turno, a venire qui e a immergere il bicchiere capovolto nella bacinella. Cominciamo da te che sei più vicino. Scopriti il braccio per non bagnare i vestiti. Poi metti un foglio di scottex sul fondo del bicchiere, piegandolo più volte e spingendolo bene sul fondo, in modo che capovolgendo il bicchiere rimanga lì dov'è, e poi, lentamente e facendo in modo che tutti vedano, preparati ad immergere il bicchiere capovolto nella bacinella. Cosa ti aspetti, anzi cosa vi aspettate: lo scottex si bagnerà o no? Quanti dicono che si bagnerà e

quanti dicono di no? (Si fa la conta). Ora procedi nell'immersione tenendo il bicchiere sempre capovolto e dritto. Osservate tutti bene e in silenzio perché dopo ne parleremo. Ora che il bicchiere è arrivato sul fondo torna su lentamente. Ora che il bicchiere è tutto fuori dall'acqua controlla con l'altra mano se lo scottex si è bagnato. Si è bagnato? Non si è bagnato. E perché? (si ascolta il coro delle risposte). Proprio così, perché l'aria è rimasta nel bicchiere ed ha impedito all'acqua di bagnare lo scottex. Ora ripeti l'esperimento, proprio come prima, ma quando sei arrivato sul fondo della bacinella comincia ad inclinare il bicchiere, poco alla volta e sempre in modo che tutti vedano bene. State tutti in silenzio per poter osservare quello che accade anche con le orecchie. (man mano che il bicchiere viene inclinato, l'aria esce dal bicchiere e sale verso l'alto sotto forma di bollicine che, arrivate in superficie, si sentono gorgogliare; quando ci si accorge che lo scottex ha iniziato a bagnarsi si invita lo sperimentatore a non inclinare di più il bicchiere...). Ora non inclinare più il bicchiere, raddrizzalo e riportalo su lentamente come hai fatto prima, e controlla se lo scottex si è bagnato oppure no. Sì, questa volta si è bagnato (si può far passare lo scottex di mano in mano in modo che tutti verificano che si è bagnato) Dunque avevano ragione anche quelli che prima avevano detto che si sarebbe bagnato. Una bella discussione la faremo più tardi quando tutti voi avrete personalmente immerso il bicchiere nell'acqua. Ora tu puoi asciugarti il braccio; ti ringrazio per la collaborazione e ti invito a tornare al tuo posto. Continueremo l'esperimento utilizzando il sughero e non più lo scottex. (se fosse ancora lì, si toglie lo scottex dal fondo del bicchiere e si mette il sughero a galleggiare in acqua e poi si invita un altro alunno a collaborare sempre assicurando gli altri che verrà il loro turno). Tu ora, senza bagnarti i vestiti immergerai lentamente il bicchiere capovolto nella bacinella dopo averlo piazzato sopra il sughero. Fai sempre in modo che tutti vedano, ma aspetta a farlo che io ti dia il via. Cosa vi aspettate che succeda al sughero? E' chiaro che il bicchiere mentre scende se lo porta con se verso il basso, ma a che altezza sarà nel bicchiere? Per esempio starà in corrispondenza dell'orlo o del fondo del bicchiere o in una posizione intermedia? (anche ora si registrano le risposte in attesa della verifica sperimentale) Bene ora puoi immergere il bicchiere tenendolo sempre ben verticale, e tutti osservate con attenzione. Vedete? Cosa fa il sughero: rimane a galla o affonda? In ogni caso rimane al livello dell'orlo del bicchiere, o quasi, non è così? Quando sei arrivato sul fondo della bacinella prova anche tu ad inclinare un poco il bicchiere e poi rimettilo verticale. Osservate tutti bene ed in silenzio quello che accade perché poi ne parleremo. Inclina ora ancora di più il bicchiere vedete il sughero si è portato ora quasi sul fondo del bicchiere e quindi avevano ragione anche quelli che l'avevano previsto... Ora porta fuori il bicchiere e il sughero, asciugati il braccio e torna al tuo posto. (A questo punto si fa ripetere a turno a tutti gli altri questo esperimento con il sughero e poi si passa alla descrizione e discussione di quanto si è osservato).

terza fase):

Facciamo ancora un esperimento con l'aria, ma questa volta senza usare l'acqua. Useremo queste bottiglie di plastica e dei palloncini. Servono tre volontari, chi si offre?Benissimo voi tre. State in piedi qui davanti e tutti gli altri osserveranno quello che fate. Ecco qui tre palloncini, uno a testa, e vi invito a provare a gonfiarli con la bocca e poi a sgonfiarli (Questa prova è importante perché serve ad accertare che i palloncini sono buoni e che ognuno dei tre alunni è in grado di gonfiare il palloncino assegnatogli con il proprio fiato. Se così non fosse bisogna porvi rimedio in qualche modo, per esempio scegliendo dei palloncini più "morbidi" cioè più facili da gonfiare, oppure gonfiando preventivamente i palloncini con una pompa e poi sgonfiandoli, perché questo li ammorbidisce. Se solo uno dei volontari non ci riesce lo si può sostituire con un altro che mostra di riuscirci). Benissimo. Ora ecco ad ognuno di voi una bottiglia e vi invito ad infilarvi il vostro palloncino rigirandone il collo sul collo della bottiglia. Fate vedere. Va bene. Ora al mio via cercherete di gonfiare il palloncino dentro la bottiglia. Siete pronti, via!Caio e Tizio non ci sono riusciti, ma Sempronio, che sembrava il meno favorito ce l'ha fatta! Un applauso per Sempronio. Vuol dire che Sempronio ha i polmoni più forti o ci sarà qualche altra ragione? Pensate che possa dipendere dai palloncini o dalle bottiglie? (Si incoraggiano e ascoltano i commenti. Poi si procede allo scambio delle bottiglie fra i tre volontari, oppure si chiamano altri tre volontari, e in ogni caso si fa in modo che il trucco venga scoperto. Poi, con tutti gli alunni nei loro banchi si discute di quello che, risate a parte, ha mostrato l'esperimento).

L'intera esperienza viene conclusa con una discussione e formulando una sintesi di quello che si osservato e compreso. Come già accennato in precedenza, può essere questa l'occasione per confrontare la materia aria con altre "materie", come l'acqua o il legno, e per introdurre il concetto di diversi stati della materia (solido, liquido e gassoso), verificando, per esempio, quanto gli alunni sono consapevoli del fatto che il ghiaccio, l'acqua comune e il vapor d'acqua corrispondono ad un'unica materia. Può essere inoltre questa l'occasione per parlare della "forma" delle materie o di una stessa materia in stati diversi. L'aria ha una forma? E l'acqua?

Suggerimenti su varianti e ampliamenti dell'esperienza: Le attività proposte in questa esperienza hanno il vantaggio di essere facili da realizzare, di essere divertenti e soprattutto di essere efficaci, nel senso che mettono bene in evidenza quello che ci si propone di mettere in evidenza senza che vi siano "effetti collaterali" distraenti, o altre condizioni non necessarie (come lo sarebbero per esempio il riscaldamento o il movimento dell'aria). Gli insegnanti che lo desiderano possono naturalmente scegliere altre attività che servano, a loro parere, ugualmente bene allo scopo. Per i possibili ampliamenti si è già detto qualcosa sopra. Si potrebbe anche con l'occasione porre o accogliere la domanda su dove si trova la materia aria: intorno a noi e poi? Anche dentro di noi? E dove? E' aria quella delle "scorregge" o cos'altro è? E' vero che l'aria si infila dappertutto? L'aria è certamente in alto e nel cielo, ma quanto in alto? Ed è sempre la stessa aria? Sulla luna c'è l'aria?

Viaggio nell'aria. Scheda Esperienza E4

Titolo: L'aria spinge in tutte le direzioni.

Obiettivi: rendere consapevoli gli alunni della pressione atmosferica (senza necessariamente usare questa espressione). Attraverso l'esperienza ogni alunno potrà riconoscere che l'aria che ci circonda, così com'è, spinge in tutte le direzioni. In altre parole questa spinta c'è anche se non viene esercitata alcuna particolare azione sull'aria (per esempio mettendola in movimento o riscaldandola). L'indagine che qui si propone sulla spinta dell'aria richiede la consapevolezza, sia pure a livello molto elementare, della relazione che c'è tra forze, equilibrio e movimento. Pertanto l'acquisizione di questa consapevolezza fa parte anch'essa degli obiettivi di questa esperienza (supponendo che non sia già stata oggetto di un lavoro specifico). Per le classi 4a e 5a delle scuole elementari ed ancor più per le scuole medie, gli obiettivi di questa esperienza potranno includere la distinzione tra forza e pressione e perfino una valutazione quantitativa della pressione atmosferica.

Durata: un'ora (durata minima).

Materiali: siringhe di plastica (ovviamente senza ago) di almeno due misure (per es. 20cc e 60cc). Conviene averne tante (delle due misure) quanti sono gli alunni della classe. Un pentolino metallico o un vasetto cilindrico anche non metallico, un sacchetto di plastica che possa aderire bene alle pareti interne del vasetto ed un robusto elastico di gomma. Una corda.

Prerequisiti: Esperienza E3

Le attività e la loro "messa in scena":

L'esperienza è divisa in **due fasi**.

Nella **prima fase** si vuole far prendere consapevolezza agli alunni che quando qualcosa si muove c'è normalmente una forza che la fa muovere (infatti solo in uno spazio vuoto, cioè in assenza di qualunque forma di attrito, un corpo potrebbe muoversi anche in assenza di forze); quando invece una cosa sta ferma, sta ferma o perché non c'è nessuna forza che agisce su di essa o perché le forze che agiscono si fanno equilibrio. Queste affermazioni è bene non enunciarle "a priori", ma farle nascere dall'esperienza.

Si può per esempio mettere un piccolo banco (libero da oggetti) davanti alla cattedra e invitare un alunno a collaborare (con l'insegnante). Prima si chiede all'alunno di spingere o di tirare un poco il banco e si noterà che il banco si muove proprio a causa della forza di spinta o a causa della forza di trazione esercitata dall'alunno. Se questi non spinge o non tira il banco resta fermo. Poi si invita l'alunno a fare la stessa cosa, ma questa volta l'insegnante si oppone con la sua forza a quello che fa l'alunno, agendo dall'altra parte del banco. Se entrambi spingono il banco si muoverà verso colui che spinge di meno (con una forza minore) oppure non si muoverà affatto se entrambi spingono con la stessa forza. Analogo effetto si ha rispetto al tirare. In questo caso al banco può essere sostituita una corda.

Se ne deduce da tutto quanto si è fatto che: a) quando una cosa si muove o c'è una forza sola che agisce su di essa, oppure, se ci sono due forze che si contrastano e una è maggiore dell'altra allora la cosa si muove nel senso imposto dalla forza più grande; b) se una cosa sta ferma o non c'è nessuna forza che agisce su di essa o ci sono più forze che si fanno equilibrio (per esempio due forze che spingono o tirano ugualmente ma in senso opposto, come nell'esperimento fatto con il banco o con la corda).

Queste conclusioni sono così corrispondenti all'esperienza quotidiana che tutti gli alunni avranno generalmente facilità ad accoglierle. Le cose diventerebbero più complesse se si considerassero più di due forze che agiscono in direzioni diverse sullo stesso oggetto o in modo da produrre movimenti che non sono semplici scorrimenti o traslazioni. Ma per gli scopi di questa nostra indagine scientifica (sull'aria) quello che abbiamo visto è sufficiente ed è fondamentalmente corretto anche se un po' semplificato.

Durata(minima) di questa fase:20 minuti.

Nella **seconda fase** dell'esperienza si dirà agli alunni che utilizzeremo quello che abbiamo appena capito (sulle forze, l'equilibrio e il movimento) per conoscere uno dei segreti (o, se si preferisce, una delle proprietà) dell'aria. Per questo si distribuiscono le **siringhe**, a ciascuno una piccola e una grande, e si chiede loro di manovrarle cercando di non fare uscire completamente lo stantuffo e di ascoltare bene i suggerimenti per fare tutti lo stesso esperimento. A questo punto l'insegnante, munito anche lui delle due siringhe, prenderà prima la più piccola e mostrerà come si può, tenendo lo stantuffo tutto dentro, tappare con una mano (preferibilmente con il dito pollice) il buchino della siringa e con l'altra tirare un po' lo stantuffo. Se poi, sempre tenendo ben tappata la siringa, si lascia andare lo stantuffo si noterà che lo stantuffo ritorna dov'era prima, cioè tutto dentro la siringa. Se questo non succede vuol dire che non si è tenuta ben tappata la siringa. Quando ci si è assicurati che tutti riescono a farlo, allora si potrà porre la domanda: visto che ci vuole forza a tirare lo stantuffo, chi è che "tira dall'altra parte"? Oppure: cosa è che fa ritornare lo stantuffo in fondo alla siringa quando lo molliamo? Nel porre queste domande conviene anche far notare che, se si è tenuta la siringa ben tappata, nello spazio che c'è tra la testa dello stantuffo (che noi tiriamo) e il fondo della siringa, non c'è aria (perché non l'abbiamo lasciata entrare), ma c'è praticamente il vuoto. Allora qualche alunno certamente dirà che è il vuoto che tira dall'altra parte, che è contro il vuoto che dobbiamo fare forza per tenere un poco estratto lo stantuffo. Ma, potremo chiedere ancora, il vuoto che cosa è? Se il vuoto è niente, è l'assenza di materia, come fa il niente a tirare o spingere? Ma allora contro chi facciamo forza per tenere estratto lo stantuffo? Evidentemente non può che essere l'aria esterna allo stantuffo che "spinge" ed è contro questa aria esterna che noi dobbiamo fare forza per mantenere estratto lo stantuffo mentre la siringa è tappata. Dunque l'aria normale, anche se ferma, "spinge". Inoltre, poiché il fenomeno si verifica in modo indipendente da come teniamo orientata la siringa, ne deduciamo che l'aria spinge ugualmente in tutte le direzioni. Di questa spinta dell'aria non ci accorgiamo normalmente perché ogni corpo immerso nell'aria è da questa spinto da tutte le parti, da tutti i lati. In particolare, nel caso della siringa, se non la teniamo tappata l'aria spinge lo stantuffo sia da fuori che da dentro ed è per questo che lo stantuffo non si muove. Per la stessa ragione anche noi non ci muoviamo e non avvertiamo la spinta dell'aria: perché l'aria ci spinge da tutte le parti, di fianco di sopra di sotto, anche da sotto i piedi.

Possiamo ripetere lo stesso esperimento con la siringa più grande e noteremo che tutto è come prima, solo che questa volta occorre più forza per tirare lo stantuffo, tanto che i bimbi più piccoli, se tengono ben tappata la siringa (e per questo il dito pollice può dolere un poco), non ce la fanno. Si può provare a domandare perché occorre più forza a tirare lo stantuffo con la siringa più grande. Poiché dentro alla siringa c'è sempre il vuoto, può cambiare soltanto quello che accade fuori della siringa, e cioè la spinta dell'aria esterna sullo stantuffo. Più grande è lo stantuffo, più grande è la forza con cui l'aria tende a ricacciarlo dentro. Perché? La domanda può anche restare senza risposta, o con più tentativi di risposte.. Con i bimbi più grandi (cioè con le classi superiori) si può, volendo, orientare l'indagine verso la distinzione tra forza e pressione, facendo anche delle valutazioni quantitative (si vedano i suggerimenti dati più avanti).

