

## **PERCORSO DIDATTICO SULL'EVAPORAZIONE \***

**\*Cioncolini Giulietta  
Falleri Monica  
Fiorentini Carlo  
Greppi Attilia  
Martinucci Antonella  
Nencini Rossana**

Il riscaldamento e l'ebollizione dell'acqua sono fenomeni quotidiani; sono probabilmente già stati incontrati dai bambini nel primo ciclo e/o nella scuola dell'infanzia; sono stati utilizzati, durante la classe terza, nell'unità didattica sulle soluzioni, per il recupero del soluto. Ma una cosa è avere esperienza di un qualsiasi fenomeno, ed un'altra è concettualizzarlo.

Il ricorso ad una metodologia costruttivista prevede necessariamente tempi lunghi: la proposta didattica che viene qui delineata è lunga ed articolata, e prevede di lavorare per due ore settimanali impiegando circa quattro mesi.

## **Descrizione del riscaldamento dell'acqua**

- 1.** Collocate sopra una piastra elettrica un becker da 400 cc, contenente circa 100 cc di acqua distillata e chiedete ai bambini di osservare attentamente quello che succede durante il riscaldamento.

L'osservazione del fenomeno può essere fatta anche collettivamente, ponendo il fornellino al centro dell'aula e facendo disporre i bambini intorno ad esso in modo che possano osservarlo agiatamente. In questo modo si favorisce una discussione tra pari, mediata dall'insegnante, il quale assume un ruolo di "regista" della situazione che, con il compito di focalizzare i problemi e di sottolineare osservazioni fatte da singoli bambini ma rilevanti per tutti, può diventare una risorsa significativa in funzione della elaborazione scritta individuale che ciascun bambino dovrà fare. "Il pensiero e il ragionamento individuale si costruiscono attraverso pratiche sociali del discorso: i processi interattivi che sono condotti pubblicamente nello scambio con altri individui sono la base per qualsiasi competenza che possa venire interiorizzata e riattivata in altri contesti di discorso e di ragionamento". (Pontecorvo, Ajello, Zucchermaglio, *Discutendo s'impara*, NIS, Roma, 1991)

- 2.** Fate ai bambini la seguente richiesta: "Descrivi quello che è successo all'acqua nel becker".

Far disegnare sul quaderno gli strumenti utilizzati è utile per insistere sulla necessità di utilizzare un linguaggio chiaro e per sottolineare la situazione "formalizzata" dell'esperienza.

**3.** Leggete una o due descrizioni e discutete collettivamente su eventuali aggiunte o correzioni che si potrebbero fare e quindi chiedete ai bambini: “Dopo la discussione con i compagni, vuoi aggiungere o modificare qualcosa alla tua descrizione?”

Dopo che i bambini hanno raggiunto una descrizione adeguata del riscaldamento dell’acqua è possibile concettualizzare l’ “ebollizione dell’acqua”.

I bambini conoscono già la parola EBOLLIZIONE?

I bambini riconoscono il fenomeno dell’EBOLLIZIONE?

Nel caso che nessun bambino utilizzi questo termine, chiedere loro se vi è qualche fase del riscaldamento dell’acqua molto diversa dalle altre.

**4.** Se dalla discussione non emerge nulla di significativo, ripetete l’esperienza del riscaldamento dell’acqua facendo in modo che essa, pur diventando calda, non arrivi mai all’ebollizione.

Chiedete, quindi, ai bambini: “Osserva e confronta questa esperienza con quella precedente: quali differenze noti? Scrivi”.

E’ necessario che l’insegnante ponga particolare attenzione alle consegne che dà ai bambini:

- devono essere formulate in maniera chiara , semplice e precisa in modo che essi abbiano chiaro il significato della richiesta;
- devono essere in funzione della costruzione di significati e concetti e servono come strumento per guidare e indirizzare correttamente l’osservazione.

“L’osservazione non consiste in una registrazione passiva di un fenomeno .....Si tratta invece di un processo attivo col quale l’osservatore controlla le proprie percezioni confrontandole con le proprie aspettative.... Finché le osservazioni non servono a rispondere ad una domanda posta con chiarezza è possibile che i ragazzi non registrino accuratamente quel che vedono”. (Ausubel, Educazione e processi cognitivi, Angeli, Milano, 1987).

**5.** Dopo che un fenomeno è stato identificato diventa necessario indicarne il nome.

Chiedete ai bambini: “Definisci l’ebollizione dell’acqua”.

Anche in questo caso diventa necessario, se non lo si è fatto precedentemente, chiarire il significato della parola DEFINIZIONE o DEFINIRE in modo che sia chiaro per i bambini che si sta chiedendo loro di indicare quelle che sono le caratteristiche distintive di un fenomeno o di un oggetto, quelle che permettono cioè di riconoscerlo con precisione e sicurezza anche in altri contesti.

E’ una attività che i bambini hanno fatto costantemente fin dal primo ciclo, quando si lavorava sulle parole proprietà ma è opportuno ripetere esperienze analoghe facendo ricorso ad esempi di DEFINIZIONE in altri contesti ad esempio: “definisci un fiore”, “definisci un pesce” mettendo in evidenza che le caratteristiche indicate devono permettere di stabilire con precisione se un certo oggetto può essere o non essere “classificato” come fiore o come pesce.

