

## L'angolo di zio Albert Primi passi nella Fisica

### LIQUIDI CHE SPARISCONO: L'EVAPORAZIONE

di Sergio Musazzi \*

*Una rubrica per guidare i bambini della scuola primaria ad «accorgersi» della varietà dei fenomeni fisici presenti nella realtà quotidiana. Per dare soddisfazione a quella curiosità infantile, definita «sacra» da Albert Einstein e tipica dei grandi scienziati, ma spesso mortificata da approcci ludici o fantasiosi se non addirittura aridamente formalistici. Una sfida che l'autore ha raccolto, coniugando semplicità e rigore concettuale e linguistico.*

*«Zio Albert» guida i suoi piccoli lettori a rispondere alle domande: dove finisce l'acqua di una pozzanghera? E l'acqua di una pentola sul fornello acceso? Non una magia ma un fenomeno fisico.*

\* Ricercatore e divulgatore scientifico

Un caro saluto ai miei piccoli lettori. Una domanda: vi siete mai chiesti perché le pozzanghere d'acqua che si osservano dopo un temporale, col passare del tempo scompaiono? Dov'è andata a finire tutta quell'acqua? La risposta è abbastanza semplice: una parte può essere stata assorbita dal terreno sottostante (ovviamente se questo non è impermeabile), mentre la rimanente è sicuramente scomparsa a causa di un fenomeno fisico noto come evaporazione. A causa dell'evaporazione, infatti, l'acqua della pozzanghera è passata dalla fase liquida a quella gassosa - si è cioè progressivamente trasformata da liquido in un gas - per andare poi ad aggiungersi all'aria circostante (che così è diventata più umida). Per comprendere come questo possa accadere dobbiamo analizzare il fenomeno un po' più in dettaglio.

#### Un fenomeno fisico: l'evaporazione

L'acqua, come sappiamo, è composta da molecole (formate da un atomo di ossigeno e due di idrogeno) e queste molecole sono in continuo movimento a causa del calore che viene fornito loro dall'ambiente esterno (vedi Zio Albert in *Emmeciquadro n. 75*). Come conseguenza di questa agitazione termica, le molecole d'acqua si urtano fra di loro e può capitare che alcune di quelle che si trovano sulla superficie della pozzanghera, a causa di un urto un po' più forte del solito, vengano spinte via. Acquistano, cioè, una energia (cinetica) che permette loro di vincere la forza di coesione che le tiene legate alle altre molecole del liquido (vedi Zio Albert in *Emmeciquadro n. 74*) e quindi di separarsi definitivamente da queste. Pertanto, poco alla volta, una molecola dopo l'altra abbandonano la pozza d'acqua, che così gradualmente si svuota e, dopo un po' di tempo, scompare definitivamente dalla nostra vista! Ovviamente, la velocità con cui avviene questo fenomeno dipende dalla temperatura del liquido. Al crescere della sua temperatura, infatti, aumenta l'agitazione termica e quindi anche l'energia con cui le molecole si urtano fra di loro. Con energie in gioco maggiori, pertanto, crescerà anche la probabilità che le molecole superficiali urtandosi riescano a sfuggire dal liquido.



Ma cosa succede se, anziché l'acqua di una pozzanghera, prendiamo in considerazione quella che abbiamo versato nella pentola per cuocere gli spaghetti? Naturalmente anche quest'acqua evaporerà (anche a fornello spento). Ma qual è la differenza rispetto all'acqua della pozzanghera? La differenza sta nel fatto che la pentola è chiusa da un coperchio e quindi le molecole evaporate non possono sfuggire nell'ambiente esterno ma sono costrette a rimanere intrappolate nel volume d'aria compreso fra la superficie del liquido e il coperchio. Col passare del tempo, pertanto, la quantità di molecole d'acqua che evaporando andrà ad aggiungersi a quelle dell'aria presente all'interno della pentola, crescerà progressivamente. Ma non per sempre! Infatti, quando il numero delle molecole evaporate diventa sufficientemente grande, ad alcune di esse, a causa della continua agitazione termica (che ovviamente esiste anche nei gas), potrà capitare di entrare nuovamente in contatto con il liquido sottostante e di rimanervi intrappolate. Per questo motivo, pertanto, a un certo punto si creerà un equilibrio fra i due fenomeni, così che il numero delle molecole di acqua che evaporano, e quindi abbandonano il liquido, sarà egualato da quello delle molecole già evaporate che vi fanno ritorno. Si è cioè raggiunto quello che viene definito dai fisici come: *equilibrio liquido-vapore*.

Di questo continuo movimento di molecole che saltano da una parte all'altra, ovviamente, non riusciamo a rendercene conto direttamente, perché si tratta di oggetti troppo piccoli per poter essere osservati. Apparentemente (sarebbe meglio dire macroscopicamente), perciò, sembrerebbe non succedere nulla di particolarmente interessante, perché il livello del liquido nella pentola – l'unica cosa che possiamo osservare - non cambia nel tempo. Tuttavia, è sufficiente togliere il coperchio e soffiare via l'aria umida sostituendola con quella più secca dell'ambiente esterno, che si ritorna al caso della pozzanghera. La quantità di molecole che abbandonano il liquido, infatti, rimarrà sempre la stessa (perché dipende dall'agitazione termica dell'acqua e questa non cambia se la temperatura rimane costante), mentre il numero delle molecole che tornano indietro diminuirà fortemente, perché nell'aria circostante ora ci sono molte meno molecole d'acqua. In definitiva, quindi, senza un coperchio, più molecole d'acqua se ne vanno di quante ne fanno ritorno, con l'inevitabile conseguenza di provocare il prosciugamento dell'acqua contenuta nel recipiente. Da qui un semplice suggerimento: se volete accelerare un processo di evaporazione - per esempio quello dell'acqua ancora contenuta nei panni stesi ad asciugare - non dovete far altro che accendere un ventilatore!

