



## **Eureka! Funziona! IX Edizione: Pneumatica**

### **Pensare come un ingegnere**

Ogni ingegnere, per realizzare un prodotto (sia esso un giocattolo, un'auto, un macchinario o un programma per il computer), deve affrontare una serie di passaggi che sono utili alla soluzione del problema.

Se vuoi realizzare un giocattolo, così come qualsiasi invenzione, ti suggeriamo di considerare questi passaggi e non dimenticarne nessuno!

1. Definisci il problema: cerca di capire qual è il compito che il tuo giocattolo dovrà svolgere per raggiungere un determinato risultato.
2. Fai una ricerca: ci sono oggetti che svolgono compiti simili? Come sono fatti? Adottano soluzioni da cui potresti trarre ispirazione?
3. Definisci esattamente di quali parti dovrebbe essere composto il giocattolo che stai per costruire, assegnando a ciascuna parte una funzione.
4. Immagina diverse possibili realizzazioni del giocattolo: fai disegni, bozzetti, libera la fantasia! Poi scegli la soluzione migliore fra quelle individuate.
5. Costruisci un prototipo.
6. Fai dei test e correggi le cose che ti sembra non funzionino a dovere!
7. Sei pronto per costruire il tuo giocattolo.

Spesso questi passaggi non sono seguiti in ordine rigoroso: si può saltare un po' avanti e indietro, per migliorare il proprio giocattolo in base a idee che arrivano all'improvviso. La cosa importante è però seguire un obiettivo chiaro senza perderlo di vista: la fantasia è importante, ma lo è anche la capacità di usarla per uno scopo preciso.

# La Pneumatica – Approfondimento

a cura di:



Associazione per l'Insegnamento della Fisica

## L'ARIA

L'aria non si vede ma spinge, frena, gonfia, muove, solleva, schiaccia, si dilata, soffia.

L'aria non si vede: l'aria è presente (quasi) ovunque attorno a noi.

1



### L'ARIA TIENE FUORI L'ACQUA (L'aria è un corpo)

**CHE COSA CI SERVE:** una bacinella d'acqua, un barattolo, un fazzoletto di carta.

**CHE COSA SI FA:** si riempie d'acqua la bacinella, fino a metà circa. Si spinge il fazzoletto nel barattolo, facendolo aderire al fondo con una goccia d'acqua. Si capovolge il barattolo e lo si immerge nell'acqua, tenendolo sempre capovolto. Si spinge il barattolo fino in fondo e lo si estrae lentamente, sempre capovolto. Si tocca il fazzoletto.

**DI CHE COSA CI ACCORGIAMO:** il fazzoletto resta asciutto.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** nel bicchiere ci deve essere qualche cosa che impedisce all'acqua di entrare: è l'aria. L'aria non la vedo, ma c'è. L'aria dunque è un corpo e la carta non si bagna perché l'aria contenuta nel barattolo, non potendo sfuggire dal barattolo stesso rovesciato, **non lascia spazio all'acqua e non le permette di entrare.**

2



## L'ARIA È UN CORPO

(Bottiglia senza fondo e galleggiante)

**CHE COSA CI SERVE:** una bacinella d'acqua, un tappo di sughero (o una pallina galleggiante), una bottiglia di plastica senza fondo.

**CHE COSA SI FA:** si mette il galleggiante sull'acqua, si sovrappone la bottiglia col tappo chiuso e: 1) si spinge verso il fondo 2) si svita il tappo 3) si richiude il tappo e si alza la bottiglia.

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** 1) Dapprima l'aria imprigionata nella bottiglia spinge il galleggiante verso il basso.

2) Quando poi svitiamo il tappo e l'aria può sfuggire dalla bottiglia, il livello dell'acqua dentro la bottiglia torna ad essere uguale a quello dell'acqua nella bacinella. 3) Infine quando l'aria viene di nuovo imprigionata trascina con sé verso l'alto anche l'acqua.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** l'aria è un corpo, che occupa un suo spazio. Solo quando può sfuggire lascia posto all'acqua.

3



## L'ARIA PESA

**CHE COSA CI SERVE:** un tappo con relativa bottiglia robusta di PET (per es. San Pellegrino, ma - in questo caso - sostituisci il tappo con un altro che abbia la stessa filettatura e sia liscio all'interno), una valvola da bicicletta - che va montata a tenuta sul tappo, una pompa da bici e una bilancia da cucina.