Durata (minima) di questa fase: 20 minuti.

Dopo aver ritirato le siringhe, per avere una ulteriore conferma di quanto si è sperimentato, si può dare la possibilità a tutti gli alunni di provare a tirare in su (con delicatezza) un sacchetto di plastica che è stato sistemato dall'insegnante (pubblicamente) all'interno di un **pentolino** o di vasetto cilindrico. Il sacchetto va sistemato ben aderente alle pareti del vasetto, con il bordo rigirato e fissato con un robusto elastico intorno al bordo esterno del vasetto. L'elastico serve a "fare tenuta", cioè a impedire che l'aria possa dall'esterno entrare tra il sacchetto e le pareti del vasetto. Quando si prova a distaccare (con delicatezza) il sacchetto dal vasetto, ci si accorge con sorpresa che non è possibile, che cioè il sacchetto fa molta resistenza. Perché? Cosa impedisce di distaccare il sacchetto? Sembrerebbe l'effetto di una colla, ma non c'è nessuna colla. Cosa c'è tra il sacchetto e le pareti del vasetto? Niente, c'è rimasta solo un poco d'aria. Ma allora cosa impedisce il distacco? Non può che essere l'aria esterna che spinge contro il sacchetto.

Siccome l'impedimento a distaccare il sacchetto c'è comunque si tenga orientato il vasetto, se ne deduce anche ora che l'aria spinge in tutte le direzioni.

Questo esperimento non aggiunge nulla concettualmente a quello delle siringhe (ed è anche meno affidabile per

i problemi di aderenza e chiusura del sacchetto), ma ne è tuttavia una conferma sorprendente e divertente.

La durata di questo ultimo esperimento è di circa 10 minuti.

Tutta l'esperienza verrà poi conclusa con una discussione e una riproposizione di quanto si è osservato e appreso, nel tempo residuo (minimo) di 10 minuti.

Come sempre, se gli insegnanti lo riterranno opportuno, gli alunni potranno dedicare del tempo supplementare a disegnare e descrivere a modo loro l'esperienza fatta.

Suggerimenti su varianti e ampliamenti dell'esperienza: questa esperienza può provocare o facilitare una serie di domande e curiosità che, come sempre d'altronde, è difficile prevedere, ma che sarebbe bene comunque accogliere e assecondare, anche se dovessero poi restare domande senza risposte adeguate. Apprendere a porre domande sensate e provare a rispondere (con il ragionamento e la fantasia) è infatti di per sé un processo di apprendimento, utile e creativo. Nel presente contesto una delle domande potrebbe riguardare il **“come fa” l'aria a spingere**. Poiché a questa domanda è dedicata un'intera esperienza di questo viaggio-percorso rimandiamo ad essa. Un'altra domanda potrebbe invece essere **“perché” l'aria spinge**. Qui potrebbe tornare utile un parallelo con l'acqua. Tutti abbiamo la nozione che più si scende in profondità nell'acqua (per esempio nel mare) e più l'acqua spinge e ci è facile pensare che questo accade per via del peso dell'acqua sovrastante che è “più tanta” quanto più si va giù. Non sarà che anche per l'aria c'è il peso, cioè l'azione di schiacciamento dell'aria sovrastante? Non sarà per questo che in montagna l'aria è “più leggera” e spinge di meno? Il parallelo con l'acqua potrebbe essere utile anche a quegli insegnanti che intendessero sviluppare il concetto di pressione come distinto da quello di forza.

Gli insegnanti disponibili a dedicare altro tempo alla esplorazione della “spinta” o pressione dell'aria, potrebbero utilizzare un altro gioco-esperimento che ha sempre suscitato stupore e interesse negli alunni. Si tratta di prendere una **bottiglia trasparente e rigida** (per esempio di vetro chiaro), riempirla totalmente d'acqua (meglio se artificialmente colorata), tapparla con la mano e accuratamente rovesciarla facendo sì che la bocca della bottiglia vada a immergersi in un bicchiere colmo d'acqua. A questo punto, se si toglie il tappo (cioè il dito che teneva tappata la bottiglia) si noterà, con stupore, che l'acqua della bottiglia non scende. Perché? Cosa è che la tiene su? Non può certo essere il fondo della bottiglia, o il vuoto che qui si creerebbe ove l'acqua scendesse, a tenerla su! Così ragionando si arriva a concludere che è l'aria esterna che spinge sull'acqua del bicchiere e attraverso questa tiene su l'acqua dentro la bottiglia. Dunque un'altra prova sperimentale che l'aria nella quale siamo immersi “spinge”. L'esperimento può essere fatto insieme agli alunni, o addirittura può essere affidato a loro, se al posto della bottiglia di vetro si usano dei **tubi di plexiglas** tappati in modo permanente ad una estremità e con la bocca ben levigata all'estremità libera (dove va messo il dito che funge da tappo). Il diametro di questi tubi può essere di un centimetro e mezzo, mentre le lunghezze possono essere varie, per esempio di mezzo metro, un metro e due metri. Queste lunghezze possono essere usate progressivamente per creare “suspense”: scenderà l'acqua se il tubo si prende più lungo? In effetti ci si può chiedere: quanto deve diventare alto il tubo perché l'acqua scenda almeno un poco nel tubo? Ci si arriverà mai? Queste domande sono molto simili a quelle che si era posto Torricelli a Firenze nel 1600, quando arrivò a misurare la pressione atmosferica con il suo tubo di vetro pieno di mercurio.

Un'esperienza della vita quotidiana su cui varrebbe infine la pena richiamare l'attenzione degli alunni è quella dell'uso delle cannucce per bere le bibite: quando aspiriamo l'aria da una cannuccia immersa in una bibita non è forse la spinta dell'aria che fa salire la bibita nella cannuccia?

Per una **valutazione quantitativa della pressione atmosferica** ecco un suggerimento per quegli insegnanti che ritengono di poterlo utilizzare. Ancora una volta si possono adoperare le siringhe di cui sopra, scegliendone per esempio tre: una grande, una media ed una piccola. Con della colla tipo bostik si possonoappare i beccucci delle tre siringhe, mentre i loro stantuffi sono completamente inseriti, in modo che dentro ciascuna delle tre siringhe rimanga una quantità d'aria minima (aria che starà in quel piccolo spazio del beccuccio, tra la colla e la testa dello stantuffo). Quando la colla è secca si potrà provare ad estrarre parzialmente lo stantuffo e si noterà che: i) ogni stantuffo ritorna dov'era (cioè a fine corsa) quando lo si molla; ii) per tirare lo stantuffo della siringa media ci vuole più forza che per tirare quello della siringa piccola, e per tirare lo stantuffo della siringa grande ci vuole più forza di quanta ce ne vuole sia per la media che, naturalmente, anche per la piccola. Perché? Forse a questa domanda si può rispondere più facilmente dopo aver percorso qualche altra tappa del “viaggio” (in particolare l'esperienza E7), ma già ora possiamo azzardare una spiegazione: per tirare lo stantuffo della siringa più grande ci vuole più forza perché nel suo caso l'aria esterna, che tende a mantenere lo stantuffo al suo posto, spinge sopra una superficie più grande (che è la superficie del cerchio dello stantuffo che scorre dentro la siringa). Facendo un paragone o una analogia possiamo dire che se il vento spinge dritto (cioè perpendicolare) sopra una porta socchiusa che noi vogliamo chiudere, più grande è la porta e più

grande è la forza che noi dovremo fare per chiuderla. Dunque possiamo distinguere fra la “spinta del vento” e la forza che fa il vento sulla porta che noi vogliamo chiudere. Con lo stesso vento (e quindi con la stessa spinta di vento) più grande è la porta e più forza ci vuole a chiuderla. La forza che ci vuole per chiuderla è doppia se la superficie della porta è doppia. Dunque la forza che fa il vento è data dalla sua “spinta” moltiplicata la superficie della porta. Se vogliamo trovare quanto è grande la “spinta” o “pressione” del vento basterà misurare la forza con cui spinge la porta e dividerla per la superficie della porta. Ecco dunque la necessità di usare due parole diverse, **pressione e forza**, per chiarire il concetto di “spinta” e descrivere bene le cose che stiamo osservando o di cui stiamo parlando. Per tornare alle nostre siringhe, per trovare la spinta o pressione dell’aria (che a questo punto possiamo chiamare **pressione atmosferica**) basterà per noi calcolare la forza che occorre per tirare lo stantuffo di una siringa e dividerla per la superficie della sezione interna della stessa siringa (cioè per la superficie del cerchio dello stantuffo). Siccome la pressione dell’aria è una sola, dovremmo trovare approssimativamente lo stesso numero qualunque siringa usiamo. Sarà però necessario che misuriamo forza e superficie sempre con le stesse unità di misura, per esempio chilogrammi (peso) per le forze e centimetri quadrati per le superfici. La misura della superficie del cerchio dello stantuffo, si ricava osservando le gradazioni in millilitri generalmente riportate sulle siringhe stesse (che servono per conoscere il volume del liquido incorporato nella siringa alle differenti posizioni dello stantuffo). Usando un righello si può vedere quanti millimetri di scorrimento dello stantuffo ci vogliono per fare un certo volume (e conviene considerare l’intero volume nominale della siringa). Per esempio per una siringa standard da 20 ml (millilitri) si vede con il righello che occorre una lunghezza (corrispondente allo scorrimento dello stantuffo) di circa 57 mm (millimetri). Questo implica che la sezione della siringa (cioè la superficie del cerchio dello stantuffo) è circa 20 ml diviso 57 mm, che, siccome un litro è un milione di millimetri cubici, equivale a 20.000 diviso 57, cioè circa 350 millimetri quadrati, ovvero 3,5 centimetri quadrati. E per misurare la forza che occorre per tirare gli stantuffi, bilanciando la forza con cui spinge l’aria, come si fa? Si può fare così. Si fanno due buchini (diametralmente opposti) sul cerchietto terminale esterno dello stantuffo in modo da poterci infilare un cordino che regge una reticella di peso trascurabile. Poi si blocca in qualche modo la siringa (per mezzo delle alette) in posizione verticale con la punta in su e in modo che lo stantuffo possa scorrere liberamente. Poi si comincia a mettere dei pesi graduati (per esempio quelli di una vecchia bilancia) nella reticella, e si aggiungono pesi fino a che lo stantuffo arriva a metà corsa dentro la siringa. Se a questo punto sommiamo i pesi che abbiamo messo nella reticella abbiamo una misura approssimativa della forza dell’aria che stavamo cercando (la misura è approssimativa soprattutto per il fatto che dentro la siringa non c’è proprio il vuoto, perché un pochino d’aria vi è comunque rimasta anche se abbiamo ben sigillato la siringa con la colla). Se queste misure e operazioni le facciamo per tutte e tre le siringhe dovremmo trovare numeri indicativi della pressione atmosferica (in chilogrammi al centimetro quadrato) non troppo diversi l’uno dall’altro. Se poi fossero molto diversi (diciamo con differenze oltre il 20% l’uno dall’altro) dovremmo domandarci quali sono state le probabili fonti di errore in tutto questo lavoro.

Viaggio nell’aria. Scheda Esperienza E5

Titolo: l’aria dilatata e l’aria compressa.

Obiettivi: Ci si propone di rendere consapevoli gli alunni, attraverso alcuni giochi-esperimenti, della elasticità dell’aria, ovvero della sua comprimibilità ed espandibilità. Presa o isolata una certa quantità d’aria si può mostrare che è possibile farla stare in uno spazio più piccolo o in uno spazio più grande. Nel primo caso diciamo che quella quantità d’aria viene compressa, mentre nel secondo caso diciamo che viene espansa. Nel primo caso accade che l’aria “spinge di più” di quanto spingeva inizialmente, nel secondo caso “spinge di meno”. Queste proprietà dell’aria hanno numerose applicazioni nella vita quotidiana e possono essere anche utilizzate per fare qualche sorprendente e gradevole giochino. In questa fase del viaggio è preferibile non introdurre ancora cambiamenti di temperatura dell’aria (cioè riscaldare o raffreddare l’aria) per rendere più semplici sia le osservazioni che le spiegazioni (ovvero i “modelli”) di ciò che si osserva.

Durata: un’ora (durata minima).

Materiali: siringhe senza ago (come per l’esperienza E4); sturalavandini; bicchieri di plastica o di carta, palloncini e una pompa per gonfiarli (come quelle per i materassini da spiaggia); una pentola (di metallo), un sacchetto di plastica

e un buon elastico di gomma; tubi di plexiglas con diametro interno di circa 15 mm e altezze di 50, 100 e 200 cm, una scodellina di plastica.

Prerequisiti: Esperienze E3 ed E4.

Le attività e la loro “messa in scena”:

L'esperienza può essere utilmente divisa in **più fasi**, corrispondenti ai diversi giochi-esperimenti proposti. Anche qui, come per le altre esperienze, i giochi-esperimenti proposti non sono gli unici proponibili e non sono necessariamente i migliori, ma hanno il vantaggio di essere abbastanza “puliti” rispetto allo scopo che ci si propone (nel senso che mettono in evidenza in modo semplice, non offuscato da “effetti collaterali”, quanto si vuole mostrare) e inoltre sono ampiamente collaudati.

Può essere opportuno **iniziare l'esperienza** ricordando quanto si è appreso sull'aria nelle precedenti esperienze (ivi compresa la preziosità dell'aria se si è fatta anche l'esperienza sul respiro, la E1). Poi si può annunciare che vogliamo in questa occasione vedere se l'aria si può “stringere” e “allargare” e vogliamo anche vedere cosa fa quando la si stringe o la si allarga, ammesso che si possa fare. In generale quali cose o “materie” si possono stringere e allargare? Stringere una cosa vuol dire in questo caso renderla più compatta, farla stare in uno spazio più piccolo. Con l'acqua si può fare? Con il legno? Con la gomma? E cosa succede se si fa?

La durata di questa introduzione può essere intorno ai dieci minuti.

Proviamo dunque con l'aria (dopo magari aver chiesto agli alunni se hanno idea di come si potrebbe provare a stringere o allargare l'aria).

a) Siringhe.

Si distribuiscono le siringhe, una media ed una grande per ogni alunno e poi li si invita a prendere quella più piccola e a sistemare il suo stantuffo circa a metà corsa. L'insegnante con una propria siringa può mostrare a tutti come fare. Con una mano si tiene la siringa senza toccare lo stantuffo. Si può domandare: lo stantuffo in questa posizione è spinto o non è spinto dall'aria? E' questa l'occasione per ricordare ancora che l'aria spinge sempre ed in ogni punto, su ogni oggetto e su ogni sua parte. Ma se lo stantuffo sta fermo, cioè non scorre dentro la siringa, vuol dire che l'aria dentro la siringa e l'aria fuori spingono lo stantuffo con la stessa forza lungo l'asse della siringa. Ora tappiamo bene la siringa (con il dito pollice della mano che la regge) e con l'altra mano spingiamo verso l'interno lo stantuffo. Vediamo che un poco riusciamo a farlo e ci vuole un po' di forza. Se poi lasciamo andare lo stantuffo (sempre tenendo tappata la siringa), ci rendiamo conto che esso ritorna lentamente nella sua posizione iniziale. Cosa significa tutto questo? Significa che l'aria un poco si lascia stringere o comprimere, ma poi tende a ritornare com'era prima, proprio come farebbe una molla. Significa anche che l'aria compressa spinge di più di quella normale (come è l'aria fuori della siringa) altrimenti lo stantuffo non si muoverebbe quando noi lo lasciamo. Del resto si era già capito che l'aria compressa spinge di più di quella normale, perché per spingere lo stantuffo all'interno bisognava fare una certa forza.