I bambini sono, adesso, nelle condizioni di produrre qualcosa di simile a questa prima definizione: *l’ebollizione dell’acqua è quel fenomeno che si verifica ad un certo punto del riscaldamento dell’acqua e che è caratterizzato dalla contemporanea presenza dei seguenti aspetti:*

- 1. formazione di una grande quantità di bolle all’interno dell’acqua;*
- 2. emissione di fumo dalla superficie dell’acqua*
- 3. agitazione violenta della superficie dell’acqua*
- 4. diminuzione dell’acqua*

Questa definizione potrà essere assunta come collettiva, partendo chiaramente dal confronto delle definizioni individuali prodotte dai singoli bambini.

Questo primo concetto di “ebollizione dell’acqua” ha evidentemente un carattere soltanto descrittivo; esso, tuttavia, costituisce la base percettiva ed operativa indispensabile per lo sviluppo successivo del concetto, rappresenta, cioè, l’ancoraggio referenziale fondamentale.

Per sottolineare l’importanza di alcune considerazioni e/o per favorire i bambini nel percorso di rilettura delle esperienze è utile che l’insegnante fornisca, dopo che tutti i bambini hanno realizzato la concettualizzazione, delle schede da lei elaborate che puntualizzino e chiariscano le fasi più importanti del lavoro. Il quaderno costituisce uno strumento insostituibile come diario dell’esperienza ma, per certi bambini, può essere difficile ripercorrerlo tutto per individuare le fasi più salienti: le schede riassuntive dell’insegnante, espresse con un linguaggio chiaro, realizzate con una grafica semplice e ordinata possono costituire un valido ausilio in questo senso.

### **Che cos’è il fumo?**

Diventa ora necessario iniziare a fornire delle risposte a interrogativi che i bambini pongono in relazione a ciascuno dei quattro aspetti caratteristici dell’ebollizione e che hanno bisogno di risposte e chiarificazioni.

E’ necessario chiarire la natura del “fumo” (il termine corretto è nebbia; il fumo, che si ha infatti durante la combustione, contiene anche particelle solide. Con i bambini si continua, tuttavia, ad utilizzare il termine di uso comune).

- 6.** Chiedete ai bambini di rispondere individualmente per scritto alla seguente richiesta: “Durante il fenomeno dell’ebollizione dell’acqua, abbiamo visto che dal becker usciva del “fumo”. Provo a spiegare che cos’è quel “fumo”.

Socializzate le risposte

7. Predisponete il lavoro per l'osservazione di una esperienza che prevede l'utilizzo del distillatore.

Il distillatore è uno strumento complesso che necessita di essere analizzato con attenzione prima di utilizzarlo: fate disegnare lo strumento ai bambini e fate indicare loro con precisione il nome di ogni singola parte; chiarite e spiegate, in modo da evitare fraintendimenti, i percorsi diversi delle acque che vengono messe in circolo: l'acqua dell'ampolla che si riscalda e che alla fine si raccoglie nel becker, passando attraverso la serpentina, e l'acqua che invece è fredda, e che da una tanica viene fatta circolare nel tubo intorno alla serpentina e alla fine viene raccolta in un secchio. E' importante accertarsi che tutti i bambini comprendano che le due acque non possono mescolarsi perché i percorsi sono separati e non ci sono vie di comunicazione.

Dopo aver preparato il distillatore, iniziate il riscaldamento dell'acqua, per mezzo di una piastra elettrica, mettendo alcuni cc di acqua distillata nell'ampolla.

Chiedete ai bambini, mentre la osservano direttamente: "Descrivi l'esperienza con il distillatore".

8. Per verificare l'esatta comprensione del percorso dell'acqua può essere necessario fare anche le seguenti richieste: "Dov'è andata a finire l'acqua che era nell'ampolla del distillatore?"

Socializzate le risposte.

L'esperienza è di nuovo quella dell'ebollizione dell'acqua; essa è, tuttavia, effettuata con un dispositivo diverso da quello iniziale che permette più facilmente la concettualizzazione del fumo: i bambini possono infatti constatare che tutta l'acqua dell'ampolla si trasforma in fumo e che, a sua volta, il fumo si ritrasforma, nella

serpentina di nuovo in acqua, la quale va a finire nel becker. Dato che, però, nel distillatore il fumo non si vede, per facilitare la comprensione che esso c'è si può inserire il tappo nell'ampolla solo dopo che i bambini hanno notato l'iniziale formarsi del "fumo".

**9.** Per chiarire ulteriormente il motivo per cui il "fumo" non è visibile nel distillatore, fate ai bambini la seguente richiesta individuale: "Perché il "fumo", nell'esperienza con il distillatore non è visibile?" Socializzate le risposte e mettete in evidenza che è l'aria esterna più fredda che rende visibile il "fumo" in quanto condensa piccole particelle d'acqua. (il fumo è in realtà una miscelazione di vapore acqueo e goccioline d'acqua)

**10.** Chiedete ai bambini di chiarire ulteriormente **come** ha fatto l'acqua a passare dall'ampolla al becker, per appurare che qualcuno non pensi che l'acqua salga a goccioline lungo il vetro dell'ampolla e che ciascuno riesca a esprimersi in maniera tale da evitare che pensi che il livello dell'acqua nell'ampolla salga fino a raggiungere l'imboccatura della serpentina. Formulate ai bambini la seguente consegna individuale: "Descrivi **come** ha fatto l'acqua a passare dall'ampolla al becker".