**CHE COSA SI FA:** si pesa la bottiglia con il tappo chiuso poi si pompa aria nella bottiglia: 3 pompate e una prima pesata, altre 3 pompate - un'altra pesata ecc.

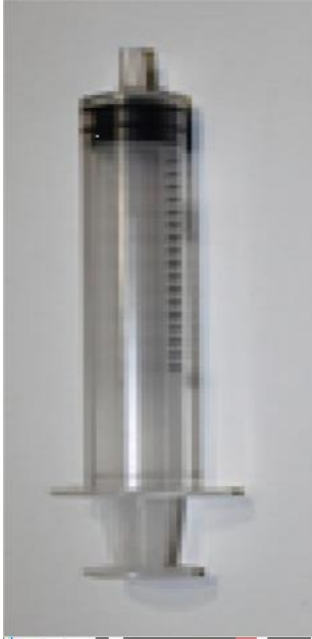
**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** pompando aria nella bottiglia, la bottiglia pesa di più.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** l'aria pesa.

### ISTRUZIONI PER COSTRUIRE IL TAPPO VALVOLA

Procedura (tempo stimato 5 min) - Bucare nel centro sia il tappo (con il trapano con punta di diametro 7 mm) che un eventuale dischetto di gomma di camera d'aria (fare il buco con una forbice);

- appoggiare il dischetto sull'interno del tappo; infilare la valvola con la punta verso l'esterno, inserire rondella e dado e stringere.



## L'ARIA HA CARATTERISTICHE PRECISE

**CHE COSA CI SERVE:** siringa senza ago.

**1- CHE COSA SI FA:** Si solleva lo stantuffo, si chiude il foro con il pollice e **si prova a spingere lo stantuffo. Si lascia andare lo stantuffo**, sempre tenendo il foro chiuso.

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** si riesce a schiacciare un po', ma non si può arrivare fino in fondo. Lo stantuffo rilasciato torna indietro.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** nella siringa all'inizio entra l'aria, che poi resta prigioniera. L'aria, che all'inizio entra dal foro e poi resta imprigionata, è comprimibile ed elastica.

**2- CHE COSA SI FA:** si spinge lo stantuffo fino in fondo, si chiude il foro con un dito, si solleva lo stantuffo fino quasi alla fine senza estrarlo e si lascia andare. Si ripete la prova tenendo la siringa in diverse posizioni. Infine si estrae lo stantuffo, sempre tenendo chiuso il foro.

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** lo stantuffo, lasciato andare, ritorna sempre al punto di partenza, proprio in fondo alla siringa. Estruendo del tutto lo stantuffo, si sente un botto.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** lo spazio che si vede nella siringa in questo caso è davvero uno spazio vuoto, perché con il foro chiuso non c'è potuto entrare niente. Fuori dalla siringa però l'aria c'è e spinge sullo stantuffo, ricacciandolo in fondo appena lo lasciamo. Lo spinge fino in fondo da qualunque parte si faccia la prova: l'aria spinge in tutte le direzioni. La spinta dell'aria si chiama **PRESSIONE ATMOSFERICA**.

Quando si toglie lo stantuffo, l'aria esterna entra di colpo nella siringa, batte sulle pareti e le fa vibrare, producendo così il botto.

5



## LA POMPA ASPIRANTE E LA BOTTIGLIA DI PLASTICA

**CHE COSA CI SERVE:** una pompa da vino per fare il vuoto nelle bottiglie con il suo tappo a valvola, una bottiglia di plastica

**CHE COSA SI FA:** si inserisce il tappo a valvola nel collo della bottiglia di plastica e si "aspira".

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** pompando via l'aria dalla bottiglia di plastica, questa si schiaccia verso l'interno.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** quando la quantità d'aria dentro un contenitore diminuisce, l'aria esterna preme per occupare il suo posto. Se la bottiglia da cui togliamo l'aria è di plastica, la bottiglia stessa si deforma facilmente; la spinta dell'aria esterna sulle sue pareti la schiaccia.