Dopo esserci un po' riposati riprendiamo la stessa siringa e questa volta mettiamo lo stantuffo un po' più dentro di prima. Di nuovo tappiamo la siringa con una mano e con l'altra questa volta tiriamo un poco lo stantuffo anziché spingerlo. Non tiriamo troppo perché altrimenti rischiamo di estrarlo e dobbiamo ricominciare l'operazione daccapo. Se abbiamo tenuto la siringa ben tappata, anche questa volta quando molliamo lo stantuffo lo vediamo tornare alla posizione di partenza. Di nuovo possiamo provare a descrivere e interpretare quanto abbiamo osservato, affermando che l'aria si lascia “allargare” o espandere e quando le succede questo l'aria spinge di meno di quella normale, cioè meno di quanto spingeva prima di essere espansa. Per questo lo stantuffo si muove quando lo lasciamo: perché l'aria di fuori spinge di più di quella dentro. E il movimento dello stantuffo si ferma quando di nuovo l'aria fuori e l'aria dentro la siringa spingono allo stesso modo.

Volendo si possono ripetere le due operazioni con la siringa più grande notando che succede la stessa cosa e che ci vuole più forza di prima.

Tutto quanto questo lavoro con le siringhe può durare un quarto d'ora.

A questo punto si possono fare altri giochi-esperimenti che confermano quanto si è osservato e appreso. Eccoli.

b) Sturalavandini.

Si può iniziare con uno sturalavandini. L'insegnante può liberare un piccolo banco e mostrare a tutti come lo sturalavandini può aderire bene alla superficie superiore (liscia) del banco tanto da poterlo addirittura sollevare. L'insegnante può anche invitare qualche alunno a fare altrettanto: spingere bene lo sturalavandini sulla superficie del

banco e poi provare a sollevare. Fatte queste dimostrazioni si pone la domanda: cosa è che tiene appiccicato lo sturalavandini alla superficie del banco? Si raccolgono e registrano le risposte e poi si invitano tutti a osservare bene e in silenzio (perché per osservare bene occorrono anche le orecchie) quello che succede quando si schiaccia lo sturalavandini sopra la superficie per provocare l'adesione. L'insegnante ripete accuratamente l'operazione e fa in modo che tutti notino che esce aria dalla coppa dello sturalavandini quando la si schiaccia (per rendere più evidente questo fenomeno si potrebbero mettere dei pezzettini di carta intorno alla coppa in modo che l'aria che esce li faccia muovere). Inoltre tutti potranno notare il leggero sollevarsi della stessa coppa quando la mano abbandona lo sturalavandini dopo avere schiacciato. Se la superficie usata è liscia (come lo sono in genere quelle dei banchi) e se il bordo della coppa non ha difetti, allora l'aria da fuori non rientra nella coppa schiacciata (c'è una buona tenuta); ma siccome la coppa è di gomma o comunque di un materiale elastico, tende per elasticità a riprendere la sua forma originale e così facendo dilata quel poco d'aria che è rimasta imprigionata fra la coppa stessa e la superficie del piano. Ma noi sappiamo bene che l'aria dilatata spinge di meno di quella normale. Dunque l'aria che sta fuori la coppa spinge di più di quella che sta sotto, ed è proprio questo che mantiene lo sturalavandini aderente alla superficie! E' l'aria normale che lo spinge, non c'è colla e non c'è risucchio da sotto!

Questo gioco-esperimento richiederà almeno un quarto d'ora di tempo.

Vedremo ora altri due giochi-esperimenti che mettono in luce lo stesso comportamento dell'aria, cioè che l'aria espansa spinge di meno di quella normale. Sarà l'insegnante a valutare se è il caso di proporli tutti oppure no e se proporli eventualmente in incontri differenti. In generale è meglio fare poche cose e farle in maniera esauriente, badando a che tutti partecipino e siano convinti, piuttosto che fare molte cose un po' superficialmente sia pure con palese divertimento. I bambini già sono spinti dalla nostra società a "consumare" una cosa dietro l'altra, che non è il caso di incoraggiarli ulteriormente in questa direzione, sia pure con il nobile scopo di far loro amare la scienza. Molto meglio incoraggiare l'attenzione, la riflessione, l'ascolto degli altri e la capacità di restare con dei "perché" sospesi. Se tutto questo si può fare divertendosi, allora ...è il massimo!

c) Palloncini e bicchierini.

Vediamo dunque il gioco-esperimento dei palloncini e bicchierini. Se dopo aver gonfiato un poco un palloncino accostiamo alla sua superficie un bicchierino (con l'orlo aderente alla pelle del palloncino) e se, con una leggera pressione della mano, manteniamo il bicchierino aderente al palloncino mentre continuiamo a gonfiare, allora noteremo che dopo un poco il bicchierino rimarrà aderente al palloncino anche se noi non lo sosterremo più con la nostra mano. A questo punto potremo chiudere il palloncino ed eventualmente disegnarci sopra con dei pennarelli perché viene spontaneo interpretare il bicchierino come un naso o un cappellino, e il palloncino come una testa. Bisogna comunque fare attenzione a non toccare più il bicchierino o a non farlo scontrare con qualcosa, perché facilmente si distacca. In questo caso bisogna ricominciare daccapo. Ma perché il bicchierino rimane aderente? E' sempre bene sollecitare le risposte e commentarle prima di proporre la risposta convincente. Esauriti i tentativi di spiegazione, si può ricordare l'esperienza degli sturalavandini e domandarsi se per caso non accada anche qui che l'aria fuori dal bicchierino spinge più di quella dentro perché quella dentro è dilatata. Ma come può essersi dilatata? Allora bisogna portare l'attenzione su quello che si è fatto e notare che quando si è accostato il bicchierino al palloncino, questo essendo ancora piccolo entrava "un po'" dentro il bicchierino. Quando si gonfia ancora il palloncino, la sua superficie si stende e tende a uscire dal bicchierino; ma se c'è tenuta d'aria (cioè l'orlo del bicchierino aderisce bene alla pelle del palloncino) allora non entra aria nuova nel bicchierino e quella che è dentro si dilata con la conseguenza che si è detto. Con un disegno tutto questo diventa comprensibile più facilmente, e quindi conviene fare un disegno e/o farlo fare agli alunni. Dopo di che la festa dei palloncini con i bicchierini può continuare. Se lo si fa in collaborazione e con cura si possono far aderire a un palloncino anche due o più bicchierini. Ci sono maggiori possibilità di successo se si dispone di una pompetta (come quella dei materassini) per gonfiare i palloncini.

Anche questo gioco-esperimento richiede almeno un quarto d'ora di tempo. L'insegnante potrà pertanto valutare se avviarsi a concludere l'esperienza oppure dedicarvi del tempo supplementare.

d) Pentola e sacchetto di plastica.

Questo esperimento è già stato suggerito nell'esperienza E4. Se è stato già effettuato ora potrà essere anche solo ricordato e reinterpretato con maggiore consapevolezza.

In realtà un qualunque recipiente rigido a forma cilindrica può andar bene per questo gioco-esperimento, ma una pentola è forse tra i più facili da trovare e tra i più robusti (purché sia di metallo). Per predisporre il gioco, basterà inserire un sacchetto di plastica nella pentola (come si fa con i sacchetti nei recipienti della spazzatura), rivoltarne il bordo sul collo esterno della pentola e fissarlo con un buon elastico di gomma in modo che faccia tenuta. A questo

punto se si tenta di estrarre il sacchetto di plastica dal fondo della pentola...non ci si riesce! Il sacchetto resiste e non ha senso usare molta forza per riuscirci. Il problema non è riuscire a estrarre il sacchetto, ma darsi una ragione del perché il sacchetto resiste! Anche ora varrà la pena incoraggiare le spiegazioni e discuterle prima di proporre la spiegazione convincente (che non è il caso di definire “giusta” o “vera”, perché fare scienza significa proprio trovare spiegazioni convincenti, ovvero in armonia con le osservazioni e le cose di cui siamo già convinti, salvo a rimettere queste ultime in discussione).

Esauriti i tentativi di spiegazione più o meno soddisfacenti, si può far notare che tra il sacchetto e la pareti della pentola è rimasta certamente un po' d'aria; e, quando noi proviamo ad estrarre il sacchetto, quell'aria non potrà che dilatarsi (se la tenuta dell'elastico è buona) e di conseguenza quell'aria spingerà di meno dell'aria esterna. Ed è proprio contro l'aria esterna che noi facciamo forza quando tentiamo di estrarre il sacchetto! Naturalmente la tenuta dell'elastico non è perfetta, il sacchetto è anche un po' poroso (ammesso che non abbia qualche buchino) e poco alla volta riusciremo ad estrarre il sacchetto. Si può far notare l'analogia che esiste fra questo gioco e i due precedenti, degli sturalavandini e dei palloncini con bicchierini.

e) Tubi di plexiglas e scodella.

Questi tubi di plexiglas forse sono già stati usati nell'esperienza precedente E4 (dove sono stati inclusi nei suggerimenti per eventuali ampliamenti dell'esperienza).

In questa esperienza può bastare un solo tubo, per esempio da un metro di lunghezza, e diametro interno fra uno e due centimetri. Il tubo sarà sempre ben tappato ad una estremità, mentre l'altra estremità la usiamo per riempirlo d'acqua, ma questa volta non totalmente, lasciamo una colonnina d'aria di una ventina di centimetri. Poi con la mano tappiamo temporaneamente il tubo e lo capovolgiamo immergendo l'estremità che teniamo tappata con la mano dentro una bacinella piena d'acqua e quando l'abbiamo fatto togliamo la nostra mano dalla bocca del tubo. Anche se facendo questa operazione esce un po' di acqua dal tubo non importa. Quello che in definitiva noteremo è che una bella colonnina d'acqua resta nel tubo e non scende dentro la bacinella (questo se non ci sono infiltrazioni d'aria nella estremità alta del tubo e se in basso la bocca del tubo rimane immersa nell'acqua della bacinella non importa se sul fondo o quasi a pelo d'acqua). La domanda che ci si può porre è: perché l'acqua non scende? che cosa tiene su la colonnina d'acqua dentro il tubo? Come sempre possiamo registrare e commentare le spiegazioni degli alunni e poi, se non è emersa una spiegazione soddisfacente, possiamo ricordarci dei discorsi fatti (vedi esperienza E4) a proposito delle forze e dell'equilibrio: se una cosa sta ferma o non ci sono forze che la spingono o ci sono forze che si fanno equilibrio. In questo caso la colonnina d'acqua nel tubo ha certamente due forze che la spingono in giù e sono il suo proprio peso e la spinta della colonnina d'aria che sta sopra l'acqua. A spingerla in su c'è invece solo la spinta dell'aria normale che si trasmette attraverso l'acqua della bacinella. Dunque è l'aria esterna, quella dove siamo noi, che tiene su la colonnina d'acqua nel tubo. Ma i ragionamenti fatti ci dicono anche la colonnina d'aria dentro il tubo, quella che sta sopra l'acqua, è fatta verosimilmente di aria espansa, perché spinge di meno dell'aria normale (se spingesse allo stesso modo la colonnina d'acqua non potrebbe star su). Quest'ultimo gioco-esperimento è un po' diverso dai precedenti perché non ci mostra che l'aria espansa spinge di meno, ma ci indica che un'aria che spinge di meno è molto probabilmente espansa (usiamo questa prudenza perché più avanti ci renderemo conto che sulla spinta dell'aria gioca anche la temperatura).

Suggerimenti su varianti e ampliamenti dell'esperienza:

L'esperienza è stata descritta sopra già in modo da prestarsi a varianti. L'insegnante potrà scegliere i giochi-esperimenti che trova più significativi o con i quali si trova più a suo agio. Ciò dipenderà anche dal tempo che decide di dedicare all'esperienza stessa. Potrà ovviamente usare e discutere anche altri giochi-esperimenti o esempi di propria scelta o eventualmente suggeriti dagli alunni. A conclusione dei giochi-esperimenti e della loro discussione sarà bene, comunque, riassumere gli apprendimenti tratti dal lavoro fatto.

Quanto si è appreso con questa esperienza può essere utilizzato per comprendere la meccanica del processo di respirazione. Oppure si può indagare su quella che spesso chiamiamo l'aria “normale”. L'aria, inquinamento a parte, è la stessa dappertutto? Spinge dovunque allo stesso modo, oppure dipende dal caldo che fa o dal fatto che siamo in pianura o in alta montagna? E perché nelle previsioni metereologiche si parla di alte e basse pressioni? E come nascono i venti? Ecc. Viaggiando nell'aria è facile che emergano domande come queste. Ed è bene che ci siano, anche se, come già detto, bisognerà apprendere a dilazionare le risposte o fare ricerche specifiche per poterle trovare queste risposte. Il nostro viaggio nell'aria ci sta comunque mettendo in condizione di acquistare fiducia nella nostra capacità di indagare e comprendere.

Viaggio nell'aria. Scheda Esperienza E6

Titolo: Se l'aria viene scaldata.

Obiettivi: Ci si propone di indagare (sempre utilizzando dei giochi-esperimenti) il comportamento "fisico" dell'aria quando viene riscaldata. In particolare analizzeremo separatamente il comportamento dell'aria quando viene riscaldata "all'aperto" (come fa il sole, o come quando si accende un fuoco o una lampada a incandescenza); e quello dell'aria quando viene riscaldata "al chiuso", ovvero quando viene riscaldata l'aria che sta dentro un recipiente che la contiene (una bottiglia, un pallone, ecc.). Nel primo caso noteremo (e si tratterà per tutti di una conferma) che l'aria scaldata, libera di andare dove vuole, "va in su". Ci porremo anche la domanda del perché" l'aria scaldata va in su, anche se a questo punto del nostro viaggio forse non siamo ancora in grado di dare una risposta soddisfacente. Nel secondo caso noteremo che l'aria scaldata "spinge di più" di quella normale, con tutte le conseguenze che questo comporta e che dipendono in particolare da come è fatto il recipiente che la contiene. L'esperienza del riscaldamento dell'aria può anche essere l'occasione per lasciare emergere domande da parte degli alunni sulla natura del riscaldamento ed accennare ad altre possibili indagini che con il riscaldamento hanno a che fare (per esempio l'origine dei venti, la natura del fuoco, il volo delle mongolfiere, i vari metodi per scaldare e per conservare "il caldo" e viceversa i metodi per raffreddare e per conservare "il freddo", l'effetto serra, il riscaldamento o raffreddamento e i cambiamenti di stato, ecc.).

Durata: durata minima un'ora.

Materiali: cartoncino, filo di cotone, candele, "lampada magica", una caraffa trasparente, un colorante, un fiasco di vetro, un palloncino, un "fon".

Prerequisiti: esperienze E3, E4, E5.

