

**Preparazione:** 20 min

**Esecuzione:** 10 min

## MATERIALE

- Una bottiglia di plastica
- Una valvola di una camera d'aria
- Una pompa per bici
- Fiammiferi
- Acqua
- Colla forte multiuso
- Un trapano
- Una lampada

## PROCEDURA

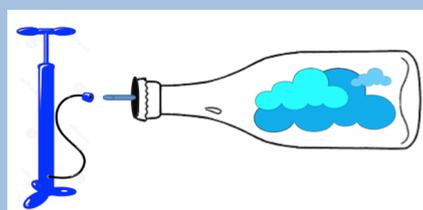
Bucare il tappo della bottiglia, inserirvi la valvola e sigillare ermeticamente il tutto con la colla forte.

Mettere un po' d'acqua nella bottiglia. Chiuderla e gonfiare con la pompa da bici in modo da aumentare la pressione al suo interno (si scalda).

Posizionare la bottiglia davanti alla lampada per illuminarne l'interno.

Premendo sulla valvola, fare uscire l'aria rapidamente in modo da creare un repentino abbassamento della pressione (e quindi un raffreddamento dell'aria al suo interno).

Ripetere l'esperimento dopo aver introdotto un po' di fumo del fiammifero nella bottiglia.



*Fonte: adattato da un stage "Expériences sur la formation des nuages" <http://www.lmd.jussieu.fr>*

## CONCETTI FONDAMENTALI

Il fenomeno osservato nella bottiglia è simile ai processi che portano alla formazione di nuvole in atmosfera.

L'aria contiene molecole di vapore acqueo la cui quantità determina l'umidità. L'aria si arricchisce di vapore acqueo a seguito dall'evaporazione dell'acqua dalla superficie terrestre (suolo, vegetazione, oceano, fiumi, laghi, ecc.).

Quando la massa d'aria umida è trasportata verso l'alto (per convezione, o per sollevamento forzato ad esempio da un rilievo), la sua pressione e la sua temperatura si abbassano.

Se il raffreddamento dell'aria è sufficientemente importante per arrivare alla saturazione, il vapor d'acqua in essa contenuto condensa. La condensazione avviene sulla superficie delle particelle degli aerosol presenti nella massa d'aria (noti come nuclei di condensazione di nubi). Le goccioline d'acqua così formatisi, piccole e leggere, restano sospese in aria e formano le nuvole.

## FORMAZIONE DELLE NUVOLE

Perché si solleva l'aria?



Il sollevamento dell'aria può essere dovuto allo scontro di masse d'aria di diversa temperatura e densità. L'aria fredda si incunea sotto a quella calda, forzandone il sollevamento, come avviene in corrispondenza dei fronti freddo e caldo.

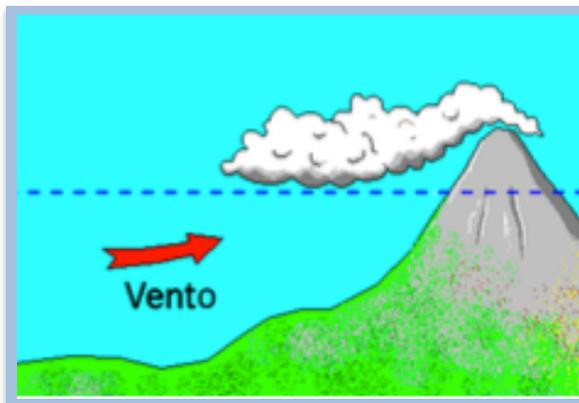
## CHE COSA SI OSSERVA?

Dopo aver gonfiato la bottiglia, il sistema aria/acqua al suo interno raggiunge l'equilibrio termico. Cioè l'insieme è alla stessa temperatura. L'acqua evapora fino a saturare l'aria della bottiglia.

Quando la valvola viene aperta, la pressione diminuisce rapidamente così come la temperatura (e la pressione di vapore saturo).

L'abbassamento della temperatura ha come conseguenza la condensazione del vapor d'acqua. E' questo il processo che porta alla formazione delle goccioline d'acqua (di nuvola).

Quando introduciamo il fumo nella bottiglia, aumentiamo il numero di particelle (aerosol) sospese nell'aria e quindi facilitiamo la formazione della nuvola. In questo caso, infatti, la nube che si forma è molto più visibile.



Anche il riscaldamento diurno, che favorisce la convezione, produce moti verticali. Infine, la presenza di rilievi può forzare il sollevamento (orografico) della massa d'aria incidente.

## RUOLO DELL'AEROSOL

Affinché avvenga la condensazione nell'aria che si raffredda, è necessaria la presenza di particolato atmosferico (aerosol), che funge da nucleo di condensazione ("seme" o *seed* della gocciolina). L'aerosol può essere di origine naturale (polveri, sali marini, pollini) o antropica (combustione).

Le particelle di aerosol hanno perciò un ruolo meteorologico e climatico molto importante poiché oltre a interagire direttamente con la radiazione solare (effetto diretto degli aerosol), la loro concentrazione può modificare il ciclo di vita, la quantità e le caratteristiche delle nubi (effetto indiretto degli aerosol). La presenza di nubi ed aerosol produce in media un raffreddamento della superficie terrestre.