**NOTA BENE:** se non hai la pompa da vino, basta mettere il collo della bottiglia in bocca e poi aspirare l'aria contenuta dentro. L'effetto è lo stesso!

6



## LA POMPA ASPIRANTE E IL MARSHMALLOW

**CHE COSA CI SERVE:** Un contenitore per alimenti "salva freschezza" per il sottovuoto, alcuni marshmallow.

**CHE COSA SI FA:** si mette un marshmallow nel contenitore e, pompando, si fa il vuoto. Dopo aver osservato cosa è successo, si fa entrare l'aria nel contenitore e si osserva di nuovo cosa è accaduto.

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** togliendo l'aria, il marshmallow si gonfia. Quando l'aria rientra nel contenitore il marshmallow torna allo stato iniziale.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** il contenitore di vetro ha le pareti rigide, che non si lasciano schiacciare, anche se pompamo via un po' di aria.

L'aria imprigionata in piccole cavità del marshmallow si espande e fa gonfiare il dolcetto.

Se apriamo il contenitore, l'aria torna all'interno del contenitore, preme sul marshmallow e lo riporta (all'incirca) alla dimensione iniziale.



### L'ARIA ASPIRA

**CHE COSA CI SERVE:** un "doppio tappo", composto da due tappi a vite (quelli delle bottiglie d'acqua minerale) attaccati esternamente l'uno contro l'altro dalla parte piatta e forati nel centro, due bottiglie e acqua.

**CHE COSA SI FA:** si mette l'acqua in una bottiglia e si chiude col doppio tappo. Si avvita sul secondo tappo la bottiglia vuota. Si gira il tutto e si osserva. Si muovono le due bottiglie in tondo e si osserva.

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** dopo poche gocce iniziali, l'acqua si ferma e non scende più dalla bottiglia di sopra a quella di sotto. Se si riesce a mettere in rotazione l'acqua facendo fare alle bottiglie un veloce moto circolare, si forma un vortice e l'acqua scende da una bottiglia all'altra.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** l'aria non si vede, ma c'è, tanto è vero che quella presente nella bottiglia di sotto riesce a mantenere l'acqua nella bottiglia di sopra. Con il vortice si è formato una specie di "buco" nell'acqua, attraverso il quale l'aria si sposta dalla bottiglia di sotto a quella di sopra e lascia all'acqua lo spazio per scendere. L'aria lascia scendere l'acqua solo se si può spostare e lasciare libero dello spazio per la discesa dell'acqua.

8



### IL BICCHIERE MAGICO

**CHE COSA CI SERVE:** un bicchiere, acqua, una bacinella, una cartolina.

**CHE COSA SI FA:** si riempie il bicchiere di acqua e vi si sovrappone la cartolina, facendola aderire bene al bordo. Tenendo la cartolina con la mano, si capovolge il bicchiere sopra la bacinella e con cautela si stacca la mano che tiene la cartolina.

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** la cartolina resta attaccata al bicchiere e l'acqua non esce. Se però l'aria riesce a passare sotto la cartolina e ad entrare nel bicchiere, allora la cartolina si stacca e l'acqua cade nella bacinella.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** sulla parte della cartolina che sta sotto al bicchiere spingono due forze: sopra c'è il peso dell'acqua che spinge verso il basso, e sotto c'è la spinta dell'aria (la pressione atmosferica) che spinge verso l'alto. Ci sembra strano, ma l'aria spinge di più dell'acqua e tiene ferma la cartolina. Il peso dell'acqua riesce a vincere e a far cadere il cartoncino solo quando l'aria entra nel bicchiere. Sai come dovrebbe essere alto il bicchiere per avere la stessa pressione d'aria e acqua? 10 metri!

9



### IL DIAVOLETTO DI CARTESIO

**CHE COSA CI SERVE:** un flaconcino di plastica vuoto (o la cartuccia di una stilografica), appesantito vicino all'apertura (con puntine da disegno, fermagli); una bottiglia di plastica piena d'acqua.