Le attività e la loro "messa in scena":

Come per le precedenti esperienze, si può iniziare ripercorrendo le tappe del viaggio già fatto e poi annunciare l'obiettivo di questa esperienza che è quello di capire qualcosa di quello che succede all'aria quando viene scaldata. Si può chiedere agli alunni quali esperienze hanno di aria riscaldata o quali fenomeni di riscaldamento dell'aria sono secondo loro osservabili intorno a noi, nella nostra vita quotidiana. E si può procedere a scriverne un elenco discutendo la pertinenza e la chiarezza o comprensibilità delle proposte. Esempi di tali esperienze o fenomeni sono: il sole che riscalda l'aria; il riscaldamento con i termosifoni, il "fon" per asciugare i capelli, il gas della cucina, le candele, i fuochi in generale, le lampadine elettriche, le serre per coltivare, il nostro respiro (che, almeno d'inverno, fa sì che l'aria che esce sia più calda di quella che entra), ecc. A questo punto si può porre la domanda su quello che succede all'aria quando la si scalda mentre sta in mezzo all'aria normale (questa situazione si presenta, per esempio, accendendo nell'aria normale un fuoco o introducendovi un corpo molto caldo). Se la risposta è, come normalmente è, che l'aria scaldata se ne va in su, conviene ancora chiedere quale è l'evidenza di questo effetto e anche qui raccogliere e commentare insieme le risposte.

a) i "serpenti" di carta.

Questo dei serpenti di carta è un gioco-esperimento, apprezzato soprattutto dai più piccoli, che mette bene in evidenza come l'aria riscaldata va in alto. Consiste nel proporre a tutti di disegnare una spirale sopra un foglio di cartoncino (leggero, cioè ben flessibile) e poi di colorarla nel modo che più si gradisce. Un suggerimento che di solito è gradito dai bambini è quello di riconoscere nella spirale disegnata la forma di un serpente attorcigliato con la coda nel centro e la testa al termine della spirale (o viceversa). La testa, per essere "vista", richiede che il punto più esterno della spirale disegnata sia raccordato con il ramo della spirale che gli sta a fianco. Circa le dimensioni del disegno, può andar bene usare un formato A4 e, partendo dal centro disegnare una spirale che con tre o al massimo quattro giri porti a raggiungere l'estremità laterale del foglio. Si è naturalmente liberi di fare una spirale destrorsa o sinistrorsa. Una volta disegnata anche la testa del serpente si colora il tutto a piacere e poi si ritaglia con le forbici il serpente buttando via il cartoncino che avanza. Poi si fa un buchino all'estremità della coda in modo da infilarvi e annodarvi un filo di cotone lungo all'incirca un metro (sia questa operazione, che quella precedete del ritagliare, conviene siano fatte dai bimbi piccoli con l'assistenza dell'insegnante). A questo punto, se con il filo di cotone si regge il serpente "per la

coda” si vede che il corpo del serpente si apre a spirale (a tre dimensioni) con la testa in basso. E se poi al di sotto del serpente si mette una sorgente di calore come una lampadina elettrica accesa o una candela accesa (e in questo caso attenzione a non bruciare il serpente!) si noterà che il serpente comincia a girare. Se questo si fa contemporaneamente per tutti i serpenti (dopo aver creato una rete di fili che li sostengono e utilizzando eventualmente più sorgenti di calore) allora si ha un effetto coreografico molto gradevole. Ma naturalmente questa contemporaneità comporta una qualche complessità e ci si può anche accontentare di verificare, con l’uso di una sola sorgente di calore, che tutti i serpenti girano.

Ma perché i serpenti girano ? Cosa li fa girare? Si accolgono le risposte e si chiarisce, se necessario, che è l’aria calda che provenendo dal basso picchia e spinge il corpo del serpente in modo da farlo ruotare. Simile a questo è l’effetto del vento sulle girandole o sui mulini a vento. Se si mettono uno a fianco all’altro due serpenti, uno destrorso e l’altro sinistrorso, si noterà che girano in verso opposto (almeno all’inizio, quando i fili non sono ancora attorcigliati).

Se ci si domanda perché l’aria scaldata va in su, si possono accogliere e discutere le risposte e arrivare a una conclusione provvisoria, gradita ai più (compreso l’insegnante), con l’intesa di pesarci su ancora, ovvero di approfondire in seguito l’argomento.

Se se ne ha la possibilità si può, a conclusione di questo gioco-esperimento, portare in classe una di quelle “lampade magiche” che sono in vendita in molte cartolerie o negozi di luce: sono lampade che, una volta accese, mostrano all’esterno, sopra le loro pareti semitrasparenti, delle immagini colorate in movimento, mentre guardandole da sopra si vede bene che un cilindro ruota all’interno, intorno all’asse della lampada. La comprensione del suo funzionamento è facile e in armonia con quanto si è visto con i serpenti. La si può anche smontare per meglio comprenderne il funzionamento, anche perché rimontarle e ripristinare la magia è altrettanto facile. Meno facile è .. costruire una lampada del genere, perché richiede l’abilità manuale e la pazienza di un adulto.

Bottiglia e palloncino.

Se invece di scaldare l’aria “all’aperto”, come abbiamo fatto con i serpenti, la scaldassimo “al chiuso”, cioè scaldiamo l’aria che sta dentro un recipiente, cosa succede? Quali esempi possiamo fare di aria dentro un recipiente e come possiamo scaldarla? Si accolgono e discutono le varie proposte e poi si passa a una scelta pratica che è quella di prendere una bottiglia (di vetro e non di plastica perché la plastica col calore si può deformare) e un tappo. Meglio ancora è prendere un fiasco liberato dalla protezione di plastica che di solito l’avvolge. Un fiasco, infatti, è panciuto e per questo va meglio. Se poi il fiasco è di un vetro molto chiaro, va ancora meglio (in vista del gioco-esperimento successivo). Per scaldare l’aria dentro il fiasco usiamo un buon “fon”. Se scaldiamo con il fon il fiasco tappato (con un tappo di sughero o di plastica) cosa succede? Si accolgono le risposte e si incoraggiano i dialoghi. Ma poi si riconosce che è difficile con quel tipo di tappo accorgersi di quello che succede all’aria dentro e si propone di mettere al posto del tappo un palloncino “imboccandolo” sul fiasco. Il palloncino inizialmente penderà sul collo o dal collo del fiasco, a seconda della posizione in cui teniamo il fiasco. Che succederà se scaldiamo il fiasco con il fon? Di nuovo si accolgono le risposte e i dialoghi e con molta probabilità qualcuno dirà che l’aria ..andrà verso l’alto, e in questo caso converrà chiedere di chiarire che cosa questo significa, e cosa ci aspettiamo di vedere. E’ importante decidere in che posizione si tiene il fiasco prima di azionare il fon. Una buona scelta è di tenerlo orizzontale. Comunque lo si tenga, quello che avverrà è che con il riscaldamento (che è più efficace quando la bocca del fon è tenuta molto vicina al vetro e mossa torno torno la pancia del fiasco) il palloncino inizierà a gonfiarsi, segno evidente che un po’ dell’aria del fiasco è passata nel palloncino. Siccome questo succede anche con il fiasco orizzontale o a testa in giù, non si potrà certo affermare che il palloncino si gonfia perché l’aria riscaldata va verso l’alto! E allora, cosa è che succede? Si discute e si riconosce che l’aria scaldata spinge più dell’aria normale o meno calda (come è l’aria intorno al fiasco) e la presenza di questa maggiore spinta si può notare là dove nel recipiente c’è qualcosa che può cedere, cioè muoversi, come è appunto la pelle del palloncino. Ed è proprio questo lo scopo di questo gioco-esperimento: mostrare che l’aria scaldata “al chiuso” spinge di più, analogamente a quello che succede quando viene compressa (e si possono ricordare gli esperimenti con le siringhe). Varrà ancora la pena notare che, se si lascia in pace il fiasco dopo averlo riscaldato, succederà dopo un poco (5-10 minuti) che il palloncino “si ammoscia” nuovamente, segno evidente che l’aria dentro il fiasco ritorna ad avere la stessa temperatura di quella fuori (si può qui usare, se non lo si è già fatto, la parola “temperatura” e verificare che tutti sono d’accordo con il suo uso, grazie anche all’esperienza, da richiamare, che tutti hanno del termometro usato per misurare la febbre). Dunque l’aria scaldata al chiuso “spinge di più”, e pertanto cerca di farsi più spazio e se lo fa là dove è possibile: in alto, di fianco o in basso. Se non potesse farsi spazio da nessuna parte (ed è così nel caso in cui la parete del recipiente è tutta rigida) cosa succederebbe? Cosa succederebbe scaldando sempre di più?

Bottiglia a collo in giù nell'acqua.

Questo gioco-esperimento permette di confermare quello che si è già appreso in quello precedente, ma anche di ritrovare per altra via il comportamento dell'aria dilatata che si era già indagato in esperienze precedenti (E4 ed E5). Si può proporre l'esperimento in continuità con quello precedente, dicendo che si vuole ora provare a tappare il fiasco con dell'acqua. Come si può tappare un fiasco con dell'acqua? Si accolgono le risposte e poi si mostra come è semplice. Si prende una caraffa trasparente, come quelle che servono da misurino per i liquidi (o per la farina o lo zucchero) fino a un litro (o fino a un litro e mezzo), la si riempie d'acqua per circa metà e poi vi si infila dentro il collo del fiasco in modo che il bordo della caraffa regga il fiasco (perché è ben più stretto della pancia del fiasco) mentre la bocca di quest'ultimo si trova sotto il pelo dell'acqua e sopra il fondo della caraffa.

Prima di riscaldare il fiasco, conviene colorare l'acqua con del colorante perché così sarà più evidente in seguito il movimento dell'acqua all'interno del collo del fiasco. Come colorante si può scegliere un colorante per alimenti facilmente disponibile in molte drogherie.

Prima di riscaldare il fiasco conviene anche chiedere agli alunni cosa si aspettano che succeda o cosa ci si aspetta di vedere quando verrà scaldato.

Colorata l'acqua e messo (o rimesso) il fiasco a testa in giù nella caraffa si passa a riscaldarlo con il fon, similmente a come si era fatto nell'esperimento precedente. Mentre lo si fa si chiede agli alunni di osservare molto bene e di farlo in silenzio perché l'osservazione si fa meglio se oltre a tenere gli occhi ben aperti si tengono anche le orecchie ben aperte, in modo da poter notare anche i minimi effetti sonori.

Si noterà allora che, scaldando il fiasco, dall'acqua escono delle bollicine e si continuerà a scaldare finché il fenomeno delle bollicine non si è praticamente esaurito. A questo punto conviene lasciare in pace il fiasco e la caraffa (in attesa di successive osservazioni) e discutere di quanto è avvenuto in relazione alle previsioni che erano state fatte. In sostanza quanto si è osservato conferma l'esito dell'esperimento precedente. L'aria riscaldata nel fiasco "spinge di più", ma questa volta invece di invadere il palloncino, semplicemente se ne esce dalla bocca del fiasco (da cui le bollicine). Quanta aria esce? E che ne è di quella che resta? Cosa accadrà o cosa si potrà osservare ora che si smesso di riscaldare il fiasco? A questo punto, essendo passati più di cinque minuti da quando si è spento il fon, qualcuno potrà osservare che l'acqua è salita un pochino dentro il collo del fiasco, cioè si è portata più in alto rispetto all'acqua dentro la caraffa. Perché?

E' una buona occasione per dare spazio alla discussione .

La discussione potrà concludersi con un accordo sulla seguente spiegazione che in effetti dovrebbe soddisfare tutti: 1) All'inizio l'aria dentro il fiasco è come l'aria che è fuori e pertanto spinge allo stesso modo: per questo il livello dell'acqua dentro il fiasco rimane fermo. 2) Quando si scalda il fiasco l'aria scaldata "spinge di più" ed in parte se ne esce (bollicine). 3) Quando si continua a scaldare ma non esce più aria dal fiasco (non ci sono più bollicine) vuol dire che l'aria dentro spinge tanto quanto l'aria fuori, perché se non fosse così uscirebbero altre bollicine oppure dell'acqua (spinta dall'aria di fuori) entrerebbe e salirebbe nel fiasco. Dunque l'aria dentro il fiasco, pur essendo di meno dell'aria iniziale, cioè pur essendo dilatata , spinge tanto quanto l'aria iniziale. Cioè l'effetto della dilatazione che porta in generale ad una spinta minore (vedi esperienze precedenti) è in questo caso compensato da un effetto "temperatura", cioè dall'effetto del riscaldamento che fa spingere di più. 4) Quando, spento il fon, con il passare dei minuti l'aria nel fiasco si raffredda, torna cioè ad avere la stessa temperatura che aveva prima del riscaldamento (e che ha l'aria fuori) l'aria nel fiasco si trova ad essere solo dilatata e non più riscaldata e pertanto spingerà di meno dell'aria di fuori e questa farà salire l'acqua dentro il collo del fiasco fino a che non si raggiungerà un nuovo equilibrio.

Questa spiegazione potrebbe farsi ancora più precisa e soddisfacente andando ad osservare che, per la verità, l'aria nel fiasco prima che si inizi a scaldarlo ed anche prima che si spenga il fon (quando cioè sono uscite tutte le bollicine che potevano uscire) spinge in realtà un po' di più dell'aria fuori, perché in effetti il livello dell'acqua dentro il collo del fiasco risulta leggermente più in basso rispetto al livello dell'acqua nella bacinella. Questo fenomeno però è di secondaria importanza rispetto a tutto il resto ed è di fatto di entità trascurabile se all'inizio si fa in modo che il collo del fiasco peschi poco poco (per es. circa un centimetro) nell'acqua della bacinella.

Suggerimenti su varianti e ampliamenti dell'esperienza:

Già nella descrizione degli obiettivi di questa esperienza sono contenuti dei suggerimenti per varianti ed ampliamenti. Altri suggerimenti potranno venire dagli stessi alunni se, come più volte sottolineato, si darà spazio e importanza ai loro commenti e alle loro discussioni. Particolarmente interessante potrà essere, come già indicato, un collegamento con i fenomeni della meteorologia. Un altro collegamento interessante può essere fatto con la "pentola a pressione" tenendo conto che in questo caso interviene un altro "gas" che è il vapor d'acqua e che, per quanto riguarda

il suo modo di spingere, si comporta in modo molto simile all'aria. Cosa succede quando si riempie d'acqua (diciamo per metà) una pentola a pressione e poi, chiuso bene il coperchio, la si mette sul fuoco? Cosa succede quando, dopo aver fatto fischiare per un po' la pentola si spegne il fuoco e si aspetta che tutto si raffreddi? Queste domande si possono porre ma certamente coinvolgono fenomeni e concetti (l'evaporazione dell'acqua, la compresenza di gas) che, se non sono già familiari, possono portare lontano (nel senso che richiedono il loro tempo per essere sviluppati). Un atteggiamento comunque accettabile è quello di porre le suddette domande, accogliere e discutere le risposte e poi formulare una serie di interrogativi da lasciare in sospeso, in attesa di futuri eventuali approfondimenti. Dal punto di vista pedagogico sappiamo bene che la formulazione ben fatta di domande (cioè la formulazione di domande interessanti) e la capacità di saper restare in attesa delle risposte, sono apprendimenti preziosi.

