

# L'EVAPORAZIONE, L'EBOLLIZIONE E IL CICLO DELL'ACQUA

Claudia Andreini, Anna Dallai, Monica Falleri, Carlo Fiorentini

Antonella Martinucci, Rossana Nencini, Elena Scubla, Sandra Taccetti

Ultima revisione 2024

## INTRODUZIONE

Le **Indicazioni nazionali** nell'introduzione alle scienze, recitano:

*L'osservazione dei fatti e lo spirito di ricerca dovrebbero caratterizzare un efficace insegnamento delle scienze e dovrebbero essere attuati attraverso un coinvolgimento diretto degli alunni incoraggiandoli, senza un ordine temporale rigido e senza forzare alcuna fase, a porre domande sui fenomeni e le cose, a progettare esperimenti/esplorazioni seguendo ipotesi di lavoro e a costruire i loro modelli interpretativi.*

In questo percorso portiamo gli alunni, attraverso una sequenza di osservazioni, a costruire un'interpretazione dell'ebollizione, dell'evaporazione e della condensazione, per arrivare a sviluppare insieme un modello interpretativo semplice di ciclo dell'acqua.

*La ricerca sperimentale, individuale e di gruppo, rafforza nei ragazzi la fiducia nelle proprie capacità di pensiero, la disponibilità a dare e ricevere aiuto, l'imparare dagli errori propri e altrui, l'apertura ad opinioni diverse e la capacità di argomentare le proprie\*.*

Questo percorso è pura ricerca sperimentale con i bambini e di conseguenza il suo valore non va ricercato principalmente negli obiettivi di apprendimento ma nello sviluppo delle competenze scientifiche e di cittadinanza, di quegli atteggiamenti e abilità che sono essenziali per sviluppare un pensiero critico e crescere cittadini attivi e consapevoli.

## OBIETTIVI DEL PERCORSO

- Osservare e descrivere un fenomeno: il riscaldamento dell'acqua
- Definire l'ebollizione dell'acqua
- Comprendere che durante la distillazione l'acqua si trasforma in uno stato non visibile (vapore acqueo)
- Identificare la differenza tra fumo e nebbia
- Comprendere la differenza tra acqua comune e acqua distillata
- Comprendere che fenomeno si utilizza per separare il solvente dal soluto in una soluzione riscaldandola
- Differenziare i vari tipi di acque valutando la quantità di sali contenuti all'interno;

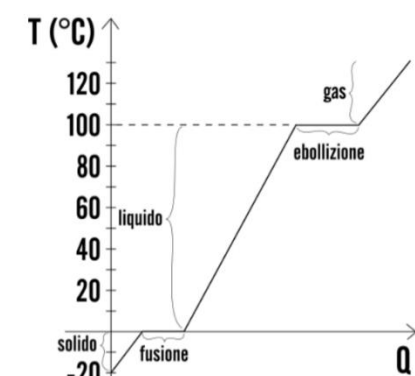
- Comprendere che le bolle sono fatte di acqua allo stato gassoso
- Osservare che l'acqua ha una temperatura di ebollizione di 100°C e che questa rimane costante durante tutta la durata del fenomeno
- Saper distinguere il fenomeno dell'evaporazione dal fenomeno dell'ebollizione
- Comprendere che gli odori derivano da sostanze che passano allo stato aeriforme
- Comprendere che l'evaporazione avviene comunque anche se non scaldiamo
- Comprendere che il calore fa aumentare la velocità di evaporazione
- Comprendere che facendo evaporare lentamente l'acqua di una soluzione si cristallizza il soluto mentre facendola bollire, si ottiene una polvere
- Comprendere le dinamiche elementari del ciclo dell'acqua

### **ALCUNE DELLE COMPETENZE SVILUPPATE NEL PERCORSO**

- Imparare a descrivere fenomeni
- Imparare a definire i fenomeni
- Imparare a fare ipotesi sulla base di osservazioni
- Imparare a non fermarsi alle apparenze
- Imparare a collegare fra loro fenomeni e osservazioni
- Imparare a confrontarsi con gli altri
- Imparare a mettere in dubbio la propria idea sulla base delle opinioni altrui
- Imparare ad essere aperti ad altre proposte ed essere disposti a cambiare idea
- Imparare il rigore scientifico
- Imparare a chiedersi il perché delle cose
- Sapere interpretare la realtà sulla base delle conoscenze acquisite
- Imparare a fare ipotesi e a discutere su esse
- Sapere argomentare le proprie idee
- Imparare a disegnare grafici sulla base di misurazioni
- Imparare ad usare la matematica come linguaggio della scienza
- Iniziare a prendere consapevolezza che esiste un mondo microscopico invisibile che ci circonda e influenza la nostra vita

## DUE FENOMENI QUOTIDIANI MA COMPLESSI

L'evaporazione e l'ebollizione sono due fenomeni ben distinti anche se in entrambi i casi si verifica il passaggio della sostanza dallo stato liquido allo stato gassoso. L'evaporazione è un fenomeno spontaneo che interessa soltanto la superficie del liquido, perché le particelle a contatto con l'aria circostante tendono spontaneamente a lasciare il liquido. Fornendo calore la velocità di evaporazione aumenta, così si arriverà ad un valore di temperatura in cui non solo la superficie dell'acqua mostrerà la tendenza alla trasformazione ma l'intera massa del liquido: abbiamo raggiunto la temperatura di ebollizione. Durante l'ebollizione si verifica la formazione di bolle internamente al liquido, dovute al passaggio di stato dell'acqua da liquido a gas. La temperatura di ebollizione varia da sostanza a sostanza e per l'acqua distillata, alla pressione atmosferica, è di 100°C. Durante l'ebollizione, anche continuando a fornire calore, la temperatura rimane costante perché tutto il calore fornito viene usato dall'acqua per trasformarsi in gas.



## CONSIDERAZIONI PEDAGOGICO-DIDATTICHE SUL PERCORSO

A differenza di molti libri di testo che generalmente partono dal fenomeno dell'evaporazione, il percorso che proponiamo affronta come primo fenomeno l'ebollizione, questo perché da un punto di vista esperienziale, nell'evaporazione è solo possibile constatare che l'acqua diminuisce ed infine sparisce, mentre il fenomeno dell'ebollizione fornisce maggiori indizi della trasformazione che sta avvenendo; è infatti possibile osservare la formazione di "fumo" durante il riscaldamento e la produzione di bolle che risalgono il liquido. Dopo l'osservazione diretta del riscaldamento dell'acqua è essenziale usare il distillatore, un dispositivo particolare che permette di recuperare quantitativamente, allo stato liquido, l'acqua che durante l'ebollizione si trasforma in gas. Questo passaggio è fondamentale per comprendere che l'acqua non scompare, bensì si trasforma in uno stato non visibile (vapore acqueo). Questa prima parte del percorso è essenziale non solo di per sé, per concettualizzare il passaggio di stato e l'esistenza del gas, ma anche perché pone le basi per una profonda comprensione del fenomeno dell'evaporazione, che altrimenti non sarebbe possibile.

## PERCHÉ È IMPORTANTE AFFRONTARE QUESTO PERCORSO E DEDICARVI TEMPO

I panni al sole si asciugano, finita la pioggia le pozze scompaiono, l'acqua bolle ogni volta che si cucina la pasta o si beve un tè. Questi non sono che alcuni esempi di quanto i fenomeni dell'evaporazione e dell'ebollizione appartengano al nostro quotidiano, tuttavia, come ripetuto altre volte, una cosa è avere esperienza di un qualsiasi fenomeno e un'altra è concettualizzarlo. Fra i cinque sensi, la vista rappresenta il senso principale per l'uomo, di conseguenza i gas, che sono per loro natura invisibili (ad eccezione di quelli colorati), sono difficili da teorizzare e nel senso comune il bicchiere è vuoto sebbene sia pieno d'aria.

Il percorso che proponiamo affronta due fenomeni, l'evaporazione e l'ebollizione, che possono solo in parte essere osservati, di conseguenza questo percorso sarà concettualmente più impegnativo per gli alunni e richiederà tempi più lunghi. Come scritto nell'introduzione ai Piani di Studio della Provincia di Trento, *ogni problematica scientifica importante ha bisogno di tempi e metodi adeguati per poter essere acquisita in modo significativo, per diventare competenza*. In sostanza, l'obiettivo da perseguire deve essere *la profondità e la significatività delle conoscenze*. Questo percorso dura a lungo, circa quattro mesi con due ore alla settimana, perché scava in profondità.

Non solo i gas, ma il mondo microscopico in generale, sfuggendo ai nostri sensi non può essere solo studiato sui libri o raccontato alla lavagna poiché rischia di rimanere per molti un'astrazione priva di significato. Le strutture cognitive per arrivare a una comprensione profonda del mondo microscopico vanno costruite negli anni di scuola (dalla primaria alla secondaria di secondo grado) e questo percorso rappresenta un primo passo verso la consapevolezza che esiste un mondo invisibile che ci circonda e influenza la nostra vita. La pandemia da Coronavirus ha riportato l'attenzione sull'importanza di costruire questa consapevolezza: è probabile che gli stessi che hanno accettato delle limitazioni alle loro libertà a causa di una minaccia visibile ancorché molto meno pervasiva come il terrorismo, rifiutino analoghe restrizioni per difendersi da una minaccia che non possono vedere.

Tutte queste considerazioni ci portano a sottolineare l'importanza di affrontare questo percorso fin dalla primaria, e a dedicarci il tempo necessario perché l'invisibile diventi lentamente tangibile, concreto, esistente.

## PERCORSO DIDATTICO

### FASE 1.0 PER LA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO:

#### L'aria occupa tutti gli spazi vuoti.

#### Una determinata quantità di aria occupa un determinato spazio

Generalmente, benché anche i bambini piccoli conoscano la parola *aria*, non ci si rende conto dell'esistenza dell'aria; l'aria è in un certo senso un'entità metafisica; l'aria diventa evidente nella sua materialità, quando viene messa in movimento rispetto alla situazione di equilibrio; l'aria è così associata al vento, alla sensazione che si ha andando in motocicletta o in auto con i finestrini aperti, ecc.

In situazioni statiche, in equilibrio, l'aria non si percepisce, e ci comportiamo come se non esistesse. Sono ovvie, ma anche emblematiche, le affermazioni che facciamo di fronte a recipienti di vario tipo (bicchieri, bottiglie, becher, ecc.) non contenenti nessun liquido: sono vuoti. In realtà contengono l'aria, ma non ce ne rendiamo conto.

Sono tuttavia sufficienti alcuni semplici esperimenti per rendersi conto che l'aria esiste sempre ed occupa tutti gli spazi *vuoti*, cioè non contenenti liquidi e solidi. Ci si rende conto che **una determinata quantità di aria**, come i solidi e i liquidi, **occupa un determinato spazio**.