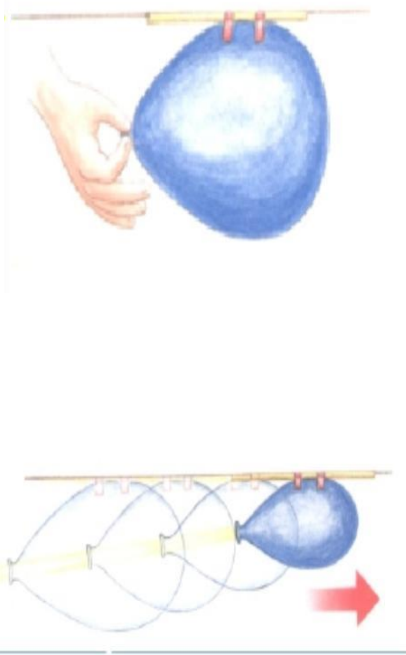
**CHE COSA SI FA:** si regola il peso aggiunto al flaconcino in modo che questo galleggi appena sotto la superficie dell'acqua. Si inserisce nella bottiglia il flaconcino, con l'apertura verso il basso.

Dopo aver chiuso la bottiglia, si preme con le mani sulle sue pareti.

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** premendo sulla bottiglia il flaconcino scende, rilasciando la bottiglia il flaconcino torna a salire. All'interno del flaconcino il livello dell'acqua cambia nei due casi.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** quando si preme sulla bottiglia, la pressione comprime l'aria nel flaconcino e vi fa entrare un po' di acqua. Il flaconcino così diventa più pesante e sprofonda. Quando non si schiaccia più, l'aria che si era compattata si espande di nuovo e spinge via l'acqua. Il flaconcino si alleggerisce e torna a galleggiare.

10



### IL PALLONCINO A REAZIONE

**CHE COSA CI SERVE:** un palloncino, una cannuccia, uno spago, nastro adesivo.

**CHE COSA SI FA:** si infila lo spago in una cannuccia e lo si lega ben teso a due punti distanti della stanza. Si gonfia il palloncino e si blocca l'uscita dell'aria con le dita. Si fissa il palloncino sotto la cannuccia utilizzando il nastro adesivo. Si tolgono le dita dalla chiusura del palloncino e lo si lascia libero.

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** Il palloncino corre a tutta velocità lungo il filo.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** dentro il palloncino c'è inizialmente una pressione maggiore di quella atmosferica. Quando lasciamo andare il palloncino, l'uscita veloce dell'aria lo fa muovere verso la parete della stanza che si trova dalla parte opposta al foro.

### L'aria si dilata e si contrae: bottiglia e palloncino con acqua calda

11



### RISCALDIAMO E RAFFREDDIAMO L'ARIA

**CHE COSA CI SERVE:** una bottiglia di plastica rigida (come quelle del latte), un palloncino di gomma, un recipiente da ghiaccio, una bacinella di acqua calda.

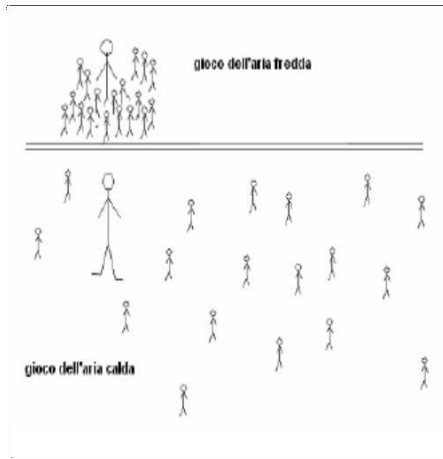
**CHE COSA SI FA:** si applica il palloncino sul collo della bottiglia. Si mette la bottiglia con il palloncino nel recipiente del ghiaccio per un po' di tempo. Quindi la si immerge nell'acqua calda.

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** quando la bottiglia si raffredda il palloncino si sgonfia, a volte rientra addirittura nel collo della bottiglia stessa; quando la bottiglia si scalda il palloncino si gonfia.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** insieme alla bottiglia si riscalda o si raffredda anche l'aria in essa contenuta. Mettendo la bottiglia nel catino con acqua bollente, l'aria presente nella bottiglia si scalda e si espande ovvero tende ad occupare più spazio e quindi sale verso il palloncino gonfiandolo. Immergendo la bottiglia nell'acqua fredda, invece, l'aria presente nella bottiglia si raffredda e si contrae sgonfiando il palloncino.