Viaggio nell'aria. Scheda Esperienza E7

Titolo: La danza delle molecole

Obiettivi: Con questa esperienza si intende rendere consapevoli gli alunni di "come fa l'aria a spingere". L'esperienza si basa su di una simulazione, ovvero una analogia realizzata con il movimento e i corpi degli stessi alunni. Sappiamo che la pressione esercitata dall'aria in un ambiente quieto e stabile è dovuta all'agitazione (termica) delle molecole che la compongono. Se supponiamo di avere un corpo sistemato (cioè fermo) in mezzo all'aria in quiete, questo corpo sarà infatti soggetto agli urti delle molecole dell'aria. Con gli urti, che normalmente sono elastici, le molecole d'aria trasmettono al corpo energia cinetica in misura tanto maggiore quanto più sono le molecole che urtano e quanto più grandi sono la loro velocità e la loro massa. Siccome le molecole d'aria si muovono caoticamente in tutte le direzioni (senza che alcuna direzione sia privilegiata) la spinta che esse producono grazie alla loro energia d'urto è la stessa in tutte le direzioni per ogni specifico punto dello spazio che stiamo considerando. E' per questo che normalmente non ci si accorge della spinta (o pressione) dell'aria: perché essendo la stessa in tutte le direzioni non produce generalmente né resistenza, né movimento nei corpi che la subiscono. Ma se si crea una situazione sbilanciata, per cui lo stesso corpo da una parte ha l'aria e dall'altra ha un'aria meno densa o addirittura non ha aria (come si era sperimentato con lo stantuffo delle siringhe) allora la pressione dell'aria manifesta in modo molto evidente la sua presenza.

Durata: durata minima un'ora.

Materiali: una tavola di compensato (1 cm di spessore e circa 70 cm per lato) con l'aggiunta di qualcosa per farla stare in verticale sul pavimento; palline di carta di carnevale (in quantità tale che ve ne siano tra 5 e 10 per ogni alunno).

Prerequisiti: Esperienze E4, E5, E6.

Le attività e la loro "messa in scena":

L'esperimento di simulazione (o di analogia) viene realizzato in un ambiente ampio (generalmente la palestra della scuola) dove si individua un rettangolo all'interno del quale gli alunni si muoveranno caoticamente in tutte le direzioni immaginando di essere molecole. Ogni "molecola" si muove di moto rettilineo ed "urtata" (cioè simula di urtare) in modo elastico contro le pareti del rettangolo o contro le altre molecole. Nell'urtare la molecola cambia direzione, come cambia di direzione una palla di biliardo quando urta (per davvero) contro una sponda o contro un'altra palla della stessa grandezza. Occorre un po' di addestramento affinché le nostre "molecole", ovvero gli alunni, apprendano a muoversi e a "urtarsi" senza veri urti fisici tra di loro. Inoltre occorre scandire in modo ritmato il tempo in modo da uniformare il movimento delle "molecole", ovvero in modo da sincronizzare i loro passi (il che non garantisce la stessa velocità, ma dà l'impressione che lo sia, ed in ogni caso è abbastanza facile da realizzare). Mentre le "molecole" si muovono con un certo ritmo, e quindi con una certa velocità, due osservatori misureranno il numero di urti che si producono in un tempo dato (per esempio un minuto) sopra uno dei lati del rettangolo. Questo numero di urti è indicativo della pressione dell'"aria". Naturalmente si tratta in questo caso di un'aria che agisce in due dimensioni invece che in tre, ma l'analogia resta significativa. Successivamente l'aria potrà essere "riscaldata" facendo andare le "molecole" a velocità doppia (raddoppiando il numero di passi all'interno dello stesso ritmo di prima). I due osservatori misureranno nuovamente il numero di urti contro la stessa parete di prima e dentro lo stesso intervallo di

tempo: troveranno ovviamente un numero di urti maggiore, a significare (per analogia) che l'aria riscaldata "spinge di più"

Tutto questo potrà apparire complesso ed anche molto approssimativo. Tuttavia le esperienze fatte hanno dimostrato che l'attività proposta oltre ad essere molto gioiosa e gradita è anche molto efficace per l'appropriazione del concetto che la spinta dell'aria è dovuta all'agitazione termica e quindi agli urti delle sue molecole.

Naturalmente, affinché l'esperienza sia condotta con successo, l'insegnante dovrà essere a sua volta disponibile a mettersi in gioco con il ritmo ed il movimento del proprio corpo. Tenuto conto di questo, l'esperienza potrebbe essere realizzata ancora più significativamente con la collaborazione e partecipazione di quei colleghi insegnanti che più specificamente curano l'attività corporea e quella di tipo musicale.

L'esperienza potrà iniziare con il ricordare quelle esperienze fatte in precedenza che hanno messo in luce che l'aria spinge e che spinge ugualmente in tutte le direzioni; si ricorderanno anche le esperienze che mostrano cosa succede alla spinta dell'aria, quando l'aria stessa è dilatata o compressa o quando è riscaldata o raffreddata.

Ciò fatto si potrà porre la domanda: "come fa l'aria a spingere?" Non sarà facile trovare subito una risposta soddisfacente e pertanto converrà domandarsi in via preliminare quali tipi di spinte conosciamo. Attraverso le risposte e la discussione, verrà fuori che le spinte (almeno quelle di tipo meccanico alle quali qui ci limitiamo) si danno o per contatto (così come spingiamo noi qualcosa o qualcuno con la mano o il braccio) o con il lancio di qualcosa contro il corpo da spingere. Come staranno le cose nel caso dell'aria? Come ci apparirebbe l'aria se potessimo, per magia o con uno strumento adatto, renderla visibile? Anche qui sarà molto interessante accogliere le risposte e lasciare sviluppare la discussione. Abbastanza presto verrà fuori l'idea che l'aria è fatta di palline o di molecole (c'è chi conosce già questa parola), ma bisognerà ancora chiarire se le palline sono appiccicate l'una all'altra o se tra loro c'è spazio, se si muovono o stanno ferme, e se si muovono come si muovono? Si muovono tutte nella stessa direzione o si muovono in tutte le direzioni? Le palline sono tutte grandi uguali e hanno tutte la stessa velocità? Queste due ultime domande non sono essenziali per approfondire il concetto di spinta, per cui ci si può mettere d'accordo che possiamo procedere lasciando in sospeso la questione della grandezza e della velocità, oppure assumendo, per semplicità, che le palline hanno la stessa grandezza e la stessa velocità (con questa ipotesi il titolo di questa esperienza potrebbe diventare "la danza del gas perfetto").

Da tutta questa discussione emerge comunque il modello dell'aria come una materia fatta di palline in movimento in tutte le direzioni e capaci di rimbalzare elasticamente quando urtano qualcosa o quando si urtano fra loro. Se l'aria è fatta così, è in grado di spingere? Certamente sì. Tutti possono convenire che le palline urtando spingono. Anche se le palline sono piccolissime e leggerissime? Sì, anche in questo caso. Basterà che le palline siano molto numerose e abbastanza veloci.

Per rinsaldare questo concetto si può andare in palestra e fare per prima cosa il gioco-esperimento del lancio delle palline di carta di carnevale (che sono piccole e molto leggere) contro una tavola di compensato messa in verticale sul pavimento. Conviene scegliere un lato della tavola e avvitarsi un bastoncino di legno di uguale lunghezza e sezione quadrata (per es. 2x2 cm), oppure avvitarsi due staffette di ottone a forma di L, il tutto in modo tale che la tavola possa stare in piedi ed anche che possa con una leggera spinta cadere da una parte.

Ciò fatto ci si mette dalla parte della tavola dove lanciando le palline contro la tavola la si può far cadere. Il gioco-esperimento consiste nel mostrare che l'urto di poche palline non fa cadere la tavola mentre quello di molte palline (magari lanciate da più vicino perché abbiano una maggiore velocità) fa cadere la tavola. A questo risultato si può arrivare utilizzando all'inizio pochi volontari e dando a ciascuno di loro prima una sola pallina poi più palline e dicendo loro di lanciarle tutte insieme e tutti in sincronismo (con il classico "uno, due, tre, pronti via!"). Man mano che si accumulano insuccessi, si aumenta il numero di lanciatori e si danno loro più palline fino a che la tavola cade. Naturalmente all'insegnante conviene assicurarsi in anticipo che prima o poi la tavola cadrà.

Si passerà poi alla "danza delle molecole" chiarendo che si vuole far finta di essere con i propri corpi delle molecole d'aria. Per corrispondere al modello discusso prima bisognerà fare una certa preparazione. Innanzitutto imparare a rimbalzare elasticamente contro delle pareti. Le pareti potranno essere vere o immaginarie, delimitate per esempio con delle strisce di carta adesiva o con dei bastoni di legno o altri oggetti messi allineati per terra. Costruito il rettangolo di pareti si inviteranno gli alunni, uno per volta, a muoversi in quello spazio (mentre tutti gli altri sono fuori), così come farebbe una palla di biliardo in un biliardo senza perdere mai velocità. La direzione del movimento è sempre frontale (cioè si marcia dritti davanti a sé), per cui quando si incontra una parete bisogna ruotare su se stessi di quell'angolo che si immagina farebbe la pallina di biliardo. Se l'impatto è, per esempio, a 45 gradi, bisogna ruotare di 90 gradi; se l'impatto è frontale bisogna ruotare di 180 gradi, cioè invertire il senso del movimento. E il tutto cercando di non perdere velocità! Non è così facile, ma è divertente, ed è utile anche per apprendere un po' di geometria e per prendere confidenza con il proprio corpo sapendosi dare una disciplina. Inoltre è fattibile in modo soddisfacente dalla

gran parte degli alunni.

Quanto alla velocità e alla regolarità del movimento, l'esperienza di chi scrive è a favore di un comando dato con la voce dalla stessa persona che cammina (e quando le persone che camminano saranno tante il comando sarà dato coralmmente e in sincronismo da tutte). Anche questo è un apprendimento non di poco conto. L'insegnante in ogni caso sarà presente con la propria voce e dimostrerà come fare. Un comando vocale efficacemente provato sul campo è il seguente:

“Pi-pin pà Pin pà Pi-pin pà Pin pà.....”. All'inizio conviene utilizzarlo nella modalità “lenta” ovvero facendo corrispondere il “Pi-pin” e il “Pin” all'appoggio dei piedi nel corso della camminata. Ciò implica che il “pà” corrisponda al momento in cui si solleva il ginocchio della gamba in movimento. Si può dire anche che rispetto al tempo scandito dai piedi, “Pi-pin” e “Pin” corrispondono al “tempo” mentre “pà” al “controttempo”. Coraggio, queste cose sono più difficili a scriversi che a farsi!

Una volta provati i rimbalzi sulle pareti si passa a provare l'urto (con conseguente rimbalzo) fra due “molecole” sempre con il tempo scandito con il comando vocale come chiarito sopra. Per questo si inviteranno prima alcuni alunni a fare (uno alla volta) la prova con l'insegnante e poi si inviteranno gli alunni a provare in coppie (una coppia alla volta). Quando si avrà la sensazione che l'apprendimento è soddisfacente si passerà alla simulazione collettiva, cioè a quella che abbiamo chiamato la “danza delle molecole”, dopo aver scelto due “volontari” per la conta degli urti su una parete, cronometro alla mano. Prima del “via” tutti staranno ben fermi in una posizione casuale dentro il perimetro, come pure casuale dovrà essere l'orientamento dei singoli. A dare il via sarà l'insegnante mentre a dare lo stop sarà, dopo il tempo stabilito, uno dei due cronometristi. Insieme, cioè dopo essersi consultati, i due cronometristi comuicheranno a tutti quanti sono stati gli urti sulla parete scelta.

Se questa prima danza si è svolta in modo soddisfacente, si può simulare ora l'effetto sulla spinta dell'aria dovuto ad un ipotetico riscaldamento.

Prima si ricorderanno le esperienze che hanno mostrato che quando l'aria viene riscaldata “spinge di più” e si cercherà di capire perché spinge di più, cosa è che cambia con l'aumento della temperatura, che cosa pensiamo che cambi nel nostro modello. Cambia la grandezza delle palline? Cambia il loro numero? Forse è più probabile che cambia la velocità del loro movimento. Proviamo.

Per provare basterà ripetere la danza (stesso tempo, stessa parete, stessi cronometristi) andando più veloci. Un modo semplice per farlo è quello di fare due passi nel tempo in cui prima se ne faceva uno. Se prima l'appoggio dei piedi corrispondeva a “Pi-pin” e “Pin”, ora, mentre le voci scandiscono il “Pi-pin pà Pin pà” allo stesso modo di prima (stesso ritmo), un piede appoggia sul “Pi-pin” o sul “Pin” e l'altro sul “pà”. Se tutti partono con lo stesso piede (come conviene sempre fare) potrà essere il destro sul “Pi-pin” e il “Pin” e il sinistro sul “pà”. Ci si può anche esercitare (prima di fare la nuova danza) a cambiare il passo dalla modalità lenta a quella veloce, e viceversa, mantenendo costante il comando vocale. Facendo poi la nuova danza, si verificherà che il numero degli scontri sulla parete è notevolmente cresciuto rispetto a prima.

L'esperienza si potrà concludere con una discussione su quanto si è fatto e naturalmente, come per tutte le esperienze, sarebbe utile che gli alunni provassero a descriverla sui loro quaderni, aggiungendo disegni e commenti.

Suggerimenti su varianti e ampliamenti dell'esperienza:

Numerose sono anche in questo caso le possibilità di variare e ampliare l'esperienza. Ci si può per esempio domandare come si potrebbe verificare, o ancor meglio prevedere, con il nostro modello (ed è una bella occasione per mostrare l'utilità dei modelli), che l'aria dilatata spinge di meno e che quella compressa, cioè costretta a stare in uno spazio più piccolo, spinge di più. Come fare? Una strada molto semplice, che potrebbe essere proposta alla fine della discussione, è quella di ripetere la prima (o la seconda) danza fatta in precedenza, quindi stesse molecole e stessa velocità, modificando solo il perimetro della danza e per esempio spostando il lato opposto a quello su cui si sono contati (e su cui ancora si conteranno) gli urti: se lo si allontana (per esempio di un metro) l'aria è dilatata, se lo si avvicina (anche ora di almeno un metro per avere variazioni significative nel numero di urti) l'aria è compressa.

Il modello di aria che abbiamo costruito in questa esperienza ci permette di riprendere in esame una domanda nata in precedenza e alla quale possiamo ora forse dare, proprio grazie al modello, una risposta che ci soddisfa. La domanda era: “perché l'aria scaldata all'aperto se ne va in su?”. Riflettiamo a quello che cambia nell'aria (alla luce del nostro modello) mano a mano che si va in su. Se, per esempio, a partire dalla superficie del mare andiamo in su, diciamo in montagna, e poi più su ancora, cosa succede all'aria? Una cosa è certa, nel senso che ne siamo tutti convinti, per esperienza personale e per quello che abbiamo sentito dire: l'aria gradualmente diventa meno densa (potremmo anche dire più dilatata), fino a che molto in alto (quanto in alto?) aria non ce n'è più, c'è solo lo spazio vuoto. Cosa vuol dire meno densa (o più dilatata)? Bene, pensando al nostro modello, possiamo dire che meno densa

vuol dire che le palline o molecole d'aria sono più distanti fra loro, o anche che nello stesso recipiente o volume ci sono meno molecole. In altri termini, possiamo dire che man mano che si va in su c'è più spazio fra le molecole d'aria. Ah, ah! Ma allora forse è per questo che l'aria riscaldata ("all'aperto") se ne va in su, perché le molecole dell'aria riscaldata si muovono più velocemente di tutte quelle che stanno loro intorno e quindi tendono ad andare nella direzione dove c'è più spazio, e cioè verso l'alto. Proprio la "danza delle molecole" ci può far intuire e convincere che le cose possono andare in questo modo: se ci fossero delle persone in due sale comunicanti e quelle in una sala si muovono più velocemente di quelle dell'altra sala, non si verificherebbe forse (in media) una migrazione di persone dalla prima verso la seconda sala?