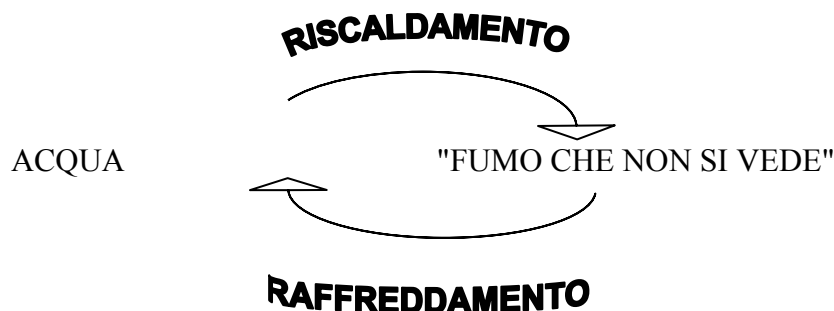
E' utile familiarizzare i bambini con l'uso di strumenti quali tabelle , grafici o diagrammi che possono facilitare l'esposizione, la rielaborazione e il confronto tra esperienze.

**11.** Fate loro la seguente richiesta: "Come riassumeresti con poche parole, e, se vuoi, anche con uno schema o un diagramma, il percorso dell'acqua nel distillatore?"

Socializzate e distribuite tramite fotocopie i lavori più significativi di alcuni bambini.

Fornite anche una scheda del tipo:

SI PUO' RIASSUMERE ANCHE COSI'



I bambini sono adesso in grado di comprendere che il fumo non è altro che acqua, in uno stato diverso dell'acqua liquida: essi possono infatti constatare che **tutta** l'acqua contenuta nell'ampolla si trasforma in "fumo che non si vede" e che **tutto** "questo fumo" si ritrasforma in acqua, che poi passa nel becker (la quantità dell'acqua rimane inalterata), e quindi comprendere che l'acqua per ebollizione si trasforma in vapore acqueo.

- 12.** Fate ai bambini la seguente richiesta scritta individuale: "Allora, il fumo che esce dall'acqua in ebollizione che cos'è?"

Socializzate le risposte e discutete collettivamente perché è importante la comprensione da parte di tutti che l'acqua all'ebollizione rimane sempre acqua pur trasformandosi in qualcosa che ha un aspetto molto diverso.

Soltanto a questo punto ha significato introdurre il termine **vapore acqueo** per indicare il "fumo che non si vede": compreso il concetto è importante introdurre il termine che permette di conservarlo.

Inoltre è importante introdurre con i bambini termini corretti, chiarendo il diverso significato che essi possono avere in un contesto meno formalizzato come quello

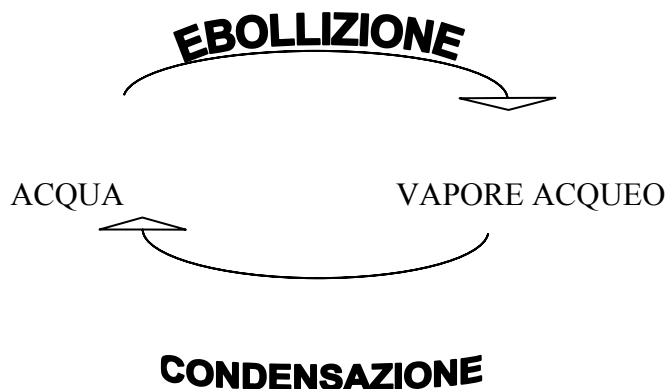


della realtà quotidiana. Le conoscenze di senso comune spesso favoriscono il radicarsi di misconcetti e impediscono una reale e piena comprensione di concetti scientifici.

Probabilmente il termine “vapore” era stato proposto da alcuni bambini fin dall’inizio di questa attività per designare il fumo. Vi è, tuttavia, una profonda differenza tra esso e il termine “vapore acqueo”: vapore è ,infatti, un termine generico e non specifico (tutti i liquidi per ebollizione danno vapori), che è utilizzato nella vita quotidiana, come sinonimo di vapore acqueo, ed in questa accezione, quando vi è mancanza di consapevolezza in chi lo usa, esso nasconde il significato del fumo.

- 13.** Introducete i termini condensazione ed ebollizione inserendoli nello schema precedente fornendo una scheda del tipo:

**RIASSUMO CON LE PAROLE GIUSTE**



Accompagnandola con la seguente precisazione: LA TRASFORMAZIONE DEL VAPORE ACQUEO IN ACQUA PER RAFFREDDAMENTO PRENDE IL NOME DI **CONDENSAZIONE**.

## L'acqua distillata

La distillazione dell'acqua, che è stata effettuata per concettualizzare il fumo, permette di raggiungere un secondo obiettivo, comprendere, cioè, che cos'è l'acqua distillata, sostanza che è stata utilizzata più volte nelle attività precedenti.

- 14.** Ripetete l'esperimento dell'ebollizione dell'acqua, versando in un becker alcuni cc di **acqua di rubinetto** tenendola sul fornellino fino a che non si è consumata tutta. Quindi fate ai bambini la seguente richiesta: "Osserva e confronta questa esperienza con quella dell'ebollizione dell'acqua distillata. Quali differenze noti?"

Socializzate le risposte e mettete in evidenza che l'acqua di rubinetto ha lasciato nel becker una "patina biancastra".

Chiedete ai bambini spiegazioni circa la natura di quella patina e, anche tramite una scheda riassuntiva che richiami il percorso sulle soluzioni fatto in terza classe, mettete in evidenza che **l'acqua è una soluzione** perché, pur apparendo limpida e trasparente, contiene sostanze solide disciolte che si vedono solo quando tutta l'acqua si è trasformata in vapore acqueo.