### **Le molecole che evaporano**

Ma c'è un'ulteriore considerazione che vale la pena fare. Domandiamoci allora: quali sono le molecole che evaporano? Come abbiamo già sottolineato, si tratta di quelle che hanno ricevuto un accidentale surplus di energia, quel tanto che basta loro per vincere l'attrazione esercitata dalle molecole vicine. Pertanto, visto che se ne vanno le molecole con una energia maggiore, quelle che restano devono mediamente possedere un'energia inferiore e quindi agitarsi di meno. Poiché a livelli d'agitazione molecolare minori corrispondono temperature più basse, ne consegue che evaporando, un liquido deve gradualmente anche raffreddarsi. Ma questo non è tutto. Dobbiamo considerare anche gli effetti dovuti alle molecole evaporate che compiono il percorso inverso e dall'aria fanno ritorno nel liquido. Queste ultime, infatti, avvicinandosi al liquido cominciano a risentire dell'attrazione esercitata dalle loro gemelle presenti sulla sua superficie e quindi iniziano ad accelerare, col risultato di aumentare la propria velocità e di conseguenza anche la propria energia. Il loro ritorno nel liquido, pertanto, si tradurrà in una produzione di calore. Possiamo perciò concludere che le molecole di un liquido sottraggono calore quando lo abbandonano ma lo generano nuovamente quando vi fanno ritorno. Questa è la ragione per cui all'equilibrio liquido-vapore (quando cioè l'evaporazione netta è nulla) la temperatura dell'acqua nella pentola non cambia.

Per raffreddare un liquido perciò dobbiamo fare in modo che il numero di molecole che evaporano sia preponderante rispetto a quello delle molecole che vi si rituffano. Ed è per questo motivo che per raffreddare la minestra che stiamo mangiando, ci soffiamo sopra!

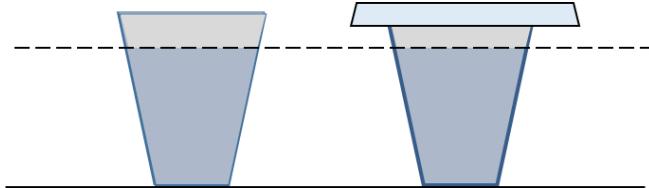
Se ci pensate bene, anche il fatto di sudare quando fa molto caldo ha a che fare con questa problematica. Il nostro organismo, infatti, produce sudore perché l'evaporazione di questo liquido fa abbassare la temperatura corporea, evitando così l'insorgere di problemi legati a un eccessivo surriscaldamento. I poveri cani - che invece non sudano - possono raffreddarsi solo attraverso la loro lingua. Per questo motivo, in estate, vediamo spesso il nostro amico a quattro zampe ansimante con la bocca aperta e la lingua a penzoloni. Infatti, ansimando, l'aria respirata dall'animale anziché essere eliminata attraverso il naso scorre sulla lingua, provocando così l'evaporazione della saliva che la ricopre. In questo modo la lingua si raffredda e, comportandosi come un vero e proprio scambiatore di calore, permette alla temperatura corporea del cane di abbassarsi. Ma, attenzione! Questo processo comporta una notevole perdita di liquidi e quindi nei periodi molto caldi occorre far bere di frequente l'animale per evitare il rischio di una sua possibile disidratazione.

### **Esperimento**

Per familiarizzare col fenomeno dell'evaporazione vi propongo un semplice esperimento. Vi servono solo due bicchieri e un piccolo piattino (quelli del servizio da caffè vanno benissimo).

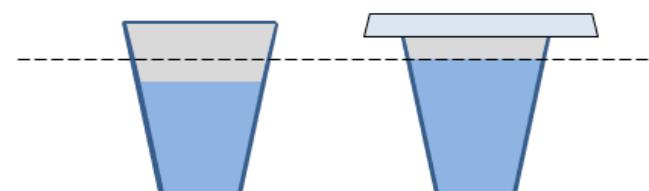
#### *Primo passo.*

Riempite i due bicchieri d'acqua allo stesso livello e ricopritene uno con il piattino.



#### *Secondo passo:*

Lasciate passare alcune ore (per esempio un'intera notte); poi controllate nuovamente il livello dell'acqua nei due bicchieri. Cosa noterete?



#### *Spiegazione*

Dopo alcune ore, il livello dell'acqua nel bicchiere ricoperto dal piattino è rimasto praticamente immutato mentre quello dell'altro bicchiere, al contrario, è diminuito. La spiegazione, come immagino abbiate intuito, sta nel fatto che nel bicchiere non coperto una piccola porzione d'acqua è evaporata, disperdendosi così nell'ambiente circostante, mentre nell'altro bicchiere questo non è accaduto. Infatti, per la presenza di una copertura che impedisce la fuoriuscita del vapore, in questo secondo bicchiere si è instaurato un regime di equilibrio liquido-vapore - tante molecole d'acqua evaporano altrettante ritornano nella fase liquida - e quindi il livello dell'acqua non è cambiato.

Se volete accelerare l'esperimento e rendere maggiormente visibile il risultato, potete appoggiare i due bicchieri su un termosifone acceso in modo da aumentare la temperatura dell'acqua e così accentuare il fenomeno dell'evaporazione.

**Sergio Musazzi**  
(Ricercatore e divulgatore scientifico)