Se non se fosse convinti si potrebbe anche fare la prova.

Il discorso precedente può essere ulteriormente approfondito chiedendoci cosa succede alla temperatura dell'aria (e quindi alla velocità delle molecole) man mano che si va in su, oppure anche chiedendoci "perché" man mano che si va in su l'aria diventa meno densa. Mentre per rispondere alla prima domanda dovremmo consultare degli esperti o fare una ricerca, per la seconda una risposta intuitivamente soddisfacente possiamo forse già darcela pensando al fatto che anche le molecole d'aria hanno un peso e cioè tendono ad andare in giù verso il centro della terra. Se è così allora l'aria che sta più in basso regge, possiamo dire, l'aria che sta più in alto, e ne è un po' schiacciata, più di quanto lo è l'aria che sta più in su, ai piani superiori. Se l'aria è più schiacciata è anche più densa, non è così?

Altre possibilità di ampliamento dell'esperienza sono date dal confronto del modello proposto per l'aria con un modello proponibile per l'acqua (liquida) o per un solido. Cosa deve cambiare nel modello e perché. Che possibilità ci sono di espansione (dilatazione) e compressione per l'acqua o per i solidi? E quale è nel loro caso l'effetto del riscaldamento?

Sarà bene, comunque, come è bene fare per tutte le esperienze, lasciare che gli ampliamenti e le varianti nascano dai commenti e dagli interessi manifestati dagli alunni nel corso dell'esperienza stessa.

Viaggio nell'aria. Scheda Esperienza E8

Titolo: 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 trasparente 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.

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.

Convieni 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. Convieni 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 convengono, 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 accade 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".

Viaggio nell'aria. Scheda Esperienza E9

Titolo: Cose che affondano e cose che “galleggiano” in aria.

Obiettivi: con questa esperienza ci si propone di rendere consapevoli gli alunni della “forza misteriosa” che spinge verso l'alto tutti i corpi che sono immersi nell'aria, analogamente a quanto avviene per l'acqua.

Al tempo stesso con questa esperienza si vuole approfondire un esperimento che in numerosi testi didattici o libri di giochi scientifici per ragazzi viene proposto come adatto a mostrare che “l'aria pesa”. Il nostro approfondimento mostrerà quanto quella conclusione sia affrettata e fuorviante, e ci renderà consapevoli di quanto quell'esperimento sia tuttavia interessante e utile se svolto e sviluppato con sufficiente attenzione e con un pizzico di fantasia.

L'esperimento in questione è quello in cui si propone di sospendere per il suo centro un'asticella di legno e di appendere alle sue due estremità due palloncini sgonfi in modo che l'asticella non penda né da una parte né dall'altra. Poi si gonfia solo uno dei due palloncini e lo si rimette esattamente dove era prima utilizzando lo stesso filo di prima sia per chiuderlo che per appenderlo. Se si fa questo si noterà che l'asticella pende ora dalla parte del palloncino gonfiato. Questa osservazione porta molti osservatori (e anche molti testi come si diceva prima) a concludere che “l'aria pesa”. Il ragionamento che per questo viene fatto è semplice ed anche per così dire intuitivo: “l'asticella pende dalla parte del palloncino gonfiato perché dalla sua parte a tirare verso il basso c'è ora anche l'aria dentro il palloncino”. E' proprio questa conclusione, apparentemente così logica, che rende interessante lo sviluppo dell'esperimento, perché sviluppandolo, cioè ripetendolo con qualche variante, si è costretti ad ammettere che in quella conclusione, apparentemente così ovvia, c'è qualcosa che non va, e che nell'esperimento c'è “dell'altro” da tener in conto.

Una prima variante dell'esperimento è quella di riempire il palloncino di elio (o di immaginare di riempirlo di elio) invece che di aria: anche ora nel palloncino gonfiato c'è una materia (l'elio) che tira verso il basso e che dall'altra parte non c'è. Ma come mai ora lo sbilanciamento è opposto?

Una seconda variante è quella di riscaldare opportunamente il palloncino gonfiato d'aria dopo che ha fatto pendere l'asticella dalla sua parte; se si riappende al suo posto il palloncino dopo averlo riscaldato, per un poco (finché rimane caldo) l'asticella penderà dalla parte opposta. Come mai? La stessa aria di prima se scaldata pesa di meno? La faccenda si fa misteriosa e interessante. Anche se l'esperienza finisse qui avrebbe avuto un suo valore formativo.

Durata: durata minima un'ora.

Materiali: un'asticella di legno (sezione circolare o quadrata, lunghezza fra uno e due metri), spago grosso e sottile, nastro adesivo, almeno due palloncini medio-grandi, una pompa da materassini per gonfiare i palloncini, un fon, uno scatolone di cartone o di plastica chiudibile (dimensioni, in cm., circa 50x50x80).

Prerequisiti: Esperienze E4,E5,E6,E7.

Le attività e la loro “messa in scena”:

Si può iniziare l'esperienza ripercorrendo le tappe del “viaggio nell'aria” fatto finora ed annunciando il tema, anzi i temi dell'esperienza: il peso dell'aria e il “galleggiamento” nell'aria. Del peso dell'aria si potrà discutere subito, prima di passare agli esperimenti, mentre del galleggiamento converrà discutere più tardi, dopo aver almeno avviato gli esperimenti. Dunque il peso dell'aria. Si può avviare la discussione facendo in modo che gli alunni esprimano le loro idee su quello che ritengono che sia il peso delle cose: cosa è, da cosa dipende, come si misura. Il peso fa parte dell'esperienza quotidiana: il proprio peso, il peso delle cose da trasportare, il peso delle cose che si comprano, il peso che fa cadere le cose e talvolta le case, ecc. Si accoglierà ogni idea o proposta e si cercherà un accordo conclusivo. Forse la discussione porterà da se stessa a concludere che il peso dipende dall'attrazione della terra (qualcuno conoscerà anche il termine “forza di gravità”) e che è tanto più grande quanto più una cosa è grande e densa, cioè quanto più materia contiene. Ogni materia ha peso, cioè è attratta dal centro della terra; e allora anche l'aria ha un peso, perché anche l'aria è materia (Esperienza E3). Da non confondere il peso dell'aria con “la spinta” dell'aria che abbiamo incontrato tante volte in questo viaggio (anche se la spinta dell'aria nasce dal “peso” dell'aria sovrastante). La spinta dell'aria c'è in ogni punto dove c'è aria e c'è in tutte le direzioni. Il peso dell'aria, come il peso di ogni altra cosa può agire solo verso il basso. E poi per parlare di peso di una cosa bisogna limitare quella cosa, cioè prenderne una certa quantità. Quanto pesa l'acqua? Se prendiamo un secchio d'acqua o una bottiglia d'acqua possiamo anche

trovarne il peso. Per esempio se prendiamo una bottiglia di acqua minerale da un litro e mezzo e la mettiamo su una bilancia troviamo che pesa poco più di un chilo e mezzo. Se sapessimo il peso della bottiglia di plastica senza l'acqua, potremmo per differenza trovare con più esattezza il peso di un litro e mezzo di quell'acqua minerale. Quando sappiamo quanto pesa un litro d'acqua possiamo anche sapere quanto pesano dieci litri o cento litri d'acqua, ma sempre dobbiamo riferirci ad una certa quantità o ad un certo volume di acqua. Non è necessario spingere molto avanti questa discussione, a meno che non si infervori al punto che si ritiene opportuno continuarla, rinunciando anche a fare subito dopo gli esperimenti che appartengono a questa esperienza.

E' però importante distinguere fra "spinta" dell'aria e "peso" dell'aria prima di passare agli esperimenti.

Agli alunni si annuncerà che ci si prepara a fare, con dei palloncini, un esperimento che ha a che fare con il peso dell'aria. Si prepara uno spazio nell'aula, ridisponendo magari i banchi in modo che lo spazio sia centrale con tutti i banchi intorno (questo crea anche attesa oltre a rendere per tutti più visibile e partecipato l'esperimento). Si cercano degli appigli per disporre uno spago grosso di traverso, all'altezza di circa due metri da terra, spago al quale appendere poi l'asticella. Se c'è la possibilità di appendere l'asticella ad un gancio senza la necessità di uno spago trasversale, tanto meglio. Comunque l'asticella è bene che stia appesa al centro dello spazio creato. Prima di appenderla (per il centro) conviene con un coltellino dentato (o un seghetto) fare tre leggeri scavi circolari sull'asticella stessa: uno al centro, dove si legherà un pezzetto di spago fine da legare a sua volta allo spago grosso trasversale, e gli altri due alle due estremità dove andranno appesi due palloncini inizialmente entrambi sgonfi. Per appendere i palloncini, che si sceglieranno della stessa misura ma di colore diverso, conviene usare per ciascuno di essi un pezzetto dello stesso spago fine, per entrambi della stessa lunghezza (per es. fra 30 e 40 cm). Per ognuno di questi pezzetti si ricava ad una estremità un "cappio" od occhiello (fisso) che serve per sistemarlo dentro una delle due scanalature terminali dell'asticella. In questo modo si potrà metterlo e toglierlo dall'asticella sapendo sempre bene dove andarlo a rimettere perché stia nello stesso posto di prima. All'altra estremità del pezzetto si legherà, per il collo e con un nodo scioglibile, uno dei due palloncini.

Fatto tutto questo si è pronti per sospendere l'asticella con i due palloncini sgonfi alle estremità. Naturalmente l'asticella non starà orizzontale, ma penderà da una delle due parti, per quanto si sia stati attenti a praticare le scanalature e a scegliere i pezzetti di spago e i palloncini. Poco male se l'asticella non sta orizzontale. Si può chiedere consiglio agli alunni per come fare a renderla orizzontale e poi, in ogni caso si può prendere del nastro adesivo (meglio se di carta) e avvolgerne dei pezzetti intorno all'estremità dell'asticella sbilanciata verso l'alto (senza toccare la scanalatura e lo spaghetto del palloncino) fino a che l'asticella non si dispone ben orizzontale. Se lo si ritiene opportuno si può far notare agli alunni che l'orizzontalità o equilibrio dell'asticella non dipende solo dai pesi che si mettono alle estremità, ma anche da quanto lontano stanno questi pesi dal centro sospeso della stessa asticella. Si potrebbe ricordare quell'altalena, spesso presente nei giardini pubblici, fatta con un lungo asse di legno appoggiato al centro sopra un fulcro. Due bambini si siedono sull'asse uno da una parte e uno dall'altra del fulcro e poi sollevano i piedi da terra. I ragazzi sanno bene (per esperienza) che il bambino più leggero fra i due può far pendere l'asse dalla sua parte se è seduto sull'asse più lontano dell'altro rispetto al fulcro.

In ogni modo per il nostro esperimento è necessario e sufficiente che l'asticella stia bene orizzontale e che i due palloncini si possano togliere e rimettere al loro posto (senza scambiarli di posto fra loro!) ripristinando ogni volta l'orizzontalità dell'asticella.

Quando questo risultato è stato raggiunto in modo soddisfacente si annuncerà quello che si intende fare: gonfiare d'aria, con la pompa, solo uno dei due palloncini e poi rimetterlo, con lo stesso spago di prima (che sarà servito anche ad assicurare la chiusura del palloncino, a meno che non si sappia chiudere il palloncino con un semplice nodo fatto con il suo stesso collo) al suo posto. Prima di farlo si fanno le previsioni su quello che accadrà (spesso è il 100% della classe che prevede correttamente quello che avverrà). Poi si procede. Si chiarisce che si intende usare la pompa e non i polmoni per gonfiare il palloncino per essere sicuri che dentro ci vada solo aria. Finita l'operazione e rimesso il palloncino al suo posto si constata che le cose vanno proprio nel modo previsto, che cioè l'asticella si sbilancia dalla parte del palloncino gonfiato. Si fanno i complimenti a tutti quelli che hanno previsto giusto e si chiede loro perché pensano che le cose siano andate in questo modo. La risposta unanime sarà che là dove si è gonfiato il palloncino c'è anche l'aria dentro il palloncino che tira verso il basso, mentre dall'altra parte tutto è rimasto come prima. Si dirà che questa risposta è molto sensata e che hanno detto delle cose che non possono essere negate, ma che tuttavia ora comincia il bello, perché ci sono anche delle altre cose, nell'esperimento, che non si sono notate.

Per cominciare si cercherà di rendere più chiaro il ragionamento che ha portato tutti a prevedere il calo dell'asticella dalla parte del palloncino gonfiato. *"Volete dire che, là dove si è gonfiato il palloncino, a tirare verso il basso non c'è più soltanto l'involucro (o pelle) del palloncino con il suo spago, ma c'è anche la materia aria messa di dentro? E' così? Ma allora, se lo stesso palloncino invece che con la materia aria fosse riempito con un'altra materia,*

non dovrebbe in base a questo ragionamento accadere la stessa cosa?” Se il discorso è stato chiaro e chiaramente compreso e se gli alunni rispondono onestamente, la risposta non può che essere “sì”. Ma qui si noteranno già le prime espressioni di imbarazzo. Molti bambini sanno bene infatti che se il palloncino viene riempito con quel gas (l’elio) che spesso usano ai giardini i venditori di palloncini, il nostro palloncino se ne andrebbe verso l’alto e non sbilancerebbe certo l’asticella dalla sua parte come è avvenuto con l’aria! Bene, conviene allora proprio richiamare questa situazione e utilizzarla per rendere tutti consapevoli che nel ragionamento di prima c’è qualcosa che non va. Certo che se si avesse a disposizione una bombola (anche piccola) di elio, il ragionamento sarebbe rafforzato dall’esperienza che, anche se prevedibile, aggiungerebbe emotività e interesse all’insieme.