I bambini sono ora in grado di comprendere le differenze tra i vari tipi di acqua. Sono in grado di comprendere che se l'acqua distillata non contiene più sostanze solide, l'acqua usuale (di rubinetto, di fiume, ecc.) che appare come un'unica sostanza, è in realtà una soluzione. Si può ulteriormente indagare su tale comprensione e, facendo riferimento alle loro esperienze, chiedere:

- "Secondo te che cos'è l'acqua bidistillata che si usa per le fiale di medicinali?"
- "Perché nei ferri da stiro è consigliato l'uso dell'acqua distillata?"
- "Perché le pentole, a volte, appaiono sporche, di un colore biancastro?"

## Le acque minerali

- 15.** Il sapore dell'acqua dipende dalla quantità e dal tipo di sostanze solide (sali) disciolte in essa e ciò può essere constatato mettendo a confronto alcuni tipi di acque minerali.

Scegliete tre tipi di acqua minerale con contenuto salino molto diverso; il confronto viene fatto sulla base del valore del residuo fisso a 180°.

Si constata così che ci sono grandi differenze nella quantità di sali disciolti: vi sono acque minerali che ne contengono più di 1 g/l, ve ne sono altre che contengono meno di 0,05 g/l di sali.

Fate assaggiare le acque ai bambini e fate registrare le differenze.

- 16.** Versate circa 20 cc di ciascuna delle tre acque in becker diversi, collocateli sulla piastra fino a completa evaporazione, e chiedete ai bambini: “Quali differenze noti nella “patina” lasciata dai tre diversi tipi di acqua minerale?”

Fotocopiare le etichette delle bottiglie e distribuirle ai bambini per confrontarle e mettere in relazione la quantità di patina lasciata da ciascuna con il relativo valore del residuo fisso a 180°.

Le acque minerali vengono conseguentemente classificate in tre gruppi:

- Le acque oligo - minerali che contengono meno di 0,2 g/l di sali; esse sono indicate per chi soffre di calcoli renali;
- Le acque medio – minerali che contengono tra 0,2 e 1 g/l di sali; sono quelle più adatte in sostituzione dell'acqua di rubinetto;
- Le acque minerali che contengono più di 1 g/l di sali; sono quelle più indicate per i bambini più piccoli, proprio per il loro alto contenuto di sali.

## Le bolle

**17.** Dopo che i bambini hanno compreso che cos'è il fumo è opportuno indagare sulla natura delle bolle che si formano durante l'ebollizione.

Ripetete l'esperienza dell'ebollizione di una piccola quantità di acqua, e, mentre i bambini la osservano chiedete loro: “Osserva attentamente le bolle che si formano nell'acqua, di che cosa sono fatte?”

Molti bambini tendono a rispondere che le bolle sono fatte di aria (è esperienza quotidiana la formazione di bolle dovute all'aria) ed è stato riscontrato che anche nelle risposte di studenti universitari permangono risposte quali: le bolle sono dovute all'aria o alla formazione di idrogeno ed ossigeno.

**18.** Registrare le ipotesi dei bambini e stimolare una discussione collettiva che chiarisca i seguenti aspetti:

- inizialmente le bolle sono, in effetti, dovute alla presenza dell'aria che in essa è contenuta, che è quella che infatti permette ai pesci di respirare, ma che essa è troppo poca per giustificare la presenza di una così grande quantità di bolle; infatti l'acqua per i pesci deve essere cambiata o negli acquari esistono strumenti che forniscono aria in continuazione;
- nell'esperienza con il distillatore si è visto che tutta l'acqua si trasforma in vapore acqueo, cioè acqua che ha assunto una forma diversa, e che tutto il vapore si ritrasforma in acqua, quindi è impossibile che l'acqua si trasformi in aria.

➤

**19.** E' un passaggio non facile per i bambini e, per verificare più precisamente ciò che ciascuno di loro ha effettivamente compreso, chiedete di rispondere per scritto alla seguente domanda: “Dopo la discussione sulle bolle scrivo quello che ho capito”.

Fornite una scheda riassuntiva sulla natura delle bolle.

### **L'acqua bolle a 100°C**

E', probabilmente. conoscenza di senso comune che l'acqua bolle a 100°, ma molti non conoscono il significato di questa affermazione. A scuola essa viene generalmente presentata in modo inadeguato psicologicamente: in alcuni casi viene semplicemente enunciata, in altri l'affermazione è accompagnata da un grafico indicante la relazione esistente tra calore (o tempo di riscaldamento dell'acqua) e temperatura. Ma, anche nel secondo caso l'operazione è illusoria, in quanto lo studente della scuola di base non ha ancora la capacità di risalire da una rappresentazione così astratta alla realtà. Il cammino che va percorso è quello opposto. **Se lo studente non avrà , in molte occasioni, negli ambiti fenomenologici più disparati, affrontato il passaggio dal concreto all'astratto, dal fenomeno alla rappresentazione in diagrammi, si troverà, anche nella scuola superiore nell'impossibilità di effettuare il percorso inverso.**

- 20.** Effettuate di nuovo il riscaldamento dell'acqua, ma ora la consegna non è quella dell'osservazione diretta del fenomeno bensì quella della registrazione della temperatura dell'acqua in relazione al riscaldamento.

Occorre ripetere l'esperimento; tuttavia ciò non è sufficiente: a volte gli esperimenti possono essere effettuati con modalità diverse, tali da renderli ora ciechi, ora intelligenti (Wertheimer, *Il Pensiero produttivo*, Giunti, Firenze, 1965).

E' cieca la modalità più ovvia di effettuazione di questo esperimento, consistente nella diretta registrazione del tempo e della temperatura. Indubbiamente essa permetterebbe di comprendere il significato dell'affermazione "l'acqua bolle a 100°C",

ma lo farebbe in modo cieco in quanto questa caratteristica apparirebbe come un fatto ovvio.