Strumenti e materiale occorrente:

- bacinella, bottiglie, recipienti di diverso volume, acqua

Prendiamo una bottiglia ed una bacinella sufficientemente grande da poter muovere in ogni direzione la bottiglia. Capovolgiamo e spingiamo verso il fondo la bottiglia *vuota* dentro la bacinella piena di acqua (eventualmente colorata); operiamo in modo tale che tutti gli alunni possano constatare la resistenza incontrata spingendo la bottiglia; chiediamo loro, con una verbalizzazione scritta individuale, che cosa osservano.

Realizziamo un altro esperimento e chiediamo agli alunni se vogliono modificare la loro risposta precedente: incliniamo la bottiglia in modo tale da far uscire lentamente l'aria; si osserva la formazione di bollicine e si constata contemporaneamente, la salita dell'acqua

nella bottiglia corrispondente alla diminuzione di aria.

Raccogliamo le loro risposte sia dopo il primo che il secondo esperimento, e dopo averle lette, organizziamole in modo opportuno per la discussione.

Può capitare che la maggior parte degli alunni comprenda il primo fenomeno solo quando la bottiglia viene inclinata ed escono le bollicine di aria.

Infine chiediamo agli alunni se è possibile travasare l'aria da un recipiente ad un altro nelle condizioni sperimentali precedenti. Possiamo chiedergli di formulare, in piccoli gruppi, delle ipotesi. Effettuiamo poi l'esperimento inclinando la bottiglia piena di aria sotto un altro recipiente anche esso capovolto dentro la bacinella ma pieno di acqua.

Se gli esperimenti precedenti non fossero sufficienti per la comprensione da parte di ogni alunno che più grande è il recipiente capovolto maggiore è la quantità di aria contenuta, effettuiamo l'esperimento del travasamento di aria utilizzando recipienti di volume diverso.

Il volume anche nel caso dei solidi e dei liquidi non è una caratteristica invariante della materia; cambia al variare della temperatura (fenomeno della dilatazione); però nel caso dell'aria, il **volume cambia** non solo **al variare** della temperatura, ma anche della **pressione**, come può essere banalmente constatato con due siringhe tappate (piene una di acqua e l'altra di aria) e come forse qualche alunno aveva intuito fin dall'inizio di queste attività sull'aria, quando si spingeva la bottiglia capovolta dentro la bacinella. Abbiamo usato il termine pressione, anche se gli alunni generalmente diranno "fare forza", "spingere", o altre espressioni simili.

## **FASE 1: Descrizione del riscaldamento e definizione operativa di ebollizione**

Introduciamo ai ragazzi il percorso, ricordando loro che quando abbiamo recuperato il sale durante il percorso sulle soluzioni, abbiamo scaldato per eliminare l'acqua. Poniamo adesso l'attenzione sul riscaldamento dell'acqua per studiare meglio questo fenomeno. Iniziamo descrivendolo.

---

### **UNITA' n°1 (2 ore)**

---

**Attrezzatura e materiale occorrenti:**

- Becher da 400 cm<sup>3</sup>
- 100 cm<sup>3</sup> di acqua distillata
- Piastra elettrica

### 1 - Osservazione del riscaldamento dell'acqua

- Collochiamo sulla piastra elettrica un becher da 250 cm<sup>3</sup> contenente circa 50 cm<sup>3</sup> di acqua distillata e portiamo l'acqua ad ebollizione.
- Prima di accendere la piastra, diciamo agli studenti di osservare attentamente quello che succede durante il riscaldamento.

### 2 – Osservazione e descrizione del riscaldamento dell'acqua

- Collochiamo sulla piastra elettrica un becher da 250 cm<sup>3</sup> contenente circa 50 cm<sup>3</sup> di acqua distillata e portiamo l'acqua ad ebollizione (aspettiamo che tutta l'acqua sia evaporata).
- Prima di accendere la piastra, chiediamo agli studenti di rispondere individualmente per scritto alla seguente richiesta: “*Descrivete la trasformazione che avete osservato*”. Se necessario, riformuliamo la domanda in modo tale che sia chiara a tutti, ad esempio, chiediamo: “*Descrivete quello che succede all'acqua durante il riscaldamento*”. Trascriviamo le richieste alla lavagna.
- Raccogliamo le descrizioni di tutti gli alunni; probabilmente il modo più comodo è quello di fotografarle con un tablet o un telefonino.

---

## UNITA' n°2 (2 ore)

---

- Riportiamo sulla LIM un unico testo che si realizza prendendo parti delle descrizioni di più alunni (il testo dovrà contenere errori e non essere esauriente, sebbene dovrà includere molti degli aspetti principali del riscaldamento dell'acqua).
- Chiediamo agli alunni di leggere il testo e quindi di aggiungere o apportare correzioni a quanto scritto, scegliendo le formulazioni ritenute più adeguate. Discutiamo insieme per realizzare un testo condiviso

### **ESEMPIO DI DESCRIZIONE CONDIVISA**

- La maestra ha messo 100 ml di acqua distillata in un becher e poi lo ha messo sopra una piastra elettrica accesa e l'acqua ha iniziato a riscaldarsi.
- All'inizio all'acqua non è successo niente, l'acqua era piatta.
- Dopo un po' dal fondo del becher hanno iniziato a salire in superficie piccole bollicine.
- I lati del becher si sono un po' appannati e dall'acqua usciva un po' di fumo biancastro e trasparente.
- Le bollicine e il fumo sono aumentati sempre più.
- Passato un po' di tempo le bollicine sono diventate grandi bolle, scoppiavano in superficie e facevano rumore mentre l'acqua si agitava, si muoveva così tanto che formava dei vortici.
- I lati del becher erano molto appannati e una maggiore quantità di fumo usciva dall'acqua.
- Un po' alla volta il livello dell'acqua diminuiva.
- Sul becher appannato si formavano delle goccioline di acqua.
- L'acqua diminuiva sempre di più.
- Alla fine non c'era più acqua, era evaporata e il becher è rimasto pulito come all'inizio.

- Forniamo a ciascuno studente 3 fogli da attaccare sul quaderno:

1. La copia del testo che abbiamo proiettato alla LIM
2. Una copia del testo proiettato alla LIM con le correzioni ancora visibili
3. Un testo finale pulito e chiaro

questo è importante per aiutare il bambino a ricordare la discussione e come si è arrivati alle conclusioni condivise. Il testo finale sarà utile per lo studio.

**SCOPO:** Arrivare ad una descrizione condivisa del fenomeno del riscaldamento all'acqua

### **NOTE PER L'INSEGNANTE**

- Abbiamo suggerito di far osservare due volte l'ebollizione per permettere agli studenti di avere prima una visione globale del fenomeno e arrivare poi, ripetendo l'esperimento, ad una rappresentazione analitica con la descrizione scritta individuale. In alternativa, potrebbe essere effettuato un unico esperimento, dando agli alunni subito l'indicazione della descrizione individuale.

- La descrizione di questo fenomeno, sebbene sia alla portata di tutti gli alunni, NON è una richiesta banale perché richiede di porre gli eventi in successione temporale. Inoltre, nonostante gli alunni abbiano già effettuato attività di questo tipo negli anni precedenti, ovviamente non hanno ancora acquisito una competenza adeguata nel sapere descrivere e di conseguenza molti di loro tendono a confondere aspetti percettivi con ipotesi interpretative, quali ad esempio parlare sia di bolle che di bolle fatte di aria. La descrizione condivisa sarà quindi costruita con la classe eliminando gli aspetti interpretativi e lasciando unicamente quelli percettivi. Solo successivamente il percorso si porrà l'obiettivo di portare la classe ad un'interpretazione dei vari aspetti del fenomeno attraverso un'impostazione costruttiva. Se si volesse invece affrontare aspetti descrittivi ed esplicativi contemporaneamente in questa fase iniziale del percorso, il risultato sarebbe l'equivalente di una



pagina di manuale, la risposta giusta ad ogni problema da parte dell'insegnante, senza il coinvolgimento degli alunni nel processo problematico di costruzione della conoscenza.

- Perché è importante raccogliere tutte le descrizioni degli alunni? Non solo perché è funzionale alla stesura del testo unico che riporteremo alla LIM ma anche perché è importante nella valutazione formativa degli alunni. La richiesta di descrivere il riscaldamento dell'acqua non è un compito semplice per gli studenti e quindi, la raccolta delle verbalizzazioni scritte individuali, rappresenta una testimonianza della prestazione di ciascun alunno in relazione ad una competenza fondamentale, quella del sapere descrivere fenomeni. Attraverso la raccolta di tutte le risposte, in certi momenti critici dei percorsi, l'insegnante potrà constatare lo sviluppo delle competenze nell'arco dei mesi e degli anni.

- Nel corso della discussione collettiva, chiedendo agli alunni di scegliere le formulazioni più adeguate alla descrizione del fenomeno e discutendo con i compagni per la scelta dell'una o dell'altra, sviluppiamo in loro la competenza di ricerca e selezione di termini e frasi adeguate alla descrizione di fenomeni.

---

### UNITA' n°3 (3 ore)

---

#### 3- Concettualizzazione e definizione operativa del fenomeno dell'ebollizione

- Prima di procedere alla definizione di ebollizione dobbiamo chiedere agli alunni se già conoscono la parola "ebollizione" e se sanno riconoscere il fenomeno ad essa associato; in caso affermativo chiediamo loro di aiutarci a riconoscerlo nel corso del riscaldamento dell'acqua. In caso contrario, aiutiamo gli alunni ad identificare il fenomeno, chiedendo di rispondere alla domanda: ***"Durante il riscaldamento dell'acqua è presente una fase molto diversa dalle altre?"***. Stimoliamo quindi una discussione.

- Se dalle risposte non emerge nulla di significativo ripetiamo l'esperimento del riscaldamento dell'acqua senza però arrivare all'ebollizione; chiediamo agli alunni di rispondere individualmente per scritto alla seguente domanda: ***"Osservando questa esperienza e confrontandola con la precedente, scrivete quali differenze notate"***. Trascriviamo le richieste alla lavagna. Possiamo mettere le differenze in tabella, come mostrato.

- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare ad identificare il fenomeno.