Ma un nuovo esperimento, ancora forse più interessante di quello fattibile con l’elio, si può fare con dei materiali facilmente reperibili: un fon ed uno scatolone (di cartone o di plastica). Il nuovo esperimento (che in realtà è un proseguimento di quello precedente) consiste nel prendere il palloncino gonfiato e scaldarlo dentro lo scatolone con l’aiuto di un buon fon. L’operazione richiede circa cinque minuti ed è un po’ delicata perché bisogna fare in modo che il palloncino non stia o vada a finire troppo vicino alla bocca del fon, perché altrimenti scoppia (per questo basterà che lo scatolone sia abbastanza grande e sarà poi lo stesso vento del fon a tenere lontano dal fon il palloncino). Potrebbe anche avvenire che il fon (specie se è un fon di buona qualità) si fermi perché così accade ai buoni fon quando si surriscaldano (per il fatto che si alimentano con aria già calda). Se questo avviene non è niente di grave, il fon non si è rotto, ed è anzi il segno che il palloncino è sufficientemente caldo. Comunque sia quando il palloncino è sufficientemente caldo lo si rimette rapidamente al suo posto sull’asticella e questa volta si noterà che l’asticella si sbilancia un pochino dalla parte opposta per poi ritornare (nel giro di circa un minuto) allo squilibrio originale. Bene a questo punto ce n’è abbastanza per discutere. Perché il palloncino riscaldato non porta giù dalla sua parte l’asticella così come fa quando non è riscaldato? Forse che le cose riscaldate pesano di meno? Certamente no, lo potremmo anche provare, con il ferro o con noi stessi o con qualche altra cosa. E allora c’è qualche altra cosa che cambia quando il palloncino viene riscaldato? Può darsi che la discussione porti a segnalare che quando il palloncino è riscaldato è più gonfio, è cioè un po’ più grande (lo si potrebbe anche provare con un cerchio o una sagoma rigida dentro cui il palloncino passa prima di essere riscaldato e non passa più dopo). Si può anche riportare il discorso sul palloncino ripieno di elio e domandarsi cosa è, chi è che lo spinge in su. Certamente non si spinge in su da solo, ma è l’aria tutta intorno che lo spinge in su. E perché l’aria lo spinge in su? Anche nell’acqua succede che le cose sono spinte in su, alcune galleggiano, altre affondano, ma anche quelle che affondano sono spinte in su dall’acqua, solo che la spinta dell’acqua è più piccola del loro peso e quindi queste cose rimangono giù. Nell’acqua sappiamo che una cosa quanto più è grande, quanto più è voluminosa, tanto più fortemente viene spinta in su dall’acqua. Se mettiamo un pallone sgonfio in acqua non facciamo nessuna fatica a tenerlo dentro l’acqua, ma se quello stesso pallone è gonfiato facciamo molta fatica a tenerlo tutto dentro l’acqua. Eppure è lo stesso pallone ed ha più o meno lo stesso peso, sia che sia gonfio sia che sia sgonfio.

Proviamo dunque a pensare che per l’aria sia come per l’acqua, che cioè l’aria spinge verso l’alto tutte le cose che stanno dentro l’aria e che le spinge tanto più fortemente quanto più le cose sono grandi nel senso di voluminose. Se il peso delle cose è più grande della spinta dell’aria verso l’alto allora le cose restano giù; se invece è più piccolo, come nel caso del palloncino di elio, le cose vanno in su (possiamo dire che tendono a galleggiare). Noi esseri umani siamo per esempio tutti “affondati” dentro l’aria (per fortuna!) perché il nostro peso è più grande della spinta dell’aria verso l’alto.

Con questa idea, di questa “forza misteriosa” che spinge tutte le cose che stanno in aria verso l’alto (e che è tanto più grande quanto più le cose sono voluminose) forse riusciamo a darci una spiegazione soddisfacente degli esperimenti fatti (o immaginati) prima.

Per prima cosa osserviamo allora che quando gonfiamo con l’aria uno dei due palloncini (come abbiamo fatto all’inizio del nostro esperimento), è vero sì che per il palloncino gonfiato c’è in più anche il peso dell’aria dentro che tira verso il basso, ma è anche vero che c’è una più grande spinta dell’aria verso l’alto per il fatto che il palloncino gonfiandosi ha cambiato forma ed è diventato molto più voluminoso. Quindi per il palloncino gonfiato si hanno in più rispetto a prima due forze: una (il peso dell’aria aggiunta) che tira verso il basso e l’altra (la maggiore spinta dell’aria verso l’alto per l’aumentato volume) che spinge verso l’alto. Fra queste due forze prevale quella che tira verso il basso se l’asticella scende dalla parte del palloncino gonfiato. Ma cosa accade quando il palloncino viene riscaldato? Accade che il suo volume diventa un po’ più grande, (perché l’aria dentro che si è scaldata spinge di più, come sappiamo, e dilata un poco il palloncino), e quindi la spinta dell’aria (esterna) verso l’alto diventa più grande di prima. Se l’asticella con il palloncino riscaldato si sbilancia verso l’alto vuol dire anche che ora la forza che spinge in su è diventata un po’ più grande della forza che tira in giù, che in effetti è rimasta sempre la stessa (perché la quantità d’aria dentro il palloncino non è cambiata, e quindi il suo peso non è cambiato, per effetto del riscaldamento).

L'esperienza si può concludere, come per le altre volte, invitando gli alunni a descrivere, anche disegnando, quanto hanno sperimentato, compreso e non compreso.

Suggerimenti su varianti e ampliamenti dell'esperienza:

Come per le altre esperienze converrà privilegiare quelle varianti e quegli ampliamenti che più corrispondono alle esigenze ed agli interessi degli alunni, così come sono emersi nel corso stesso dell'esperienza.

Il "galleggiamento" nell'aria è un fenomeno molto affascinante e su di esso si basa il volo con le mongolfiere (non quello con gli aerei o elicotteri, né il volo degli uccelli). Le mongolfiere hanno, per grandi e piccoli, un grande fascino e un esperimento di costruzione di una mongolfiera di carta potrebbe anche essere fatto, solo che richiede una certa perizia e poi la possibilità di usare il fuoco (non basta per questo un fon!) per farla volare. Non è difficile, per chi fosse interessato, reperire le informazioni necessarie per arrivare a costruire e far volare una mongolfiera di carta. Esiste anche una associazione di costruttori di tali mongolfiere.

Una iniziativa agevole a riguardo delle mongolfiere è quella di reperire quel numero della rivista "National Geographic" (settembre 1999) che contiene, con dovizia di informazioni e di immagini, il racconto fatto dallo stesso Pickard del suo giro del mondo in mongolfiera. E' stato il primo giro del mondo in mongolfiera e la descrizione di Pickard è molto affascinante da tanti punti di vista.

Una richiesta che potrebbe emergere nel corso di questa esperienza è quella di immaginare un modo per conoscere il peso dell'aria, cioè di una certa quantità d'aria, per esempio un litro d'aria. Si dovrebbe anche dire quale aria: aria di mare, aria di montagna, aria compressa, dilatata o normale? Trovato l'accordo su "quale aria", un modo corretto per misurarne il peso dovrebbe essere un modo in cui si pesa con una bilancia uno stesso contenitore, una volta vuoto e una volta pieno di aria, senza che la forma esterna del contenitore cambi nei due casi (perché se cambia la forma e con la forma il volume, varia anche la spinta dell'aria esterna verso l'alto). Se questo si può fare, e se si dispone di una bilancia abbastanza sensibile, allora la differenza fra le due pesate fornirebbe il peso del volume d'aria che sta dentro quel contenitore.

Quanto alla "forza misteriosa" che l'aria esercita sulle cose immerse nell'aria spingendole verso l'alto, cosa si può dire o fare per renderla meno misteriosa? La domanda si pone anche per la "forza misteriosa" con cui l'acqua spinge le cose immerse in acqua verso l'alto. La cosa principale che si può fare è lavorare, cioè fare esperienza proprio sul galleggiamento e sull'affondamento (parziale o totale) in acqua, perché questo è più agevole che per l'aria e, soprattutto, perché corrisponde di più all'esperienza degli alunni e degli esseri umani in generale.

Infine, un'ulteriore variante dell'esperimento fatto in questa esperienza, consiste nel gonfiare inizialmente entrambi i palloncini e sospenderli alle due estremità dell'asticella in modo che l'asticella stia bene orizzontale. Poi si prende uno dei due e lo si mette in una "ghiacciaia", per esempio in una di quelle borse per conservare gli alimenti al freddo quando si fanno i pic-nic. Quando il palloncino si è sufficientemente raffreddato (e ci vorrà almeno un quarto d'ora) lo si rimette al suo posto per verificare se c'è lo stesso equilibrio di prima. Sorpresa! L'equilibrio non c'è più: l'asticella pende ora dalla parte del palloncino raffreddato, anche se ciò avviene solo per un tempo molto breve perché il palloncino fa presto a riscaldarsi nuovamente. Perché le cose vanno a questo modo? In base a tutto quanto si è fatto e compreso nel corso dell'esperienza (e nel corso di questo "viaggio") si può forse trovare una spiegazione soddisfacente: quando il palloncino si raffredda, l'aria al suo interno spinge di meno e il volume del palloncino diventa un po' più piccolo, così che la spinta che esso riceve dall'aria esterna verso l'alto diventa anch'essa più piccola, mentre per l'altro palloncino nulla è cambiato.

Viaggio nell'aria. Scheda Esperienza E10

Titolo: Se l'aria si muove.

Obiettivi: Ci si propone di indagare il comportamento dell'aria quando si muove o è messa in movimento in una particolare direzione. Cosa accade alla "spinta" dell'aria quando l'aria si muove? E' sempre la stessa in tutte le direzioni, come succede con l'aria "normale"? E, se non è la stessa, come cambia? Non faremo tuttavia questa indagine a partire da queste domande (perché non è detto che siano di per se interessanti, o forse lo sono solo per poche persone), ma la faremo a partire da alcuni giochi-esperimenti che divertono e stupiscono e pertanto sollecitano la curiosità, fanno nascere il desiderio di sapere perché le cose vanno in quel modo inatteso. Un altro modo altrettanto valido per iniziare questa indagine è quello di portare l'attenzione su quei fenomeni fisici, facenti parte della nostra

esperienza, in cui è presente ed è importante il movimento dell'aria. Per esempio il vento e tanti fenomeni, anche drammatici, legati alla presenza del vento (come gli uragani e le trombe d'aria, o il vento che si crea quando un treno passa in una galleria). Oppure l'attenzione può essere portata sulle applicazioni o tecnologie del vento, come i mulini a vento e le moderne turbine eoliche (fatte per generare energia elettrica), o le barche a vela e le mongolfiere o gli elicotteri e gli aerei, con la differenza che i mulini, le turbine, le barche a vela e le mongolfiere utilizzano i venti naturali, mentre elicotteri ed aerei il "vento", cioè il movimento rispetto all'aria, lo creano artificialmente. E l'elenco potrebbe continuare. L'importante è suscitare la curiosità degli alunni rispetto a tutti questi fenomeni e applicazioni tecnologiche. Perché nascono e come nascono i venti? Come fanno le barche a vela a risalire (sia pure a zig-zag o di bolina, come si dice) contro il vento? Come fanno gli aerei, che sono così pesanti, a sollevarsi? Come funzionano le pompe che "fanno il vuoto"? Con questa esperienza non si pretende certo di dare risposta a tutte queste domande, ma si vuole solo aprire una finestra, uno spiraglio di interesse, verso quel vasto territorio costituito da "dove l'aria si muove". Così il nostro viaggio nell'aria non si concluderà con un arrivo a destinazione in cui tutte le nostre curiosità avranno trovato una risposta, ma, al contrario, con la consapevolezza che il viaggio potrebbe durare ancora a lungo senza perdere per questo di interesse.

Durata: durata minima un'ora.

Materiali: alcuni palloncini, dello spago, un fon, una pallina da ping-pong, delle cannuce per bibite, cartoncino e forbici, spilli con la testa di plastica, nastro adesivo.

Prerequisiti: Esperienze E4,E5,E6,E7.

Le attività e la loro "messa in scena":

Come per le altre esperienze si potrà iniziare ripercorrendo le tappe del viaggio e annunciando poi l'argomento di quest'ultima esplorazione: "il mondo dell'aria che si muove". Sappiamo bene che l'aria è fatta di palline (o molecole) che si muovono (vedi Esperienza E7), per cui sembrerebbe che l'aria si muove sempre. A muoversi sempre sono le palline o molecole dell'aria. Esse si muovono anche quando l'aria sta ferma, ammesso che l'aria ci riesca a stare ferma o che noi riusciamo a farla stare ferma. Se, per esempio, gonfiamo un palloncino, possiamo dire che nella "casa palloncino", cioè rispetto alle pareti del palloncino, l'aria contenuta nel palloncino sta ferma. Possiamo immaginare tante altre situazioni in cui l'aria sta ferma, o quasi. Possiamo considerare ferma (in prima approssimazione, come dicono gli scienziati) anche l'aria dentro la classe, se tutte le porte e finestre sono ben chiuse, se i caloriferi sono spenti e se nessuno si muove. Ebbene, quando l'aria è ferma noi sappiamo che in ogni punto, cioè in ogni piccola zona dello spazio, essa spinge allo stesso modo (cioè con la stessa forza) in tutte le direzioni. Ci siamo anche dati una spiegazione o un modello per questo: succede così perché le molecole o palline dell'aria si muovono caoticamente e con la stessa velocità in tutte le direzioni. Ora supponiamo invece che, in mezzo all'aria "ferma" c'è dell'aria che viene mossa in una particolare direzione. Il modo più semplice per realizzare questa situazione è fare uscire un soffio d'aria dalla nostra bocca, a lungo (finché abbiamo fiato) e in una particolare direzione. Cosa succede alle molecole d'aria del nostro soffio? Non possiamo più dire che si muovono caoticamente e con la stessa velocità in tutte le direzioni, perché la direzione del nostro soffio è diventata la direzione privilegiata del loro movimento. Una cosa analoga accade quando nell'aria intorno a noi c'è vento: le molecole d'aria che fanno parte del vento si muovono in una direzione privilegiata. Man mano che si passa però dalla zona ventosa dell'aria alla zona quieta, le molecole d'aria, gradualmente, riprendono a muoversi con la stessa velocità in tutte le direzioni. Ecco dunque cosa si intende qui per "quando l'aria si muove". Questo chiarimento è necessario per l'insegnante che conduce l'esperienza, ma non è ovviamente necessario per gli alunni, non è necessario cioè che venga fatto in avvio di esperienza.

L'esperienza può essere invece avviata con l'invito a considerare o evocare tutto quello che, per ognuno, appartiene al mondo dell'aria che si muove: il respiro, il vento, il volo (sia quello degli uccelli che quello delle macchine create dagli uomini), le girandole, i mulini a vento, ecc.

A partire dai fenomeni e dalle applicazioni così evocati l'insegnante potrà poi fare in modo che, attraverso la discussione, nascano domande come quelle considerate più sopra (a proposito degli obiettivi di questa esperienza): come nascono i venti, come fanno le barche a vela ad andare contro vento, come fanno ad alzarsi in volo gli aerei, come mai c'è il "risucchio" dei (o dai) finestrini quando un treno entra in una galleria, ecc. Si dirà poi che le cose (divertenti) che si stanno per fare e per discutere ci metteranno sulla strada buona per trovare una risposta a tutte quelle domande.

Palloncini che “si baciano”.

Questo gioco-esperimento consiste nel gonfiare più o meno allo stesso modo due palloncini della stessa misura ed appenderli con dello spago ad un filo teso in modo che le loro “pance” stiano alla stessa altezza e distanti fra loro circa 3 o 4 centimetri. Il filo teso può essere un altro filo di spago che due “volontari” mantengono ben teso e fermo con le loro mani. A questo punto si annuncia che il gioco consiste semplicemente nel soffiare tra i due palloncini e si chiede a tutti come pensano che si muoveranno i due palloncini. Una parte degli alunni dirà che si allontaneranno tra loro e l'altra parte (la più scaltra, fatta di quanti immaginano che debba trattarsi di un esito contrario all'intuizione) dirà che si avvicineranno. A questo punto l'insegnante potrà soffiare per primo (avendo già in precedenza fatto la prova, non in presenza degli alunni) mostrando che i palloncini in effetti si avvicinano, anzi “si baciano”. Gli alunni, a turno, potranno verificare che anche il loro soffio produce lo stesso effetto. Perché? Perché i palloncini invece di allontanarsi come vuole l'intuito si accostano? Forse si può rimandare la discussione a dopo.