- 21.** Prima di effettuare l'esperimento è necessario verificare quale consapevolezza hanno i bambini degli effetti del calore sugli oggetti.

E' conoscenza di senso comune l'idea che quanto più si riscalda un corpo, tanto più questo diventa caldo (questo principio è nel senso comune relativizzato, perché vi sono corpi che ad un certo punto bruciano, vi sono corpi che conducono bene il calore ed altri no, ecc.).

Chiedete ai bambini di riportare in una tabella gli effetti del calore su un cucchiaini di metallo (esperienza effettuata l'anno precedente) con il passare del tempo:

“Cosa succede se metto su un fornellino acceso un cucchiaino di metallo?”

	DOPO UN MINUTO	DOPO CINQUE MINUTI	DOPO MEZZ'ORA
SUCCEDE CHE.....			

Socializzate le risposte.

- 22.** A questo punto si può iniziare l'esperimento di riscaldamento dell'acqua, dando l'indicazione ai bambini di registrare ogni trenta secondi la temperatura in una tabella con due colonne, una per il tempo di riscaldamento e l'altra per la temperatura.

TEMPO	TEMPERATURA
Dopo 30 secondi	
Dopo 1 minuto	
Dopo 1 minuto e mezzo	
Dopo due minuti	
Dopo 2 minuti e mezzo	
Dopo 3 minuti	

Il dispositivo sperimentale è costituito dalla piastra elettrica, da un becker da 400 cc contenente circa 100 cc di acqua distillata e da un termometro che abbia una scala che arrivi oltre i 100°C. Il termometro va usato come agitatore, tenendolo sempre immerso nell'acqua ma non appoggiato sul fondo del becker.

Se i bambini non hanno mai visto un termometro uguale è necessario farglielo osservare attentamente ed eventualmente effettuare un disegno dello strumento.

- 23.** Dopo un po' di tempo, quando la temperatura è sui 40 - 50°C, interrompete il riscaldamento e date ai bambini la seguente consegna individuale: "Provo ad ipotizzare che cosa succederà alla temperatura dell'acqua lasciandola sul fornellino per un tempo molto più lungo di 4 minuti".

Generalmente la maggior parte dei bambini non è in grado di prevedere che la temperatura a 100°C rimane costante: molti ipotizzeranno che continuerà a salire fino alla rottura del termometro.

- 24.** Riprendete il riscaldamento dell'acqua, che verrà mantenuta per alcuni minuti e riprendete anche la registrazione della temperatura.

Chiedete ai bambini: "Scrivo le mie impressioni su questa esperienza".

I bambini constateranno la costanza della temperatura di ebollizione dell'acqua, ma lo faranno provando stupore, (alcuni penseranno che il termometro non funzioni), meraviglia per qualcosa che sembra strano e illogico. Soltanto in questo modo un fatto cieco può diventare un problema: perché la temperatura non continua a salire, perché l'acqua non diventa più calda, nonostante si continui a fornire calore?

La stessa meraviglia fu provata dagli scienziati settecenteschi che osservarono, dopo l'invenzione del termometro, questo strano fenomeno: risultò loro così assurdo che coniarono un termine che è poi rimasto, seppure con un'accezione completamente diversa: calore latente di ebollizione. Mentre per loro significava calore che si nascondeva, perché non manifestava effetti, non faceva aumentare la temperatura; dopo che si capì che il calore all'ebollizione viene completamente utilizzato per rompere i legami tra le molecole nel passaggio da acqua liquida ad acqua vapore; quel termine venne impiegato (e viene ancora oggi) per indicare il calore necessario per far bollire una precisa quantità di acqua.

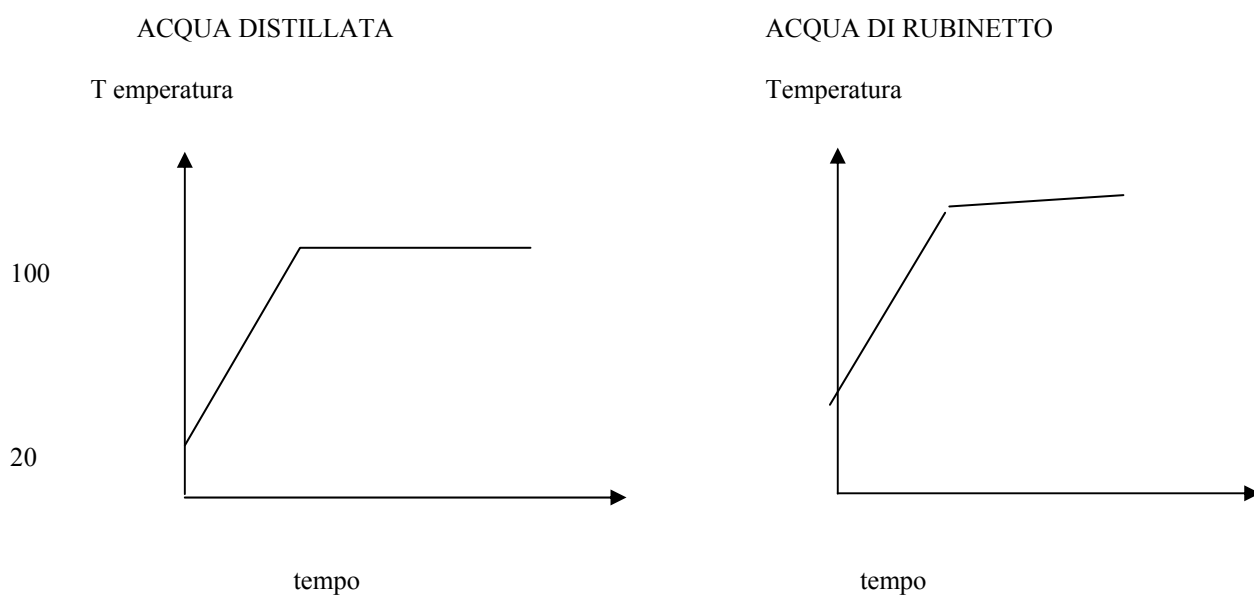
- 25.** Ripetete l'esperienza (non è più necessario interrompere il riscaldamento), usando, questa volta, acqua di rubinetto.