<b>SCOPO:</b> Permettere a tutti gli alunni di identificare il fenomeno che dovranno definire
---

Se differenza tra l'EBOLLIZIONE ed il RISCALDAMENTO dell'acqua

EBOLLIZIONE	RISCALDAMENTO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IL FUMO ESCE DI PIÙ</li> <li>• LE BOLLE SONO GRANDI E VELOCI</li> <li>• IL RUMORE DELLE BOLLE È CONTINUO</li> <li>• IL BEKER GOCCIOIA NELLE PARETI</li> <li>• L'ACQUA DIMINUISCE VELOCEMENTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IL FUMO ESCE LENTAMENTE</li> <li>• LE BOLLE SONO PICCOLE E SI STACCANO LENTAMENTE</li> <li>• ASSENZA DI RUMORE</li> <li>• IL BEKER NON GOCCIOIA</li> <li>• L'ACQUA DIMINUISCE LENTAMENTE</li> </ul>

- Quando tutti gli studenti hanno identificato il fenomeno, chiediamo di rispondere individualmente, per scritto, alla domanda: **“Definite il fenomeno dell’ebollizione”**. Trascriviamo le richieste alla lavagna. Nel formulare questa richiesta, l’insegnante chiarirà nuovamente il significato di definizione (o definire) in modo che sia chiaro a tutti gli alunni che si sta chiedendo loro di identificare e indicare le caratteristiche distintive del fenomeno, quelle cioè che permettono di riconoscerlo con sicurezza anche in altri contesti. Se necessario l’insegnante mostrerà ancora una volta il riscaldamento dell’acqua.
- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a condividere, dal confronto delle definizioni prodotte dai singoli alunni, una definizione di questo tipo:

#### DEFINIZIONE OPERATIVA

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” (vapore, vapor acqueo...) dalla superficie dell’acqua\*
- 3- Rumore
- 4- Agitazione violenta della superficie dell’acqua\*
- 5- Diminuzione dell’acqua fino a completa scomparsa\*
- 6- Appannamento delle pareti del becher

- Una volta condivisa la definizione operativa forniamo una fotocopia che la riporti, da attaccare sul quaderno di ciascuno studente.

## **NOTE PER L'INSEGNANTE**

- Non importa che la definizione contenga tutti gli aspetti riportati sopra ma ovviamente dovrà contenere almeno quelli contrassegnati con un asterisco che sono importanti punti di partenza per lo sviluppo interpretativo del fenomeno.

- Perché sia più chiaro all'insegnante: definire un fenomeno (o un oggetto) significa identificare gli aspetti essenziali del fenomeno (o un oggetto), eliminando dalla descrizione gli aspetti contingenti. Ad esempio, se si deve definire un righello, un aspetto essenziale sono le tacche che riportano i centimetri mentre il colore del righello è un aspetto contingente perché può cambiare da un righello all'altro. In genere, per arrivare a definire occorre descrivere lo stesso fenomeno in condizioni diverse: solo in questo modo possiamo identificare “cosa c'è sempre” e “cosa c'è solo in certi casi”. In questo percorso la definizione di ebollizione è basata su una singola osservazione; di conseguenza, conterrà probabilmente sia aspetti essenziali che aspetti contingenti (come ad esempio l'appannamento delle pareti), che saranno entrambi mantenuti nella definizione.

- Se gli alunni utilizzassero altri termini per indicare il “fumo” che esce dall'acqua calda, come ad esempio vapore o vapore acqueo, ecc., utilizzeremo nella definizione tutti questi termini, magari mettendoli tra parentesi. In realtà nessuno di questi è corretto perché ciò che viene emesso dall'acqua calda è “nebbia”. In questa fase iniziale, tuttavia, li teniamo tutti come ipotesi degli alunni; successivamente (al punto 7), quando il fenomeno sarà stato interpretato, la definizione andrà cambiata utilizzando i termini scientificamente corretti: a quel punto, questi stessi termini avranno assunto un significato ben più profondo.

- Per tutta la fase precedente abbiamo ricordato all'insegnante di trascrivere le domande alla lavagna ogni volta che vengono poste alla classe. Da adesso non sarà più esplicitato per non appesantire la lettura del percorso, già lunga e complessa, tuttavia consigliamo di continuare a trascrivere tutte le richieste per facilitare gli alunni.

## **FASE 2: Dalla definizione all'interpretazione del fenomeno dell'ebollizione**

Come abbiamo detto, l'interpretazione dell'ebollizione dell'acqua come passaggio di stato da liquido ad aeriforme (o gas) è tutt'altro che scontata.

In questa fase del percorso andremo a costruire i seguenti concetti:

- Durante l'ebollizione l'acqua non scompare bensì si trasforma in uno stato invisibile che si chiama "vapore acqueo"
- Per trasformare l'acqua liquida in vapore acqueo dobbiamo fornire calore e per trasformare il vapore acqueo in acqua liquida dobbiamo raffreddare
- Il "fumo" è in realtà "nebbia", ovvero minuscole goccioline d'acqua sospese in aria che si formano quando il vapore acqueo, allontanandosi dall'acqua in ebollizione, viene a contatto con l'aria fredda che sovrasta il recipiente, condensando.

Per costruire questi concetti interpretativi è essenziale l'uso del distillatore che permette agli alunni di constatare che tutta l'acqua si trasferisce dall'ampolla al becher di raccolta del distillatore. Questa osservazione rappresenta un'ulteriore prova che l'acqua non scompare bensì si trasferisce, sebbene il trasferimento possa essere visto solo con gli "occhi della mente" perché l'acqua si trasforma in qualcosa di invisibile (in vapore acqueo).

Questa fase del percorso è la più impegnativa e molti anni di sperimentazione ci hanno fatto comprendere che siamo di fronte ad un grande ostacolo epistemologico per gli alunni di 10-11 anni. Le modifiche apportate al percorso e la lunga sperimentazione hanno migliorato la comprensione da parte degli alunni, tuttavia i risultati non possono ancora essere considerati pienamente soddisfacenti.

---

#### UNITA' n°4 (1 ore)

---

#### **Materiale occorrente:**

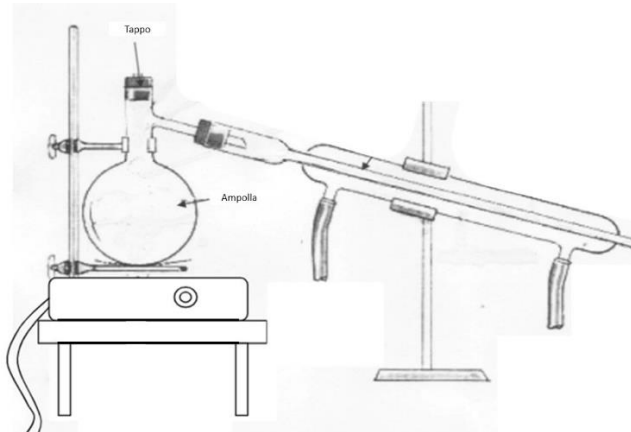
- distillatore
- rubinetto o tanica a cui attaccare il distillatore
- piastra elettrica

#### **1- Cosa è il distillatore: conosciamolo insieme**

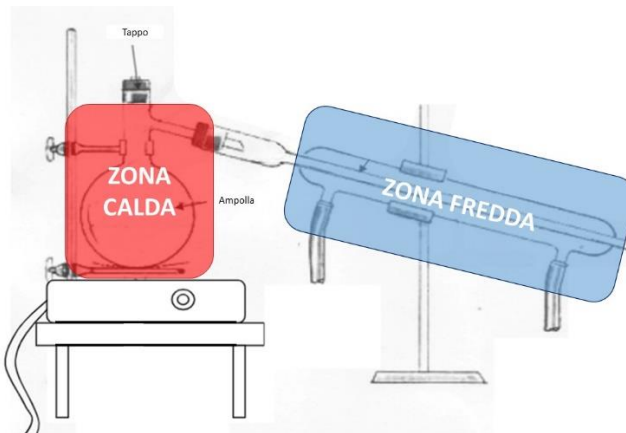
- Introduciamo questa unità spiegando ai bambini che per comprendere meglio cosa succede durante l'ebollizione e il riscaldamento dell'acqua in generale, avremo bisogno di un distillatore: uno strumento non semplicissimo che dobbiamo imparare a conoscere.
- Mostriamo i vari pezzi del distillatore agli alunni. Prima di montarlo è importante far osservare loro che le due acque che vengono messe in circolo nel refrigerante (una nel tubo di raccolta del vapore e una nel tubo esterno per il raffreddamento) non possono mescolarsi perché i percorsi sono separati e non ci sono fra loro vie di comunicazione. Come suggerimento, possiamo far passare nel tubo interno (quello di raccolta del vapore) un liquido colorato con colorante alimentare e far

passare nel tubo esterno (quello di raffreddamento) l'acqua del rubinetto, in modo da mostrare che il liquido colorato e l'acqua non si mescolano.

- Montiamo il distillatore e mostriamolo alla classe
- Mettiamo 30-40 cm<sup>3</sup> di acqua distillata nell'ampolla
- Forniamo a ciascuno studente uno schema semplice del distillatore (come quello riportato sotto).  
A questo punto, in modo teatrale, facciamo notare ai bambini che apriamo il rubinetto dell'acqua fredda e dichiariamo di accendere la piastra scaldante (non importa accenderla davvero).



- Affermiamo: “Il distillatore è formato da una parte calda e da una parte fredda. Chiediamo quindi agli studenti di individuarle nello schema consegnato (ad esempio cerchiando di rosso la parte calda e di blu quella fredda).
- Discutiamo insieme per arrivare a uno schema simile a quello riportato sotto:



- Sveliamo loro che la zona fredda si chiama refrigerante e cerchiamo sul vocabolario il significato di “refrigerio”, “refrigerare”: a conferma che le conclusioni a cui siamo arrivati sono corrette.
- Adesso insieme alla classe possiamo attaccare su ciascun pezzo del distillatore un'etichetta che ne riporti il nome.
- Chiediamo ai bambini di riprodurre sul quaderno un disegno del distillatore, di indicare i nomi delle singole parti e di colorare di blu e di rosso la zona fredda e la zona calda, rispettivamente.

**SCOPO:** Comprendere in profondità come è costruito un distillatore e saperne individuare la zona calda e la zona fredda

————— **UNITA' n°5 (3 ore)** —————

**Materiale occorrente:**

- distillatore
- acqua distillata
- piastra elettrica
- becher (per raccogliere l'acqua che si condensa)
- telecamera o telefono per videoregistrare la distillazione

**2- Confrontiamo l'ebollizione nel becher e nell'ampolla del distillatore**

**Esperimento distillazione senza il tappo**

- Prepariamo il distillatore **SENZA TAPPARE** l'ampolla contenente l'acqua;
- Mettiamo 30-40 cm<sup>3</sup> di acqua distillata nell'ampolla;
- Iniziamo il riscaldamento dell'acqua con la piastra elettrica;
- Chiediamo agli alunni di rispondere individualmente per scritto alla seguente domanda: ***Gli aspetti che abbiamo individuato come caratterizzanti l'ebollizione nel becher, sono ancora presenti in questo esperimento con l'ampolla, oppure no?"***. Per rispondere alla domanda, gli alunni dovranno tener sott'occhio la definizione data in precedenza che dovrebbe trovarsi sul loro quaderno (oppure possiamo proiettarla alla LIM). In alternativa possiamo fornire una tabella come quella riportata a pagina nuova, per guidare i bambini nell'osservazione.
- Durante l'esperimento videoregistriamo una piccola parte dell'ebollizione nell'ampolla facendo attenzione a cogliere tutti gli aspetti riportati nella definizione fornita dagli studenti
- Raccogliamo tutte le risposte degli studenti (senza procedere con la discussione)

	Quali aspetti sono presenti e quali no?	DISTILLAZIONE SENZA TAPPO	DISTILLAZIONE CON TAPPO
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	Emissione di una grande quantità di bolle all'interno dell'acqua		
2	Emissione di "fumo" (vapore, vapor acqueo...) dalla superficie dell'acqua		
3	Rumore		

4	Agitazione violenta della superficie dell'acqua		
5	Diminuzione dell'acqua fino a completa scomparsa		
6	Appannamento delle pareti del becher		
...	...		