Fon e pallina di ping-pong.

Se si orienta il getto di un buon fon verso l'alto (senza scegliere il massimo riscaldamento, ma scegliendo eventualmente la massima potenza del getto d'aria) e se sul getto si pone e abbandona una pallina da ping pong, avverrà, con stupore di tutti, che la pallina non cade a terra, ma rimane sospesa nel getto pur facendo su e giù e facendo piccoli spostamenti laterali. Lo stupore si accentua quando il fon viene leggermente inclinato, perché se l'inclinazione è piccola, la pallina di ping pong continua ad essere sorretta dal getto d'aria, pur essendo ora questo inclinato rispetto alla verticale. Il fon può essere affidato, a turno, alle mani di ciascun alunno, con l'invito a fare anche alcuni passi portando a spasso fon e pallina. Perché la pallina non cade? Anche ora si potrà rimandare la discussione, ancora per poco.

Fon e foglio di carta.

Il gioco si prepara prendendo un normale foglio di carta (di quelli per fotocopie) e facendolo pendere (per il lato più lungo) di fianco alla cattedra o ad un banco. Conviene fare questo appoggiando un bordo (corto) del foglio sul piano della cattedra o del banco e tenendolo fermo con una mano. In questo modo il bordo con cui lo si tiene fermo è in posizione orizzontale, mentre il resto del foglio, facendo una dolce piega, si dispone in verticale (il foglio è flessibile ed un po' elastico). A questo punto si mette in azione lo stesso fon di prima con il getto in direzione orizzontale e con la bocca appoggiata al centro del bordino tenuto fermo sul piano della cattedra (o del banco). Il getto del fon è orientato dalla parte del foglio che pende. Se si fa tutto questo, si noterà che il foglio di carta si solleva e rimane sollevato pur agitandosi e sbattendo un poco. Se si inclina verso il basso il getto del fon (mantenendo sempre la bocca del fon aderente al bordino superiore del foglio) si noterà che anche il foglio si abbassa e che si rialza quando il getto viene riportato in orizzontale. Come mai il getto del fon solleva il foglio?

A questo punto si può avviare la discussione sui tre giochi appena fatti. Per arrivare alla fine ad una spiegazione soddisfacente conviene ricordare che la spinta dell'aria è dovuta all'urto delle sue palline o molecole che, se l'aria è ferma, si muovono caoticamente in tutte le direzioni e con la stessa velocità. Quando una parte d'aria è in movimento in una direzione, allora le sue molecole spingeranno molto nella direzione del movimento e poco o non più nelle altre direzioni. Così avviene per le molecole del soffio d'aria che noi facciamo passare fra i due palloncini. Queste molecole non spingeranno più allora, o spingeranno debolmente, sulle pareti (o pance) dei palloncini. Ma l'aria che sta dall'altra parte delle pance dei palloncini è aria ferma e quindi continua a spingere in tutte le direzioni, e quindi anche sulle pance dei palloncini. Ecco perché i palloncini finiscono con il baciarsi. Succede anche che quando i palloncini si sono baciati, l'aria del soffio non li attraversa più e quindi lo squilibrio di pressione dalle due parti delle pance non c'è più e i palloncini si allontanano nuovamente. Ma poi il soffio passa di nuovo e i palloncini si avvicinano nuovamente. Un effetto come questo si produce quando si suonano gli strumenti a fiato che hanno le “ance”. Ogni ancia ha infatti una linguetta elastica che, quando il suonatore soffia, alternativamente chiude e riapre la comunicazione fra la bocca e l'interno dello strumento, producendo il suono base che poi farà nascere (con la collaborazione del suonatore) le varie note. Lo stesso effetto si può produrre molto più semplicemente con un filo d'erba tenuto teso fra le mani e soffiandoci sopra, oppure con una cannuccia per bibite da rastremare con delle forbici ad una estremità per poi soffiare nella cannuccia (alla Armstrong) attraverso l'estremità rastremata.

Analogamente si può trovare una spiegazione per quello che accade nei due giochi con il fon. Il flusso di aria che esce dal fon è fatto di palline (molecole) più veloci al centro e via via meno veloci, man mano che ci si allontana dall'asse dello stesso fon, cioè dall'asse centrale del vento prodotto dal fon. Allora le stesse palline spingeranno molto in avanti e niente, o quasi, lateralmente se si sta al centro del vento, e la loro spinta in avanti diminuirà e quella laterale aumenterà via via che dal centro del vento si va verso la periferia, fino a diventare tutto normale quando si esce dal vento del fon. Di conseguenza la pallina di ping-pong è tenuta in aria (nel senso che il suo peso è vinto) dalla forte spinta che c'è al centro del fon nella direzione quasi verticale del suo asse; inoltre la pallina si mantiene

internamente al fascio d'aria perché, quando a partire dall'asse centrale si sposta un po' lateralmente, le molecole d'aria che stanno dalla parte esterna spingono lateralmente di più delle molecole d'aria che stanno dalla parte interna.

Un fenomeno analogo avviene anche per il foglio di carta sollevato dal fon. Infatti il vento prodotto dal fon si trova solo da una parte del foglio di carta e quindi da quella parte le molecole d'aria sono portate a scorrere sulla superficie del foglio e finiscono con lo spingere di meno contro il foglio stesso. Ma dall'altra parte del foglio non c'è vento e quindi le molecole d'aria, spingendo in modo normale contro il foglio, spingono di più delle loro sorelle che sono dall'altra parte e quindi finiscono con il sollevare il foglio proprio verso il vento.

Sfruttando questo effetto o fenomeno prodotto dall'aria che si muove, si può costruire un giochino dal nome "soffio e sta su". Anzi ogni alunno potrà costruirne uno (con un po' di collaborazione da parte dell'insegnante) e poi portarselo a casa.

"Se soffio sta su".

Il giochino si costruisce con una cannuccia da bibita e due cerchi di carta un po' rigida (quasi cartoncino) di diametro di circa dieci centimetri. Uno dei cerchietti viene forato al centro tanto quanto basta a far scorrere nel foro la cannuccia che poi viene fissata al cartoncino in modo che una sua estremità coincida con il piano del cartoncino (cioè la cannuccia deve stare da una sola parte del cartoncino e in direzione ad esso perpendicolare). La cannuccia può essere fissata con dello "scotch" o anche con un po' di gomma masticante. L'altro cerchietto verrà dotato di uno spillo con la testa di plastica colorata (anche perché sia ben visibile): lo spillo va infilato interamente proprio al centro del cartoncino e poi fissato con dello scotch (dalla parte della testa) in modo che stia ben stabile, al centro e perpendicolare al cerchietto. A questo punto si infila lo spillo nella cannuccia (dalla parte del suo cartoncino) e con una mano si tiene la cannuccia (in verticale) mentre con l'altra mano si regge il cerchietto dotato di spillo perché non cada. Ora il giochino è pronto. Prima si mostra che, se non si regge più con la mano il cerchietto con lo spillo, questo cerchietto se ne cade (per gravità). Poi si fa "la magia": se, tenendo all'inizio ben aderenti fra loro i due cartoncini (nel modo descritto prima), si soffia con continuità nella cannuccia e si smette di reggere con la mano il cartoncino con lo spillo, questo cartoncino invece di cadere (e ci si aspetta che cada anche a causa del soffio) resta su. Di qui il nome "se soffio resta su". E resta su fino a che dura il soffio. Poi cade (per gravità, come prima).

In base a tutte le cose fatte e viste prima, non è difficile ora darsi una spiegazione di questa "magia". Se ho costruito bene il mio giochino, quando soffio nella cannuccia mentre i due cerchietti sono ben aderenti l'uno all'altro (ma non incollati!), la mia aria scende in verticale nella cannuccia e poi è costretta a uscire radialmente e in orizzontale fra i due cerchietti. Allora il cerchietto di sotto (quello con lo spillo) ha dalla parte di sopra delle molecole d'aria che si muovono radenti al cartoncino e quindi quasi non lo spingono più (verso il basso), mentre dalla parte di sotto tutto è normale e l'aria spinge in su il cartoncino. Dunque l'aria sotto spinge di più dell'aria sopra al punto da vincere il peso del cartoncino e tenerlo su. La funzione dello spillo è quella di mantenere abbastanza paralleli i due cartoncini. Se non ci fosse lo spillo, il cartoncino di sotto si inclinerebbe facilmente rispetto a quello di sopra non appena si molla il sostegno con la mano e non avremmo più il fenomeno descritto sopra. Il giochino può essere reso più bello se i due cartoncini vengono disegnati e colorati a piacere (prima di realizzare il montaggio). Il cartoncino di sotto, che facendo il gioco è più in movimento e si vede bene da entrambe le parti, può essere anche arricchito nella forma (sempre mantenendo al centro un cerchio pari a quello del cartoncino di sopra), per esempio con dei raggi come quando si disegnano le stelle. Può essere conveniente usare un compasso per disegnare all'inizio sul cartoncino i due cerchietti uguali; poi intorno ad uno solo dei due, quello destinato ad andare sotto, si disegna un altro cerchio (distante un paio di centimetri da quello interno) in modo da consentire le variazioni e gli arricchimenti di cui sopra. L'uso del compasso facilita anche l'individuazione dei due centri, dove in uno si farà il piccolo (minimo) foro per la cannuccia e nell'altro si infilerà lo spillo.

Suggerimenti su varianti e ampliamenti dell'esperienza:

Ragionamenti simili a quelli fatti per i giochi-esperimenti descritti sopra possono essere fatti per cercare una spiegazione a fenomeni naturali e al funzionamento di apparati tecnologici come quelli citati all'inizio di questa scheda (in Obiettivi). Per esempio per il vento. Cosa genera in natura il vento? Conviene, prima di cercare una spiegazione, fare riferimento a quelle situazioni che si conoscono per esperienza nelle quali si riscontrano dei movimenti d'aria (e quindi dei venti) particolari. Per esempio in casa, o nella scuola, o nel territorio dove si vive. Un fenomeno particolarmente interessante è quello del camino (anche se oggi non sono molti gli alunni che ne hanno esperienza). La gran parte dei camini hanno un "tiraggio" naturale: l'aria calda (resa calda dal fuoco) tende ad andare verso l'alto, e ci va se la canna del camino è ben fatta. Il cammino sottrae pertanto aria all'ambiente dove si trova e per questo si provvede di solito anche ad alimentarlo di aria. Ecco dunque una circolazione d'aria, un vento, che in principio è molto simile a tanti altri venti. Dovunque si crei fra due zone contigue di territorio una differenza di temperatura (e di

solito ciò è dovuto agli effetti del sole per differenze di latitudine, di altitudine e di capacità di assorbimento delle zone stesse), ci sarà un movimento dell'aria. L'aria più calda (lo abbiamo visto nelle esperienze precedenti) spinge di più e tende ad andare dove trova più spazio, ed in genere quindi verso l'alto. Le sue molecole muovendosi verso l'alto spingono di meno lateralmente e quindi richiamano aria "normale" dalle zone laterali. Questo meccanismo di base (per la nascita dei venti) può essere approfondito e dare origine ad una vera e propria ricerca sui venti, se è di interesse generale. Si possono per esempio indagare i venti in relazione alla navigazione a vela, sia dal punto di vista storico (vedi l'impresa di Cristoforo Colombo) che da quello dell'attualità (dove si fa e perché l'America's Cup?).

A proposito delle barche a vela la navigazione "di bolina" può essere spiegata andando a considerare la particolare forma che assumono le vele quando sono gonfiate, come si dice, dal vento. Per una barca che naviga di bolina, e quindi parzialmente contro il vento, si può dire, semplificando molto le cose, che la spinta (per andare contro vento) è data dall'aria che sta dalla parte interna della vela, perché quest'aria si muove sulla superficie della vela più lentamente di quella che invece scorre sulla parte esterna della vela. Abbiamo visto prima, infatti, che l'aria che si muove più velocemente in una direzione spinge di meno nella direzione a quella perpendicolare.

Un discorso analogo vale per gli aerei. Il profilo delle ali di un aereo è fatto in modo che, quando l'aereo si muove (per esempio corre sulla pista di partenza) l'aria scorre più velocemente sulla parte superiore che sulla parte inferiore dell'ala, e quindi l'aria di sotto spinge contro l'ala più di quanto spinga l'aria di sopra, e se la differenza di spinta è sufficiente l'aereo si solleva.

Si potrebbero citare molti altri ampliamenti e diversivi per questa esperienza, ma anche in questa, come per le altre esperienze, sarà importante lasciarsi guidare dagli interessi manifestati dagli alunni e suscitati dalle discussioni.

Riferimenti

I riferimenti che seguono sono testi a stampa (libri) e siti internet in tutto o in parte dedicati all'aria e tali da poter utilmente approfondire o integrare la presente proposta. Questi riferimenti saranno arricchiti via via dai suggerimenti inviati da tutti coloro che avranno utilizzato, o anche solo "visitato", la presente proposta e riterranno di poter dare anche sotto questa forma un contributo al suo miglioramento. Particolarmente utili saranno i suggerimenti accompagnati da una pur breve motivazione, tale da far intuire qualcosa del contenuto e del livello del testo o del sito suggeriti.

Libri:

1) "Didattica della Fisica", a cura di M. Vicentini e M. Mayer, La Nuova Italia, 1996. (Pur essendo un testo rivolto agli insegnanti di fisica, contiene un capitolo di interesse e accessibilità generale, dedicato a "La genesi storica del concetto di pressione atmosferica").

2) "L'educazione scientifica nella scuola elementare", a cura di F. Dupré, La Nuova Italia, 1991. (Contiene contributi di diversi autori su diversi argomenti. Uno dei capitoli ha come titolo "E' aria o non è aria? Fare e pensare con i gas").

3) "L'officina della scienza", di G. Diehn e T. Krautwurst, Editoriale Scienza 1994 (Contiene "50 fantastici progetti facili da realizzare", dedicati a Terra, Aria, Acqua e Fuoco).

4) "Giochi scientifici", di P. Calvani, Mondadori 1987. (E' un libro di dimensioni notevoli e contiene numerosi esperimenti, accuratamente descritti e raggruppati intorno ai più diversi temi disciplinari o intorno a particolari argomenti).

Siti WEB:

1. <http://www.iomispiro.it/giocaconnoi.htm>

questo sito, realizzato per il progetto "...io m'ispiro col Respiro", contiene delle vignette, che hanno come soggetto l'ambiente e la respirazione, in cui il bambino deve inserire il testo e che deve poi colorare.

2. <http://www.lacittadelvolo.com/almanaccometeo/gocciolina.htm>
in queste pagine si trovano delle illustrazioni sul rapporto tra aria e ambiente.
4. <http://www.iapht.unito.it/corso/pressione.html>
spiegazione del concetto di pressione
5. <http://galileo.imss.firenze.it/news/mostra/6/i63ala6.html>
animazione di una macchina volante di Leonardo
6. <http://www.manualedivololibero.com/>
guida completa al volo libero