12



## IL GIOCO DELL'ARIA CALDA E FREDDA

**CHE COSA CI SERVE:** si delimita in un'aula uno spazio di 2 m x 2 m. Partecipano alunni ed insegnante.

**CHE COSA SI FA:** all'ordine dell'insegnante: "*aria fredda*", molti bambini si raccolgono nel quadrato muovendosi lentamente.

All'ordine: "*aria calda*", solo pochi bambini rimangono nel quadrato muovendosi più velocemente.

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** quando siamo come l'aria calda siamo più distanti l'uno dall'altro e ci muoviamo più velocemente, quando giochiamo all'aria fredda siamo tutti vicini e ci muoviamo più lentamente.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** l'aria calda è meno "densa", meno compatta, l'aria fredda al contrario è più densa, più compatta. Un bicchiere pieno di aria calda contiene meno "bambini-aria" di quando, quello stesso bicchiere, è pieno di aria fredda. Perciò un bicchiere di aria calda pesa meno di un bicchiere di aria fredda.

13



## LA SPIRALE

**CHE COSA CI SERVE:** Carta, forbici, ago e filo, un termosifone (o un fornello caldo o una candelina accesa).

**CHE COSA SI FA:** si taglia dal foglio di carta una spirale e la si sospende con il filo nel suo centro. Si avvicina la spirale alla sorgente di calore.

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** La spirale si mette a girare.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** L'aria, scaldandosi, si dilata e diventa meno densa. L'aria calda vicino al calorifero è, perciò, più leggera di quella fredda che le sta intorno e sale verso l'alto. Mentre sale in alto, l'aria, come un soffio, come un vento, muove la carta da sotto, scivola lungo la spirale e la mette in moto.

14



## IL RAZZO DI CARTA DELLE ARANCE

(Da fare solo sotto la sorveglianza di un adulto)

**CHE COSA CI SERVE:** un foglio di carta velina leggerissimo (come quelli che avvolgono le arance), fiammiferi, un piatto.

**CHE COSASI FA:** si arrotola il foglio in forma di cilindro e lo si mette in piedi sul piatto. Si dà fuoco alla carta dall'alto.

**DI CHE COSA CI SIAMO ACCORTI:** il fuoco brucia la carta fino in fondo. Quando la fiamma arriva alla base, le ceneri del cilindro si alzano in volo verso il soffitto, poi lentamente ricadono giù.

**CHE COSA ABBIAMO CAPITO:** mentre la carta brucia, l'aria vicino alla fiamma si riscalda, si dilata e sale verso l'alto. Quando rimane solo la cenere, che è leggera, l'aria riesce a trascinarla con sé verso l'alto. In alto però l'aria si raffredda, e le ceneri tornano giù per la forza di gravità.

### NOTA BENE

Qualche volta il razzo non si stacca dal piatto e sul piatto stesso si vede un cerchio scuro. Può capitare che la carta contenga troppa colla: questa, sciolta dalla fiamma, cola lungo il cilindro di carta e alla fine si appiccica sul piatto. La cenere viene così trattenuta e non riesce a seguire il flusso d'aria ascendente. Anche se la carta è troppo spessa le ceneri non si alzano in volo, perché sono troppo pesanti.

15



■ L'aria può sprigionare una forza tale da mettere in movimento delle macchinine.

L'impulso, massa d'aria che esce velocemente, dovuto all'aria compressa nel palloncino è tale da spingere la macchinina nel senso opposto.

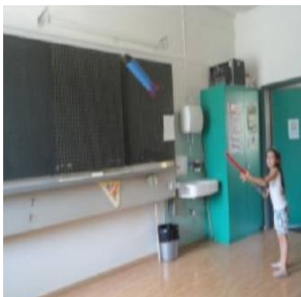
16



■ L'elastico situato nel tubo, una volta caricato, si srotola facendo girare l'elica.

Le pale dell'elica muovono indietro l'aria con una tale forza da provocare il movimento in avanti della macchinina.

17



■ Come funziona un razzo ad aria?

Spingendo la parte posteriore, l'aria presente nel tubo viene compressa esercitando una forza tale da vincere l'attrito del razzo con il tubo, permettendogli così di partire. La parte anteriore del razzo staccandosi compie una traiettoria chiamata "parabola" prima di raggiungere il pavimento.