### **Esperimento distillazione con il tappo**

Questo esperimento va videoregistrato perchè molto probabilmente dovrà essere mostrato nuovamente alla classe

- Iniziamo la videoregistrazione
- Utilizziamo un becher per misurare 30-40 cm<sup>3</sup> di acqua distillata, segniamo il livello misurato con un pennarello indelebile e trasferiamo l'acqua nell'ampolla del distillatore.
- Prepariamo il distillatore e TAPPIAMO l'ampolla contenente acqua.
- Utilizziamo come becher di raccolta, il becher con il livello dell'acqua.
- Iniziamo il riscaldamento dell'acqua con la piastra elettrica.
- Chiediamo agli alunni di rispondere individualmente per scritto alla seguente domanda: ***Gli aspetti che abbiamo individuato come caratterizzanti l'ebollizione nel becher, sono ancora presenti in questo esperimento con l'ampolla, oppure no?"***. Come in precedenza, per rispondere alla domanda gli alunni dovranno tenere sott'occhio la definizione data che dovrebbe trovarsi sul loro quaderno oppure proiettata sulla LIM. In alternativa possiamo fornire una tabella come quella riportata al punto precedente.
- Aspettiamo che l'esperimento della distillazione si concluda (ovvero che tutta l'acqua si trasferisca dall'ampolla al becher)
- Fermiamo la videoregistrazione
- Raccogliamo tutte le risposte degli studenti (senza procedere con la discussione)

**SCOPO dell'esperimento con il tappo:** Costatare che in questo caso non è più visibile il "fumo"

**SCOPO dell'esperimento senza tappo:** Costatare che il fenomeno del riscaldamento dell'acqua che avviene nell'ampolla del distillatore è analogo a quello che avviene nel becher (questo non è ovvio per tutti gli studenti tuttavia senza questa convinzione, l'esperimento successivo non ha senso e non si può arrivare alla concettualizzazione di vapore acqueo)

## NOTE PER L'INSEGNATE

- La comprensione da parte di tutti gli alunni dovrebbe essere facilitata perché, tenendo sott'occhio la definizione data in precedenza o la tabella, la loro attenzione sarà indirizzata sugli aspetti importanti da indagare. Dovrebbe essere facile capire che, quando la distillazione avviene senza tappo, la definizione di ebollizione non va modificata perché si osservano tutti gli aspetti che la caratterizzano, mentre quando si fa avvenire con il tappo vi è un aspetto che non si osserva: il fumo.

- I due esperimenti sulla distillazione con e senza tappo saranno fatti in sequenza, con le relative domande e verbalizzazioni scritte individuali senza però condurre due discussioni ma rimandando la discussione alla lezione successiva.

- Per entrambe le domande abbiamo suggerito di raccogliere tutte le risposte degli alunni per poterle organizzare in una tabella (come quella mostrata sotto) che sarà proiettata all'inizio della lezione successiva:

Quali aspetti sono presenti e quali no?	DISTILLAZIONE	
	SENZA TAPPO	CON TAPPO
Sono presenti tutte le caratteristiche dell'ebollizione nel becher	Luca, Lisa, Andrea, Massimo, Marco, Lavinia, Costanza, Sandra, Eleonora,...	Filippo, Elena
Rispetto all'ebollizione nel becher manca il fumo	Miriam	Luca, Lisa, Andrea, Massimo, Marco, Lavinia, Costanza, Sandra, Filippo, ...
Rispetto all'ebollizione nel becher manca il fumo e il rumore	David	-
....		

---

## UNITA' n°6 (3 ore)

---

### 4- L'acqua si trasforma o scompare?

- Riportiamo sulla LIM una tabella con le risposte degli alunni alle domande poste nell'unità 5.
- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che nell'esperimento della distillazione senza tappo sono presenti tutti gli aspetti caratteristici dell'ebollizione mentre nella distillazione con il tappo sono presenti tutti ad eccezione del "fumo".
- Prepariamo la proiezione del filmato della distillazione con il tappo.
- Chiediamo agli alunni di osservare il video per rispondere individualmente per scritto alla seguente domanda: ***"Che fine ha fatto l'acqua che è scomparsa dall'ampolla?"***
- Stimoliamo una discussione collettiva perché gli studenti possano constatare che tutta l'acqua si è di nuovo trasferita nel becher (lo si può verificare facilmente dal segno nero che avevamo fatto).
- Chiediamo poi agli alunni di rispondere individualmente per scritto alla seguente domanda:



**“Abbiamo constatato che nell’ampolla il fumo non si vede più e che l’acqua si è trasferita nel becher; cosa è successo? Come è avvenuto questo trasferimento?”.**

- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che se l’acqua si è trasferita nel becher e sopra l’ampolla non si vede niente, l’acqua in ebollizione si è trasformata in qualcosa di invisibile (in acqua non visibile) che nel refrigerante si trasforma di nuovo in gocce di acqua che vanno a riempire il becher fino al livello del segno.
- Quando tutti gli studenti hanno concettualizzato che durante l’ebollizione l’acqua si trasforma in “acqua che non si vede” possiamo introdurre il termine di vapore acqueo: il vapore acqueo è lo stato invisibile dell’acqua, quando si trova nel suo stato gassoso.

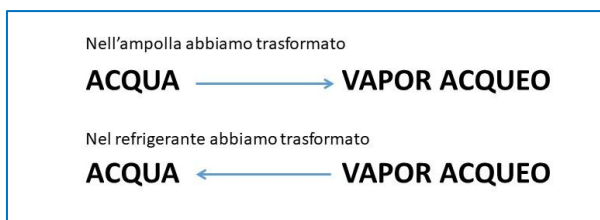
**SCOPO:** Concludere che l’acqua si è trasferita dall’ampolla al becher trasformandosi in qualcosa di invisibile (vapore acqueo) e che questa acqua invisibile nel refrigerante si trasforma nuovamente in acqua liquida.

#### **NOTE PER L’INSEGNATE:**

- Potremo decidere se proiettare il filmato per intero o solo in parte, in base alla sua lunghezza. Dobbiamo tuttavia garantire agli studenti di poter osservare una parte iniziale, in cui mettiamo l’acqua nel becher, tracciamo il segno con il pennarello e trasferiamo l’acqua nell’ampolla, sia la parte finale in cui si osserva che l’acqua, bollendo, si è trasferita nuovamente nel becher.
- È possibile che già prima della proiezione del filmato alcuni alunni abbiano constatato che l’acqua si è trasferita dall’ampolla al becher; consigliamo tuttavia di ripetere l’osservazione per favorire tutti gli alunni nella concettualizzazione.

#### **5- Come promuovere la trasformazione dell’acqua dal suo stato liquido al suo stato gassoso, e viceversa?**

- Facciamo il punto alla lavagna (e diamo una fotocopia da attaccare sul quaderno):



- Chiediamo agli alunni di osservare lo schema del distillatore sul quaderno (quella in cui sono indicate la zona calda e la zona fredda) e di rispondere individualmente per scritto alla seguente domanda:

*“Come si fa secondo voi a trasformare l’acqua in vapore acqueo e come si fa a trasformare il vapore acqueo in acqua?”*

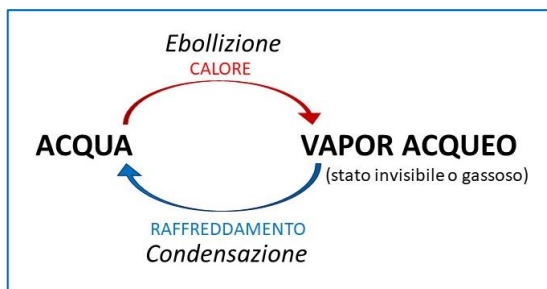
- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che per trasformare l’acqua in vapore acqueo occorre scaldare, mentre per trasformare il vapore acqueo in acqua occorre raffreddare.



**SCOPO:** Concludere che per trasformare l’acqua in vapore acqueo occorre fornire calore mentre per trasformare il vapore acqueo in acqua occorre raffreddare

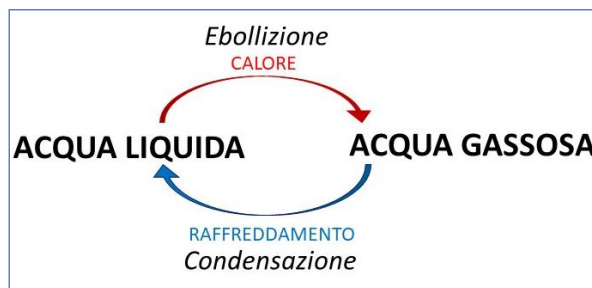
### 6- L’insegnante fa il punto

- Durante l’ebollizione l’acqua liquida si trasforma in “acqua invisibile” (ovvero “vapore acqueo” o “acqua gassosa”). Per promuovere l’ebollizione dobbiamo fornire calore. Sottraendo calore invece l’acqua gassosa si trasforma in acqua liquida e la trasformazione si chiama “condensazione”.



Il calore cambia lo stato dell’acqua che da liquida diventa gas o viceversa, di conseguenza le trasformazioni (l’ebollizione e la condensazione) si chiamano anche “Passaggi di stato”.

- Utilizziamo schemi che costruiremo alla lavagna e che forniremo agli alunni per essere attaccati sul quaderno.



### 7- Il “fumo” che vediamo è in realtà “nebbia”

- Chiediamo agli alunni di rispondere individualmente per scritto alla seguente domanda: *“Si è compreso che il vapore acqueo non è visibile; e allora il “fumo” che esce dall’acqua in ebollizione (quando si toglie il tappo del distillatore o si fa bollire l’acqua in un becher) che cos’è?”*. Se vediamo gli alunni in difficoltà possiamo far notare che l’aria sopra al becher è fredda.
- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che l’aria fredda sopra al becher è in grado di condensare parzialmente il vapore acqueo che esce dall’acqua in ebollizione. Si capisce così che il “fumo” che vediamo è una miscelanza di aria, vapore acqueo e di goccioline

piccolissime di acqua. Discutendo, arriviamo alla conclusione che il termine “fumo” non è corretto perché il fumo si sviluppa nella combustione; il termine giusto è “**nebbia**”, un fenomeno che si osserva sia durante l’ebollizione sia in certe mattine fredde d’inverno.