Si constaterà che la temperatura dell'acqua tende, dopo i 100°C, seppur molto lentamente, a salire. Già la temperatura iniziale dovrebbe essere leggermente superiore a 100°C. Abbiamo usato il condizionale perché la temperatura dipende anche da altri fattori, quali la pressione atmosferica e la precisione del termometro.



Infatti, anche con l'acqua distillata la temperatura di ebollizione potrebbe non risultare 100°C. Scientificamente si parla di innalzamento ebullioscopico a proposito dell'aumento della temperatura di ebollizione dell'acqua in funzione della quantità di sali disciolti.

**26.** Fate realizzare ai bambini due grafici utilizzando la carta millimetrata e i dati raccolti:



Fate aggiungere alla precedente definizione dell'ebollizione dell'acqua, la caratteristica che essa **si verifica alla temperatura costante di 100 °C**

## L'evaporazione dell'acqua

La concettualizzazione dell'evaporazione dell'acqua, va collocata alla fine di questo percorso e non all'inizio, come si potrebbe spontaneamente ipotizzare in relazione al fatto che essa è indubbiamente più importante e più presente dell'ebollizione nella vita quotidiana dei bambini.

L'evaporazione dell'acqua è, tuttavia, un fenomeno che normalmente non si vede: sono invece osservabili nel tempo i suoi effetti, la diminuzione prima e poi la sparizione dell'acqua. Comprendere che con l'evaporazione l'acqua sparisce non è difficile per il bambino; è, infatti, esperienza quotidiana constatare che le cose bagnate si asciugano, quali le strade, gli indumenti lavati, ecc. Ma concettualizzare, sempre a livello elementare, l'evaporazione dell'acqua è qualcosa di molto diverso da questa conoscenza di senso comune. E' iniziare a comprendere che cosa succede all'acqua quando sparisce.

La velocità di evaporazione dipende da molti fattori quali la temperatura, la superficie dei liquidi, la presenza di aerazione, ecc. In questa prima fase di acquisizione del concetto è necessario restringere le variabili alla variazione di temperatura ed all'utilizzo di diversi campioni di soluzioni acquose.

- 27.** Preparate 6 becker da 400 contenenti: 2 becker 20 cc di acqua di rubinetto; 2 becker 20 cc di una soluzione di acqua distillata e sale; e 2 becker 20 cc di una soluzione di acqua distillata e solfato di rame.

Collocate 3 becker (uno per ciascun tipo di soluzione) in una zona della classe lontana e 3 in una zona della classe vicina a fonti di calore (quali il termosifone d'inverno o una finestra dove vi batta il sole per alcune ore in primavera).

Fate osservare e registrare che cosa accade dopo alcuni minuti, dopo alcune ore e dopo alcuni giorni, fino a completa sparizione dell'acqua in tutti i recipienti.

Fate un elenco delle differenze notate.

**28.** Chiedete ai bambini delle spiegazioni in relazione a ciò che è successo facendo loro delle domande scritte e chiedendo di motivare le risposte:

1. “Come mai l'acqua non c'è più?”
2. “Come mai nei recipienti vicini ad una fonte di calore l'acqua è sparita prima?”
3. “L'acqua che è sparita dov'è andata?”
4. “In che cosa si è trasformata?”

Socializzate le risposte.

E' possibile che il termine evaporazione sia stato impiegato dai bambini fin dall'inizio di questi esperimenti: ora è comunque il momento in cui esso va introdotto intenzionalmente, in quanto si è finalmente compreso che l'acqua sparisce perché si trasforma in vapore acqueo.

**29.** Fornite una scheda riassuntiva mettendo in evidenza che l'evaporazione dell'acqua è un fenomeno che si verifica sempre, anche con dell'acqua molto fredda, ma la velocità con cui si forma il vapore acqueo e con cui l'acqua sparisce cambia a seconda della vicinanza o della lontananza da fonti di calore.

**30.** Riprendete le considerazioni sulla visibilità del vapore acqueo fatte quando si lavorava con il distillatore e ponete ai bambini la seguente domanda scritta individuale: “Ripensa alle esperienze osservate quest'anno: ebollizione, distillazione ed evaporazione; scrivi in quale

esperienza abbiamo visto il vapore acqueo e in quale non lo abbiamo visto pur pensando che ci fosse”.

Socializzare le risposte.

- 31.** Chiedete individualmente per scritto: “Prova a spiegare perché il vapore acqueo si vede nell’ebollizione e non si vede nella distillazione e nell’evaporazione”.

Socializzate le risposte.

E’ molto probabile che i bambini ipotizzino che il vapore acqueo non è visibile perché le particelle di cui è costituito sono talmente piccole da non essere visibili, mentre il “fumo” è, invece, visibile perché le goccioline di acqua che lo rendono visibile sono costituite dall’unione (aggregazione) di molte particelle di acqua più piccole e non visibili.

In questo modo i bambini sono in grado di formulare le prime ipotesi atomistiche sull’acqua, così come sono stati capaci di farlo alla fine del percorso didattico sulle soluzioni.