- Correggiamo la definizione di ebollizione sostituendo il termine “fumo” (o “vapore acqueo” o “vapore”) con il termine “nebbia”.

**SCOPO:** Far comprendere agli alunni il RIGORE SCIENTIFICO: i termini nella scienza hanno un significato preciso e nelle definizioni è importante utilizzare un linguaggio corretto e accurato. È inoltre importante avere consapevolezza delle parole che si usano.

#### NOTE PER L’INSEGNANTE

- A questo punto del percorso l’insegnante può proporre una verifica sommativa per valutare conoscenze e competenze acquisite dagli studenti. Un esempio di verifica è riportato in appendice B. Prima della verifica si chiede agli studenti di studiare il materiale prodotto insieme in classe; questo ha una duplice funzione: da una parte serve a fissare i concetti sviluppati fino a questo punto, dall’altra aiuta gli alunni a chiarire il percorso svolto e a proseguire con maggiore consapevolezza.

#### - **Nebbia, fumo, vapori e vapore acqueo... Termini per fenomeni distinti!**

- La **nebbia** è formata da minuscole goccioline d’acqua sospese in aria che si formano quando il vapore acqueo, allontanandosi dall’acqua in ebollizione, viene a contatto con l’aria fredda che sovrasta il recipiente, condensando.
- Il **fumo** si forma nella combustione ed è costituito da minuscole particelle solide sospese in aria (chiamate particolato) che possono essere chimicamente molto diverse fra loro.
- Il **vapore acqueo** è il modo con cui si indica l’acqua allo stato gassoso e con gli alunni abbiamo già compreso che è uno stato invisibile.
- Sebbene nell’uso quotidiano il termine **vapore** sia considerato un sinonimo di vapore acqueo, in realtà è un termine più generico ( e non specifico) che indica lo stato gassoso delle sostanze normalmente liquide (questo però sarà affrontato nella fase 7).

### FASE 3: Analisi delle acque

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. Il confronto viene fatto sulla base del valore del residuo fisso a 180°C. 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. L'acqua distillata non contiene sostanze disciolte ed è per questo una sostanza pura.

Questo segmento non è essenziale per la comprensione dei fenomeni che si stanno analizzando tuttavia ha un ruolo didattico non trascurabile: da una parte per il collegamento con la vita quotidiana e dall'altra perché costituisce un segmento semplice all'interno di un percorso abbastanza impegnativo.

---

#### UNITA' n°7 (2 ore)

##### Facoltativa

Questa unità è facoltativa e consigliamo di svolgerla solo se le condizioni lo consentono

#### Materiale occorrente:

- Distillatore
- Acqua distillata
- Piastra elettrica
- Becher (per raccogliere l'acqua che si condensa)
- Sale da cucina
- Cucchiaino o spatola (per prendere il sale e girare la soluzione)

#### 1- Il distillatore permette di separare le soluzioni

- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente per scritto alla domanda:

***“Cosa succederebbe se al posto dell'acqua distillata mettessimo nel distillatore una soluzione”***

- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che l'acqua si trasferirebbe nel becher di raccolta mentre nell'ampolla resterebbe il sale; in altre parole si arriverebbe a separare le due componenti della soluzione: l'acqua e il sale.

- Prepariamo una soluzione sotto gli occhi degli studenti: solubilizziamo 2 o 3 cucchiaini di sale in un becher contenente 50 cm<sup>3</sup> di acqua distillata.

- Trasferiamo la soluzione nell'ampolla del distillatore e ripetiamo l'esperimento della distillazione.

- Verifichiamo con gli studenti che la loro ipotesi è corretta

**Attrezzatura e materiale occorrenti:**

- Acqua di rubinetto
- Becher
- Piastra elettrica

**1- Confronto tra acqua distillata e acqua di rubinetto**

- Collochiamo sulla piastra elettrica un becher da 100 cm<sup>3</sup> contenente 40 cm<sup>3</sup> di acqua di rubinetto e la portiamo ad ebollizione (aspettiamo che tutta l'acqua sia evaporata);
- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente per scritto alla domanda:  
*“Osservate e confrontate quest’esperienza con quella dell’ebollizione dell’acqua distillata. Quali differenze notate?”*. È facile in questo caso comprendere che la differenza molto evidente è la presenza di una patina biancastra.
- Stimoliamo una **discussione collettiva** sulla natura della patina biancastra (per loro dovrebbe essere facile cogliere la connessione con il percorso delle soluzioni) per arrivare a concludere che l'acqua di rubinetto è una soluzione e la patina biancastra un residuo di sale; continuiamo la discussione facendo notare che l'acqua distillata non lascia residuo: questa sostanza non è infatti un miscuglio ma una sostanza pura.

**SCOPO:** Capire che l'acqua distillata è una sostanza pura mentre l'acqua di rubinetto, che ci appare comunque come una sostanza unica, è in realtà una soluzione ovvero un miscuglio di più sostanze.

**2- Verifica di comprensione-competenza**

- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente per scritto alle seguenti domande (si pongono una alla volta e si dà loro il tempo di riflettere e di rispondere individualmente):
  - *“Perché nei ferri da stiro è consigliato l’uso dell’acqua distillata?”*
  - *“Perché le pentole a volte appaiono sporche di una patina biancastra?”*
  - *“Secondo voi cos’è l’acqua bidistillata che si usa per iniettarla con le medicine?”*

- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare alle seguenti conclusioni:
  - Nel ferro da stiro l'acqua di rubinetto lascia residui salini che vanno ad otturare i fori da cui esce il "vapore" (più correttamente "nebbia").
  - La patina biancastra è dovuta all'acqua di rubinetto che evaporando lascia il sale sulla pentola.
  - L'acqua bidistillata è acqua che è altamente pura perché è stata sottoposta a due distillazioni: è quindi idonea per preparazioni mediche.

**SCOPO:** Mettere alla prova gli studenti con domande di cui non conoscono la risposta ma che sono alla loro portata.

### 3 - Le acque che beviamo...

#### Attrezzatura e materiale occorrenti:

- Tre tipi di acque minerali con valori molto diversi di residuo fisso a 180°C
  - Acqua distillata
  - 4 becher
  - Piastra elettrica
- Facciamo assaggiare acque diverse agli studenti (tre tipi di acque minerali con valori molto diversi di residuo fisso a 180°C e infine una piccola quantità di acqua distillata).
  - Facciamo registrare le differenze riscontrate nel sapore. L'acqua pura dal punto di vista chimico (cioè l'acqua distillata) non è gradevole, mentre lo è l'acqua che contiene altre sostanze (chimicamente non pura, ma pura nel significato usuale del termine, cioè che si può bere, che non contiene sostanze nocive).
  - Versiamo circa 20 cm<sup>3</sup> di ciascuna delle tre acque in tre becher diversi e l'acqua distillata in un quarto becher; su ciascun becher scriviamo con il pennarello indelebile il nome dell'acqua.
  - Riscaldiamo i becher sulla piastra fino alla completa evaporazione.
  - Chiediamo agli alunni di rispondere individualmente alla seguente domanda: "Quali differenze notate nella patina lasciata dai diversi tipi di acqua?".
  - Fotocopiamo le etichette delle bottiglie e distribuiamole per permettere agli studenti di confrontarle e mettere in relazione la quantità di "patina" che rimane come residuo in ogni becher con il relativo residuo fisso a 180°C.

**SCOPO:** Capire che il sapore dell'acqua dipende dalla quantità di sostanze solide (sali) disciolte in essa e ciò può essere constatato controllando il residuo fisso a 180°C sull'etichetta delle bottiglie.

- Per fare il punto, proponiamo un approfondimento sul residuo fisso.

*Il residuo fisso è un parametro utilizzato per classificare le acque minerali e le acque potabili in generale. Solitamente espresso in mg/l, indica la quantità di sostanza solida perfettamente secca che rimane dopo aver fatto evaporare in una capsula di platino, previamente tarata, una quantità nota di acqua precedentemente filtrata. Per determinare correttamente il residuo fisso, dopo l'evaporazione si riscalda la capsula a 100°C fino a peso costante e poi si riscalda di nuovo a 180°C nuovamente fino a peso costante (eliminando così i sali di ammonio più volatili ed alcune sostanze organiche). Si può poi riscaldarla ulteriormente a 500°C distruggendo tutti i sali di ammonio, le sostanze organiche ed i nitrati. Il risultato si esprime in ppm (parti per milione) oppure in mg/l, specificando sempre a quale temperatura ci si riferisce (residuo fisso a 180°C o residuo fisso a 500°C).*

*Per la legge italiana le acque minerali commerciabili possono essere divise in varie categorie secondo quanto indicato da un decreto legislativo del 1992:*

- 1- Acqua minimamente mineralizzata: residuo fisso a 180 gradi < 50 mg/l. (Bernina, Calizzano, Lurisia, Norda Daggio, Plose, Surgiva, Vigizzo).*
- 2- Acqua oligominerale o leggermente mineralizzata: residuo fisso a 180 gradi 50-500 mg/l. (Crodo Lisiel, Fabia, Fiuggi, Guizza, Levissima, Lora di Recoaro, Panna, Pejo, Rocchetta, Sant'Antonio, San Benedetto, San Bernardo, Vera).*
- 3- Acqua mediominerale: residuo fisso a 180 gradi 501-1500 mg/l. (Boario, Bracca, Claudia, Ferrarelle, Gaudianello, Lete, Sangemini, San Pellegrino, Uliveto).*
- 4- Acqua ricca di sali minerali: residuo fisso a 180 gradi > 1500 mg/l. (Regina, Telese, Tettuccio, Toka).*

## FASE 4: Torniamo all'ebollizione: di cosa sono fatte le bolle?

Dopo che gli alunni hanno compreso cosa è il vapore acqueo, è opportuno indagare sulla natura delle bolle che si formano durante l'ebollizione. Anche questa fase è piuttosto complessa perché di nuovo stiamo riflettendo sulla natura di qualcosa che non si vede. Molti studenti tendono a rispondere che le bolle sono fatte di aria (è infatti esperienza quotidiana la formazione di bolle dovute all'aria) e domande di questo tipo possono mettere in difficoltà anche studenti universitari di lauree scientifiche proprio perché non si è abituati ad indagare ciò che non si vede e nello specifico a riflettere sulla natura dei gas. Siamo di fronte ad un ostacolo epistemologico dovuto sia alla difficoltà del concetto che all'evidenza persistente del senso comune.

---

### UNITA' n° 9 (3 ore)

---

#### Attrezzatura e materiale occorrenti:

- Becher
- Acqua distillata
- Piastra elettrica

#### 1 – Le bolle

- Collochiamo sulla piastra elettrica un becher da 100 cm<sup>3</sup> contenente circa 40 cm<sup>3</sup> di acqua distillata e la portiamo ad ebollizione.
- Durante l'osservazione, chiediamo agli studenti di rispondere individualmente per scritto alla domanda:  
*“Osservate attentamente le bolle che si formano nell'acqua, cosa sono? Di cosa sono fatte? Motivate la risposta”.*
- Raccogliamo le ipotesi di tutti gli alunni (senza procedere con la discussione)
- In un giorno successivo, riportiamo la tabella sulla lavagna o sulla LIM e stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che le bolle sono in realtà fatte da vapore acqueo (un estratto di discussione condotta in classe è riportata in appendice A).
- L'insegnante fa il punto: le bolle che si formano durante l'ebollizione dell'acqua sono fatte di una pellicola acquosa che contiene vapore acqueo. Quando la bolla scoppia il vapore acqueo si libera nell'aria e a contatto con l'aria si condensa parzialmente e si fa vedere sotto forma di nebbia.



Tutto questo accade quando l'acqua viene riscaldata: è il calore della piastra che crea questo fenomeno.

### **NOTA PER L'INSEGNANTE:**

Come ogni volta che ci troviamo di fronte ad un ostacolo epistemologico, raccogliamo tutte le ipotesi degli alunni e le organizziamo in una tabella per facilitare la discussione e aiutare gli alunni nella comprensione (oltre che per la valutazione delle competenze). Le tipologie di risposta più comuni sono quattro: c'è chi risponde che sono fatte d'aria, chi risponde che sono fatte d'acqua (o vapore acqueo, etc.), chi risponde che sono fatte sia di aria che di acqua e infine chi risponde che sono fatte di sali minerali. Dopo averle raggruppate nelle principali tipologie di risposta, stimoliamo una discussione collettiva. È probabile che gli alunni diano risposte molto differenziate, di conseguenza la gestione della discussione non sarà semplice ed è importante procedere per gradi. Innanzitutto discuteremo l'ipotesi che le bolle siano fatte d'aria: essi devono arrivare a concludere che *l'ipotesi dell'aria va scartata perché di aria nell'acqua ce ne è una quantità molto limitata*. Le considerazioni potrebbero essere di questo tipo: inizialmente le bolle sono, in effetti, dovute alla presenza dell'aria contenuta nell'acqua, che è quella che permette, come sanno tutti, 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 rinnovano l'aria in continuazione. Successivamente, se è stato ipotizzato che siano fatte di sali minerali, si può ricordare che abbiamo utilizzato acqua distillata, che non contiene sali minerali. Per aiutare la comprensione di coloro che continuano a dubitare che siano fatte di vapore acqueo, si può stimolare l'osservazione che le bolle provengono principalmente dal basso, non si formano a freddo e la loro formazione induce una più rapida diminuzione dell'acqua nel becher.

Nel caso più sfortunato, ma improbabile, in cui nessun alunno avesse richiamato ciò che si è capito con la distillazione, l'insegnante dovrebbe chiedere: “Quando abbiamo distillato l'acqua, quali trasformazioni ha subito l'acqua?”. Possiamo poi ricordare insieme agli alunni che durante l'esperienza con il distillatore si è compreso che tutta l'acqua si trasforma in vapore acqueo (cioè acqua che ha assunto uno stato diverso) e che tutto il vapore acqueo si è successivamente ritrasformato in acqua liquida per raffreddamento. Gli alunni dovrebbero quindi arrivare alla consapevolezza che è

impossibile che l'acqua si trasformi in aria, al fine di concludere che (tranne per un breve tempo all'inizio) le bolle che si formano sono vapore acqueo che sta uscendo dall'acqua liquida

**SCOPO:** Comprendere che le bolle che si formano durante l'ebollizione dell'acqua sono fatte di una pellicola acquosa che contiene vapore acqueo. Quando la bolla scoppia il vapore acqueo si libera nell'aria.

### **FASE 5: La temperatura di ebollizione**

È probabilmente conoscenza di senso comune che l'acqua distillata bolle a 100°C ma molti non conoscono il significato di questa affermazione. A scuola essa viene generalmente presentata in modo inadeguato: in alcuni casi viene semplicemente enunciata, in altri l'affermazione è accompagnata da un grafico indicante la relazione esistente tra calore fornito (o tempo di riscaldamento dell'acqua) e temperatura. Ma anche nel secondo caso l'operazione è didatticamente inadeguata in quanto lo studente della scuola di base non ha ancora la capacità di risalire alla realtà da una rappresentazione così astratta. Per arrivare alla comprensione dei grafici è necessario percorrere il cammino inverso, ovvero passare dal concreto all'astratto. Se lo studente non avrà più volte e in ambiti fenomenologici diversi affrontato il passaggio dall'osservazione del fenomeno alla sua rappresentazione in diagrammi, si troverà anche nella scuola secondaria di secondo grado nell'impossibilità di effettuare il percorso inverso.

In questo segmento proponiamo di effettuare il riscaldamento dell'acqua registrando la temperatura in relazione al tempo di riscaldamento. Tuttavia, prima che l'acqua raggiunga la temperatura di ebollizione, sospenderemo il riscaldamento e chiederemo agli studenti di fare ipotesi sul comportamento della temperatura se continuassimo a scaldare. Ovviamente tutti immagineranno che la temperatura continuerà a salire ma l'esperimento dimostrerà che la loro ipotesi è errata. Sarà lo stupore di veder contraddetta un'ipotesi tanto ovvia, osservando che la temperatura rimane costante a 100°C, che darà significato all'affermazione "l'acqua bolle a 100°C" e manterrà vivo il ricordo nel tempo.

A volte gli esperimenti possono essere effettuati con modalità diverse, tali da renderli ora ciechi, ora intelligenti (Wertheimer, *Il Pensiero produttivo*, Giunti, Firenze, 1965). È cieca la modalità più ovvia di questo esperimento, in cui si registra la temperatura in funzione del tempo senza nessuna interruzione.

---

**UNITA' n° 10 (3 ore)**

---

**Attrezzatura e materiale occorrenti:**

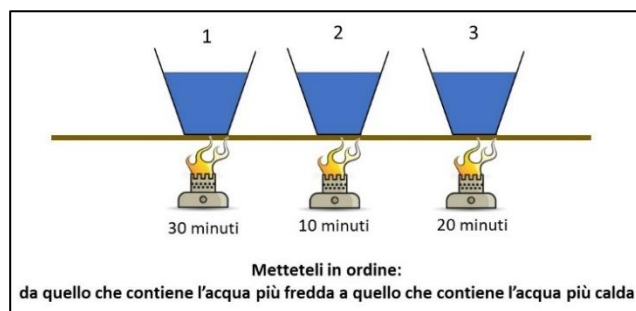
- Becher da 400 cm<sup>3</sup>
- Acqua distillata, 100 cm<sup>3</sup>
- Piastra elettrica
- Termometro capace di misurare temperature superiori a 100°C

**1 – Quanta consapevolezza hanno gli alunni degli effetti che il calore ha sugli oggetti?**

- Chiediamo agli studenti di risolvere individualmente il seguente quesito:

*“Riempio tre bicchieri con acqua di rubinetto. Il bicchiere n° 1 viene scaldato sulla piastra per 30 minuti; il bicchiere n° 2 viene scaldato sulla piastra per 10 minuti. Il bicchiere n° 3 viene scaldato sulla piastra per 20 minuti. Metti i bicchieri in ordine, da quello che contiene l’acqua più fredda a quello che contiene l’acqua più calda.”*

Per aiutarli disegniamo alla lavagna i tre bicchieri indicando il tempo di riscaldamento:



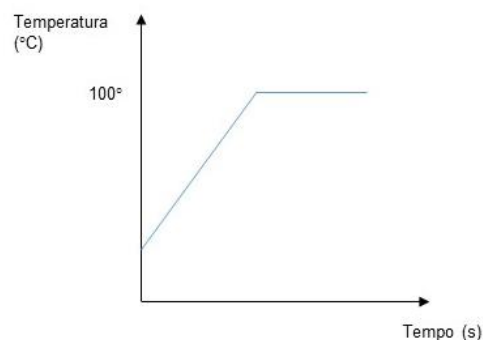
- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare alla consapevolezza che tanto più l’acqua viene riscaldata tanto più diventa calda.

TEMPO	TEMPERATURA (° C)
Dopo 30 secondi	
Dopo 1 minuti	
Dopo 1 minuti e mezzo	
Dopo 2 minuti	

**2 – Misuriamo la temperatura dell’acqua in funzione del tempo di riscaldamento (proporzionale al calore fornito)**

Dopo 2 minuti e mezzo	
Dopo 3 minuti	
...	

- Spieghiamo agli studenti che adesso utilizzeremo uno strumento che si chiama termometro che ci aiuterà a misurare quanto è calda l’acqua.
- Collochiamo sulla piastra elettrica un becher da 400 cm<sup>3</sup>, contenente circa 100 cm<sup>3</sup> di acqua distillata.
- Chiediamo agli alunni di registrare in una tabella la temperatura dell’acqua a piccoli intervalli di tempo (ad esempio ogni 30 secondi). L’insegnante utilizzerà il termometro anche come agitatore (evitando di toccare il fondo del becher per non falsare la misurazione).
- Quando la temperatura è sui 60-70 °C interrompiamo il riscaldamento.
- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente per scritto alla seguente domanda: **“Provate ad ipotizzare che cosa succederà alla temperatura dell’acqua lasciandola sul fornellino per molto tempo, 10 minuti o più”**. La maggior parte degli alunni risponderà che la temperatura continuerà a salire.
- Riprendiamo il riscaldamento dell’acqua e la registrazione della temperatura. Interrompiamo il riscaldamento solo dopo 4-5 minuti dall’inizio dell’ebollizione, per permettere agli studenti di constatare che effettivamente la temperatura dell’acqua resta costante a 100°C.
- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente alla domanda: **“Scrivete le vostre impressioni su questa esperienza”**. Essi proveranno 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 all’ebollizione non continua a salire? Perché l’acqua non diventa più calda, nonostante si continui a fornire calore?
- **L’insegnante fa il punto e approfondisce:** Raccontiamo agli studenti che 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**. Per loro significava calore che si nascondeva perché non manifestava effetti, non faceva aumentare la temperatura; solo dopo si capì che il calore fornito durante l’ebollizione non si manifesta perché viene completamente utilizzato per trasformare l’acqua in



vapore. Il termine *calore latente di ebollizione* venne allora impiegato (e viene ancora oggi utilizzato) per indicare il calore necessario per far bollire una precisa quantità di acqua.

- Facciamo realizzare un grafico agli alunni con i dati tabulati del tempo e della temperatura, eventualmente utilizzando la carta millimetrata (il grafico dovrebbe apparire come quello riportato accanto).
- Aggiungiamo alla definizione di ebollizione dell'acqua, la caratteristica che essa **si verifica alla temperatura costante di 100 °C**. Ciò che è importante è la **costanza** della temperatura di ebollizione (non tanto il valore 100°C), infatti spesso il valore è leggermente diverso a causa sia dell'imprecisione dei termometri, che della pressione atmosferica.