- 32.** Vi sono molte sostanze che comunemente vengono dette cristalline, come il sale e lo zucchero, perché sono costituite da granelli trasparenti o luccicanti e con spigoli. L’accezione scientifica di sostanza cristallina è diversa in quanto fa riferimento alla forma caratteristica di ciascuna sostanza solida cristallina, quale ad esempio la forma dei cristalli di quarzo che si possono acquistare con poca spesa.

I bambini hanno già constatato che le sostanze solide (come il sale, il solfato di rame, ecc. ) solubili in acqua sono recuperabili sia per ebollizione che per evaporazione e hanno sicuramente notato alla fine degli esperimenti di evaporazione la forma strana del sale e del solfato di rame rimasti in fondo al becker. E’ già intuibile la forma cristallina di tali sostanze.

Potete tuttavia ottenere dei cristalli ben formati, ripetendo gli esperimenti di evaporazione, collocando per mezzo di una bacchettina di vetro al centro del becker e non a contatto con il fondo, uno spago su cui è stato collocato un cristallino di sostanza.

### **Il ciclo dell'acqua**

Il ciclo dell'acqua costituisce indubbiamente uno dei fenomeni fondamentali che si verificano sulla Terra che, da una parte spiega molte trasformazioni della Terra stessa, e che dall'altra rende possibile la vita sulla Terra.

Data la sua importanza, esso viene introdotto più volte nella scuola di base ma in modo nozionistico, per mezzo di immagini quali quella sopra riportata, pensando che ciò sia sufficiente per la sua comprensione. Invece il ciclo dell'acqua può essere compreso seppur a livello elementare, solo alla fine di questo lungo percorso sull'ebollizione e sull'evaporazione dell'acqua.

**33.** Fate ai bambini la seguente domanda scritta individuale: “Da dove viene l'acqua della pioggia?”

Se dalle risposte non emerge niente di significativo, stimolate ulteriormente i bambini ponendo loro anche le seguenti domande:

- Da dove viene l'acqua dei fiumi?
- Evapora l'acqua dei fiumi, dei laghi e dei mari?
- Dove va a finire l'acqua che evapora dai fiumi, dai laghi e dai mari?
- Le nuvole che cosa sono? Come si formano? A che cosa assomigliano?

Socializzate le risposte.

**34.** Chiedete ai bambini di produrre un disegno sul ciclo dell'acqua e di spiegare la loro rappresentazione.

**35.** Fornite ai bambini delle semplici schede in cui, attraverso un linguaggio semplice ed adeguato e con immagini chiare si parli di fenomeni atmosferici quali la pioggia, la grandine, la nebbia.....

## Approfondimento<sup>1</sup>

### Vapore e umidità

L'acqua allo stato di vapore è uno dei componenti della nostra atmosfera e viene definita, solitamente, con il termine **umidità**. La percentuale di vapore acqueo presente nell'aria può variare notevolmente, ma, normalmente, non supera il 5% del volume complessivo di aria, in quanto raggiunge ben presto la saturazione. Infatti l'aria può contenere solo quantità definite di vapore, che variano a seconda della temperatura: più l'aria è calda, maggiore è la quantità di vapore che può essere immagazzinata. Quando l'aria non è più in grado di ospitare altro vapore acqueo, si dice che ha raggiunto il punto di saturazione. Il vapore acqueo inizierà allora a tornare allo stato liquido, cioè a condensare.

Un modo utile e pratico per esprimere l'umidità è quello farlo ricorrendo ai valori di “umidità relativa”, che è il rapporto percentuale fra la quantità di vapore acqueo effettivamente presente e quello che vi potrebbe essere se l'aria fosse satura nelle stesse condizioni di temperatura e pressione. Quando si parla di umidità relativa dell'aria al 70%, significa che l'aria in esame contiene il 70% della quantità del vapore acqueo che, a quella data pressione e temperatura, porterebbe alla saturazione. Potremmo anche dire che l'umidità relativa esprime la distanza dalla condizione di saturazione. Si parla infatti di aria secca se l'umidità relativa è al di sotto del 35-40%, umida se supera il 70%.

Per l'uso quotidiano, questi valori assumono una grande importanza, in quanto l'umidità relativa contribuisce a determinare la **velocità di evaporazione**: se l'umidità relativa aumenta, la velocità di evaporazione diminuisce e viceversa (l'evaporazione effettiva diventerebbe zero se l'umidità relativa fosse del 100%). Per gli esseri viventi la velocità di evaporazione è ben più importante della quantità di vapore presente nell'aria: per esempio, è il processo di evaporazione dell'acqua che permette la regolazione della temperatura corporea (vedi paragrafo successivo). Così pure la velocità di evaporazione è importante anche in agricoltura, perché tanto più veloce è l'evaporazione dell'acqua dal suolo, tanto più frequentemente questo deve essere irrigato.

---

<sup>1</sup> A cura di Antonio Testoni

## Evaporazione, sudorazione e indice di calore

Nelle calde giornate estive, il corpo umano deve mantenere la sua temperatura entro i limiti fisiologici e lo fa attraverso la traspirazione. La successiva evaporazione del sudore (in pratica acqua) sottrae calore, raffreddando così la pelle (ricordate la sensazione di “freddo” quando si esce da un bagno al mare o in piscina?).

L'umidità relativa dell'ambiente può interferire con questo processo, limitando la possibilità di evaporazione. Nel caso di umidità elevata, l'organismo non ha modo di eliminare il calore in eccesso, per cui la sensazione è la stessa di quella provocata da una temperatura maggiore, proprio perché il meccanismo fisiologico di raffreddamento è ostacolato.