**SCOPO:** Far comprendere che la temperatura dell'acqua rimane costante durante il processo di ebollizione e si verifica a 100°C.

#### **NOTA PER L'INSEGNANTE:**

Il termometro deve avere una scala che superi i 100°C e va usato anche come agitatore, tenendolo sempre immerso nell'acqua ma non appoggiato sul fondo del becher (altrimenti si misurerebbe la temperatura di quest'ultimo).

Se gli alunni non hanno mai visto un termometro uguale a quello usato, è necessario farglielo osservare attentamente ed eventualmente chiedere loro di effettuare un disegno dello strumento.

### **FASE 6: L'evaporazione e il ciclo dell'acqua**

L'evaporazione è indubbiamente più importante dell'ebollizione, ma la sua concettualizzazione va collocata alla fine di questo percorso e non all'inizio perché questo fenomeno non può essere osservato direttamente. Ne sono solo osservabili gli effetti nel tempo: la diminuzione prima e la sparizione dell'acqua poi. Comprendere che con l'evaporazione l'acqua sparisce non è difficile per l'alunno; 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. È iniziare a comprendere che cosa succede all'acqua quando sparisce.

La velocità di evaporazione dipende da molti fattori quali la temperatura, la superficie del liquido, la presenza di aerazione, ecc. In questa prima fase di acquisizione del concetto è consigliabile restringere le variabili alla variazione di temperatura. Una volta compresa l'evaporazione potremo affrontare e comprendere il ciclo dell'acqua. Questo argomento costituisce indubbiamente uno dei fenomeni fondamentali che si verificano sul nostro pianeta perché da una parte spiega molte delle trasformazioni che avvengono sulla Terra e dall'altra rende possibile la vita. Data la sua importanza, il ciclo dell'acqua viene introdotto più volte nella scuola di base ma in modo nozionistico, per mezzo di immagini, pensando che ciò sia sufficiente; invece crediamo che costruire un modello di ciclo dell'acqua con i ragazzi sia qualcosa alla loro portata che non solo sviluppa in loro autostima ma stimola un atteggiamento scientifico e permette di comprendere questo fenomeno complesso in modo significativo, seppur a livello elementare.

In questo segmento utilizzeremo anche alcuni campioni di soluzioni acquose per osservare la formazione di cristalli. Questa parte, che da un punto di vista angustamente disciplinare non andrebbe affrontato in questo contesto, è a nostro parere importante proporlo nella logica del curriculum verticale e della profondità dei concetti affrontati. Nella realtà esistono soluzioni e non acqua distillata. Le soluzioni sono state affrontate in classe terza e il recupero del soluto allora è stato effettuato per ebollizione. È quindi significativo, effettuando esperimenti di evaporazione, scoprire che a differenza dell'ebollizione dove si ottengono polveri incoerenti, si possono ricavare solidi cristallini.

---

### UNITA' n° 11 (2 ore)

---

**(Questa attività può essere predisposta durante la fase 5)**

#### **Attrezzatura e materiale occorrenti:**

- 2 becher da 100 cm<sup>3</sup>
  - Acqua distillata
- 
- Prepariamo 2 becher da 100 cm<sup>3</sup> con circa 20 cm<sup>3</sup> di acqua distillata; segniamo il livello della soluzione con il pennarello indelebile
  - Collochiamo un becher in una zona della classe lontana da fonti di calore

- Collochiamo il secondo becher 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).
- Facciamo osservare e registrare sul quaderno che cosa accade dopo alcuni minuti, dopo alcune ore e dopo alcuni giorni, fino a completa sparizione dell'acqua in tutti i recipienti.
- Dopo l'osservazione della completa sparizione dell'acqua, chiediamo agli studenti di rispondere individualmente per scritto alle seguenti domande:

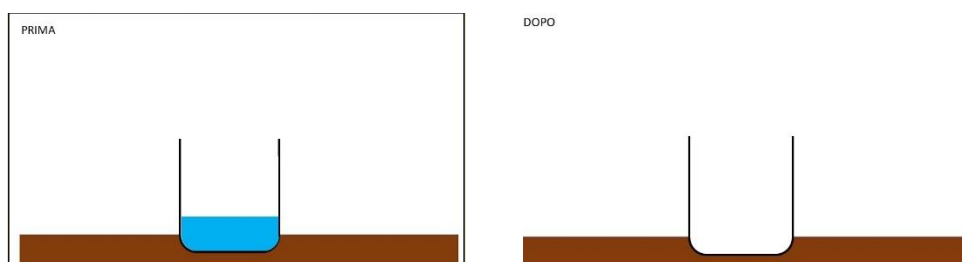
- *Come mai l'acqua non c'è più? Motivate la risposta*
- *In che cosa si è trasformata? Motivate la risposta*
- *Come mai nei recipienti vicini ad una fonte di calore l'acqua è sparita prima. Motivate la risposta*

- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che durante l'evaporazione l'acqua si trasforma in vapore acqueo, ovvero in gas (acqua non visibile) e che l'evaporazione avviene sempre (anche a freddo); tuttavia è tanto più veloce quanto più si scalda.

#### NOTA PER L'INSEGNANTE:

Queste domande non vanno fatte tutte né contemporaneamente né in sequenza. Potrebbe succedere che le risposte individuali alla prima domanda (dopo averle raccolte tutte in una tabella) e la successiva discussione collettiva permettano di ricavare tutti gli aspetti significativi del fenomeno dell'evaporazione dell'acqua.

- L'acqua che è sparita, dove è andata? Forniamo un disegno di questo tipo agli alunni e chiediamo loro di disegnare dove è andata l'acqua che sparisce dal becher nella vignetta "dopo"



Il risultato dovrebbe essere qualcosa di simile:



- Se non tutti hanno prodotto un disegno simile, possiamo mostrare alla classe un disegno per tipologia di ipotesi al fine di stimolare una **discussione collettiva** ed arrivare a concludere l'acqua che se ne è andata occupa tutto lo spazio a sua disposizione.
- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente per scritto alla domanda:  
*“Secondo voi, possiamo dire che intorno a noi (indicando lo spazio di aria circostante) c'è dell'acqua (sotto forma di vapore acqueo)? Motivate la risposta”.*
- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che in realtà anche se non si vede, lo spazio che ci circonda contiene l'acqua che se n'è andata dal becher.
- Diciamo loro: “Abbiamo visto che l'evaporazione avviene sempre, anche quando è freddo”.  
 Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente per scritto alla domanda:  
*“Secondo voi se non avessimo scaldato il becher, l'aria che ci circonda avrebbe comunque contenuto acqua oppure no? Motivate la risposta”.* Ricordiamo loro la presenza di laghi, fiumi, etc.
- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che l'aria che ci circonda contiene sempre acqua che proviene dalle pozze quando piove, dai fiumi, dai laghi, dai mari.
- **L'insegnante fa il punto:** durante l'evaporazione l'acqua si trasforma in vapore acqueo ovvero acqua gassosa (acqua non visibile). L'evaporazione avviene sempre (anche a freddo) tuttavia è tanto più veloce quanto più fa caldo o si scalda. L'aria che ci circonda contiene acqua allo stato di gas (o vapore acqueo) che proviene da mari, fiumi, laghi, pozze, etc.

**SCOPO:** Introdurre il concetto di evaporazione in analogia con quello di ebollizione. Constatere che l'evaporazione avviene sempre, anche se non si scalda. Se l'evaporazione avviene sempre, concludere che l'aria che ci circonda contiene acqua allo stato gassoso che proviene da mari, laghi, fiumi, pozze, etc.

---

**UNITA' n° 12 (2 ore)**

---

## **2- Il ciclo dell'acqua**

- Diciamo agli studenti: “Abbiamo concluso che l'aria che ci circonda contiene acqua e sappiamo che a contatto con zone fredde l'acqua condensa, ad esempio come succede sopra il becher in ebollizione”.
- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente, per scritto, alla domanda:



*“Cosa sono le nuvole? Come si formano?” E cosa è la pioggia? Da dove viene l’acqua dei fiumi?”* (si pongono una alla volta e si dà il tempo agli alunni di riflettere e di rispondere individualmente).

- Raccogliamo tutte le loro risposte e organizziamole in una tabella che permetta di facilitare la discussione;
- In un giorno successivo, riportiamo la tabella alla lavagna e stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare ad una visione condivisa degli aspetti del ciclo dell’acqua ricavabili dalle conoscenze e competenze sviluppate durante il percorso.
- Approfondiamo il ciclo dell’acqua attraverso un breve testo (vedi “Nota per l’insegnante”)

### **NOTA PER L’INSEGNANTE**

Può essere utile consultare nella piattaforma LSS la documentazione “Evaporazione: bolle e dintorni” delle colleghe di Vinci per avere un’idea delle risposte degli alunni e della discussione effettuata. Poiché alcuni aspetti del fenomeno non sono stati affrontati può essere opportuno mettere a confronto la conclusione condivisa dagli alunni con un breve testo, quale quello riprodotto nel 1° approfondimento o in testi ancora più semplici, quali quello riportato nell’ Appendice C, ripreso e semplificato da Wikipedia (realizzato dalle colleghe dell’Istituto Comprensivo di Vinci nell’anno scolastico 2017-2018).

---

### **UNITA’ n° 13 (1 ora)**

---

#### **Attrezzatura e materiale occorrenti:**

- 3 becher da 400 cm<sup>3</sup>
- Acqua distillata
- Sale da cucina
- Solfato di rame
- Spago

#### **5- Evaporazione lenta o veloce per ottenere cristalli o polvere**

- Diciamo agli studenti: “Abbiamo visto che se lasciamo un recipiente con dell’acqua distillata in un angolo della classe, dopo qualche tempo l’acqua sarà evaporata tutta e il recipiente rimarrà vuoto”.
- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente, per scritto, alla domanda:  
*“Secondo voi, cosa otterrò se lascio evaporare l’acqua di un becher contenente una soluzione”.*

- Prepariamo con gli alunni 3 soluzioni:

- 2 becher contenenti circa 50 cm<sup>3</sup> di acqua distillata in cui si solubilizzano circa 5 g di solfato di rame. All'interno di uno dei becher collochiamo uno spago per mezzo di una matita (al centro del becher e non a contatto con il fondo). Se abbiamo a disposizione un cristallino di solfato di rame possiamo legarlo allo spago per rendere migliore la cristallizzazione.



- 1 becher contenente circa 50 cm<sup>3</sup> di acqua distillata in cui si solubilizza qualche grammo di sale da cucina.

- Collochiamo i tre becher in una zona della classe non troppo calda.

### NOTA PER L'INSEGNANTE

Le soluzioni devono avere un'alta concentrazione di sale ma non devono presentare sale indisciolti sul fondo. Se non riusciamo a solubilizzare tutto il sale aggiunto, è importante trasferire la soluzione in un nuovo contenitore facendo attenzione che il sale resti sul fondo del contenitore iniziale.