La sgradevole sensazione di afa è causata, quindi, dalla presenza simultanea di valori elevati di temperatura ed umidità dell'aria. Se l'afa è intensa il corpo rischia di perdere, per sudorazione, quasi tutto il contenuto in acqua dei tessuti, ossia si disidrata, cosicché la temperatura corporea, non più controllata dalla sudorazione, inizia a salire fino a superare, talvolta, i 42 ° C, limite oltre il quale avviene il decesso per *colpo di calore*. Il rischio maggiore è per gli anziani, perché, avendo nei tessuti un minore quantità di acqua, si disidratano più facilmente. Vi è un apposito **indice, per misurare l'intensità dell'afa**: la *temperatura apparente* (o **indice di calore**), la quale indica la temperatura effettiva da noi avvertita in presenza di afa (vedi tabella successiva). **Si rischia il colpo di calore quando tale indice supera 42° C**. Ad esempio, se il termometro segna 32° C e l'igrometro misura un'umidità del 60% , la temperatura apparente è 37°C. Invece con una temperatura di 38° C, ma un'umidità relativa appena del 10%, si avverte una temperatura di 33° C. Ma cosa fare e dove rifugiarsi quando il caldo e l'afa incominciano a farsi opprimenti? In questi casi, più che il mare, è consigliabile la montagna: in altura difatti l'aria è più fresca, dato che la temperatura cala di circa un grado ogni 150 metri di altitudine, ed inoltre è anche molto più secca, venendo a mancare quel meccanismo di accumulo di umidità nei bassi strati, tipico delle zone pianeggianti. Diversamente, se non si ha questa possibilità, è bene innanzi tutto bere molto, limitare l'attività fisica e l'esposizione diretta ai raggi solari.



## Indice di calore

T (°C)	umidità relativa (%)												
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31	31	32
28	28	28	28	29	29	30	31	31	32	33	34	35	36
29	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40
30	30	30	31	32	33	34	35	36	38	39	41	42	44
31	31	32	33	34	35	36	38	39	41	43	45	47	49
32	32	33	34	36	37	39	40	42	44	47	49	51	54
33	34	35	36	38	40	41	43	46	48	51	54	57	60
34	35	37	38	40	42	44	47	49	52	55	58		
35	37	39	41	43	45	48	50	53	57	60			
36	39	41	43	46	48	51	54	58					
37	41	43	46	48	51	55	58						
38	43	46	49	52	55	59							
39	46	49	52	55	59								
40	48	51	55	59									
41	51	54	58										
42	54	57											
43	57												
44	60												

Per temperature inferiori a 25 °C, con umidità poco elevata (sotto il 30%) si può ritenere approssimativamente che l'indice di calore coincida con la temperatura reale, senza significativi effetti dovuti all'umidità.

Heat Index	Possible heat disorders for people in higher risk groups
54 or higher	Heatstroke/sunstroke highly likely with continued exposure.
41-54	Sunstroke, heat cramps or heat exhaustion likely, and heat stroke possible with prolonged exposure and/or physical activity.
32-41	Sunstroke, heat cramps and heat exhaustion possible with prolonged exposure and/or physical activity.
27-32	Fatigue possible with prolonged exposure and/or physical activity.

## Dall'umidità atmosferica alla formazione delle nubi ...

Le nubi si formano attraverso processi naturali legati all'umidità atmosferica. Il vapor acqueo (invisibile!) nell'atmosfera viene costantemente rinnovato dai processi di evaporazione, mentre le precipitazioni, in forma di pioggia o neve, a loro volta riportano l'acqua sulla superficie terrestre, completando il ciclo idrologico.

L'aria è formata, come abbiamo già più volte sottolineato, in parte da vapor acqueo. Le nubi si formano quando l'aria si raffredda fino al punto in cui il vapor acqueo condensa, ovvero la condensazione avviene quando una porzione di aria è satura di vapor acqueo.

Con l'instaurarsi di una determinata situazione meteorologica (bassa pressione), l'aria umida si muove verso gli strati più alti dell'atmosfera e si raffredda. L'aria fredda può contenere **meno vapor acqueo** rispetto all'aria più calda e la sua temperatura può eventualmente raggiungere il punto di saturazione. Il vapor acqueo allora condensa, formando piccole goccioline, che, raggruppandosi in gocce più grosse, formano una **nube**. Un ulteriore raffreddamento può portare anche alla formazione di cristalli di ghiaccio (grandine, neve).

La temperatura alla quale il vapore inizia a condensare è nota come “punto di rugiada”. Se la condensazione avviene al suolo, l'acqua tende a formarsi su varie superfici, formando piccole gocce: la **rugiada**. Quando la temperatura delle superfici è inferiore al punto di congelamento, il vapore acqueo si trasforma invece in ghiaccio: si forma la **brina**. In situazioni dove si ha un rapido raffreddamento degli strati di aria immediatamente sovrastanti la superficie del terreno (il raffreddamento è massimo durante le notti serene e senza vento), il vapore condensa in goccioline così piccole da rimanere sospese nell'aria formando una vera e propria nube in prossimità del suolo: la **nebbia**.

In definitiva la comparsa di una nube, della rugiada, della nebbia o della brina fornisce l'evidenza visiva della presenza dell'acqua nell'atmosfera.

\* Questo percorso si trova nel volume: L. Barsantini, C. Fiorentini, *L'insegnamento delle scienze verso il curricolo verticale. I fenomeni chimico-fisici*, L'Aquila, IRSAE Abruzzo, 2001.