L'evaporazione dell'acqua dalle soluzioni richiederà molto tempo. Consigliamo di concludere nel frattempo il percorso e se necessario iniziarne uno nuovo, lasciando qualche pagina bianca sul quaderno di scienze per permettere agli studenti di aggiungere questa parte di osservazione.

- Quando l'acqua sarà completamente evaporata chiederemo agli studenti: "Rileggete l'ipotesi che avevate fatto sul quaderno. Era corretta?". È molto probabile che gli alunni abbiano ipotizzato la formazione di una polvere perché era ciò che avevano osservato dal recupero del sale nel percorso delle soluzioni. Gli studenti si stupiranno di vedere nuovamente confutata la loro ipotesi, visto che nei becher si formeranno cristalli.
- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente, per scritto, alla domanda: *"Secondo voi perché quando scaldavamo abbiamo ottenuto la polvere del sale mentre in questo esperimento abbiamo ottenuto i cristalli? Cosa determina il diverso aspetto del sale (se polvere o cristallo)?"*.
- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che il parametro essenziale è il tempo: facendo evaporare lentamente il solvente a temperatura ambiente si otterrà un cristallo

**SCOPO:** Far concludere agli studenti che quando il recupero della sostanza solubilizzata avviene velocemente (con l'ebollizione) si ottiene una polvere, quando invece la sostanza viene recuperata lentamente (con l'evaporazione) si ottiene una sostanza cristallina.

ben formato del sale disciolto mentre scaldando, il solvente si allontanerà più velocemente e lascerà una polvere del sale.

- **L'insegnante fa il punto e approfondisce:** Alcuni minerali si formano proprio a seguito dell'evaporazione di acqua da depositi di acqua poco profonda che contiene sali naturalmente presenti nelle acque. Questi minerali sono chiamate *evaporiti*. Ne sono esempi i minerali di salgemma (sale da cucina) e la dolomite (il minerale presente in grandi quantità nelle nostre Dolomiti).
- Proponiamo la visione del filmato per collegarlo all'attualità.  
<https://www.rai.it/dl/RaiTV/programmi/media/ContentItem-cf4ad87f-51f8-4843-9748-d84e2b6609ee-tg1.html>

## **FASE 7: I vapori (o gas) non si vedono ma possono essere percepiti**

Lo scopo di questa fase è di riflettere ulteriormente sull'idea che anche ciò che non si vede esiste e può condizionarci la vita, un po' come ha fatto il Coronavirus in questi ultimi anni.

---

### **UNITA' n° 13 (1 ora)**

---

#### **Attrezzatura e materiale occorrenti:**

- 3 vetri da orologio
- Aceto
- Alcol
- Profumo

#### **1- L'acqua allo stato di vapore non si vede perché è ridotta a particelle microscopiche**

- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente, per scritto, alla domanda:  
*“Secondo voi perché quando è nello stato di gas (o vapore acqueo), l'acqua diventa invisibile? Che trasformazione avviene?”*. Ricordiamo agli alunni che anche nelle soluzioni abbiamo visto il sale diventare invisibile durante la sua solubilizzazione.
- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che l'acqua presente nell'aria è invisibile perché ridotta a particelle piccolissime, talmente piccole da non essere più visibili. Il calore fornito è capace di rendere più veloce la separazione delle particelle e quindi rende più veloce la trasformazione dell'acqua liquida in acqua gassosa (vapore acqueo).

#### **2- L'olfatto è il senso che ci permette di percepire i gas (che sfuggono alla vista)**

- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente, per scritto, alla domanda:  
*“Secondo voi l'acqua è l'unica sostanza che si trasforma in gas?”*.
- Stimoliamo una discussione collettiva per arrivare a concludere che esistono altre sostanze allo stato gassoso; è possibile che i bambini indichino nomi di sostanze gassose che hanno sentito, come l'aria, l'anidride carbonica o l'ossigeno.
- Bendiamo tre bambini e versiamo in 3 vetrini da orologio qualche goccia di aceto, di alcol e di un profumo. Ad ogni bambino mettiamo sotto il naso un vetrino e chiediamo loro di indovinarne il contenuto.
- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente, per scritto, alla domanda: *“Qual è la trasformazione che ci permette di sentire gli odori?”*

- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che è l'evaporazione del liquido che ci permette di sentire gli odori. Si forma un altro vapore diverso dal vapore acqueo (ovvero vapore d'aceto, vapore di alcol e vapore di profumo).
- **L'insegnante fa il punto:** ogni volta che sentiamo profumi e odori stiamo percependo dei vapori. Quando usiamo il termine vapore per indicare il vapore acqueo quindi sbagliamo perché di vapori ce ne sono tanti. Il vapore è uno stato fisico della materia, definibile come gas o stato aeriforme
- Chiediamo agli studenti di rispondere individualmente, per scritto, alla domanda:
 

***“Quale è il senso che ci permette di rilevare i vapori, visto che la vista non ce lo consente?”***
- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare a concludere che l'olfatto è l'organo predisposto al riconoscimento della presenza di vapori intorno a noi, anche se non riusciamo a sentirli tutti (come il vapore acqueo). Il naso dei cani è molto più sensibile e può sentire odori anche a distanze molto elevate.
- **L'insegnante fa il punto:** con il termine vapore si indicano i gas liberati dai liquidi in generale, come quello che viene liberato dal profumo o dall'aceto e non possiamo usare questo termine come sinonimo di vapore acqueo, perché è più generale. I gas e i vapori sono invisibili ma il nostro naso ci permette di percepirli e in alcuni casi questo ci aiuta ad identificare un pericolo. Ad esempio il puzzo di benzina ci indica la presenza nell'aria di alcune sostanze che è meglio non respirare a lungo, se sentiamo puzzo di gas entrando in casa è bene non accendere la luce perché può avvenire un'esplosione, etc.

**SCOPO:** Comprendere che le sostanze associate a un odore, lo sono perché in grado di produrre vapori (o gas). Concludere che l'olfatto è l'organo predisposto alla percezione dei gas (che sfuggono alla vista).

**Nota per l'insegnante:** L'esperienza condotta con le tre sostanze allo stato liquido (aceto, alcol, profumo), potrà essere ripetuta anche con sostanze allo stato solido (ad esempio, canfora, cannella, anice ...) per integrare questo percorso con una parte relativa al processo di sublimazione, al termine del quale gli studenti potranno giungere alla conclusione che non solo le sostanze liquide ma anche quelle solide sono in grado di “generare” un proprio vapore.

### 3- Verifica di comprensione-competenza

- Chiediamo agli studenti di rispondere per scritto alle seguenti domande (non occorre somministrarle tutte, ogni insegnante può scegliere quelle più idonee alla classe). Si pongono una alla volta e si dà il tempo ai bambini di riflettere e di rispondere individualmente:

- *“Perché i panni lavati si mettono al sole o vicino al termosifone?”*
- *“Secondo voi si asciugano solo le pozze esposte al sole?”*
- *“Nel percorso sulle soluzioni, quando volevamo recuperare il sale, abbiamo fatto bollire l'acqua... Era indispensabile? Perché l'abbiamo fatto?”*
- *“Perché quando facciamo la doccia calda, i vetri si appannano?”*
- *“Perché nelle mattine di inverno il nostro respiro genera una nebbia bianca?”*
- *“Perché se alitiamo su un vetro, questo si appanna?”*

- Stimoliamo una **discussione collettiva** per arrivare alle seguenti conclusioni:

- I panni si mettono al caldo per farli asciugare più velocemente.
- Si asciugano anche le pozze non esposte al sole, ci vuole solo più tempo.
- Potevamo non scaldare ma ci sarebbe voluto molto più tempo per far evaporare tutta l'acqua e recuperare il sale.
- Il vapore acqueo, quando viene a contatto con il vetro freddo della doccia, condensa, appannando il vetro.
- Il vapore acqueo contenuto nell'aria del mio respiro a contatto con il freddo dell'aria esterna condensa e forma nebbia.
- Il vapore acqueo contenuto nell'aria del mio respiro a contatto con il freddo del vetro, condensa e lo appanna.

<p><b>SCOPO:</b> Mettere alla prova gli studenti con domande di cui non conoscono la risposta ma che sono alla loro portata.</p>
--

#### NOTA PER L'INSEGNATE

A conclusione del percorso l'insegnante può proporre una verifica sommativa per valutare conoscenze e competenze acquisite dagli studenti. Prima della verifica si chiede agli studenti di studiare il materiale prodotto insieme in classe. Un esempio di verifica è riportato in appendice D.

## FASE 8 PER LA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO:

### L'ARIA, IL VAPORE ACQUEO, I GAS

Alla fine di questo percorso, chiediamo agli alunni se esiste qualcosa di diverso dai solidi e dai liquidi (se la materia può esistere in altri stati)?

Dal confronto delle ipotesi scritte individuali dovrebbero essere facile ricordare l'aria e il vapore acqueo, che abbiamo concettualizzato a livello operativo in questo percorso:

abbiamo **compreso che si tratta di due tipi di materia all'apparenza simili, invisibili, ma diversi**. Dell'aria si è inoltre constatato che il **volume che occupa può essere variato modificando la pressione** (spingendo ad esempio lo stantuffo di una siringa tappata contenente aria).

Come l'acqua è l'esempio paradigmatico dei liquidi, l'aria è l'esempio paradigmatico di un altro stato della materia, i gas.

Spesso gli alunni conoscono i nomi di altri gas, perché sono ormai termini usuali, quali ossigeno, azoto, metano, anidride carbonica, ecc. E generalmente sanno che l'aria è una miscelazione di ossigeno ed azoto. In realtà l'aria è una miscelazione di vari gas, ed in particolare, oltre ai componenti principali, ossigeno e azoto, **vapore acqueo ed anidride carbonica**.

Nei manuali, troviamo la seguente definizione di gas:

***i gas sono quello stato della materia caratterizzato dalla mancanza di forma e volume propri.***

I gas, cioè, non hanno forma propria (hanno la forma del recipiente che li contiene come i liquidi), ma, diversamente dai liquidi, non hanno neppure volume proprio.

Discutiamo anche in questo caso la definizione con gli alunni.

Queste definizioni sono evidentemente utili perché in modo lapidario indicano proprietà che permettono di distinguere solidi, liquidi e gas. Ma come tutte le definizioni scientifiche, esse, per essere effettivamente comprese ed utilizzate in modo sensato, non possono essere semplicemente enunciate, devono essere costruite: occorre prima individuare le proprietà caratteristiche dei tre stati della materia, confrontarli tra loro, diventare consapevoli delle caratteristiche distintive di ciascuno stato, e solo a questo punto è possibile comprendere le definizioni.

## APPENDICI

### **Appendice A - Una testimonianza della discussione avvenuta in una classe sulle bolle**

Riportiamo una parte della discussione sulle bolle avvenuta in una quarta classe a Barberino di Mugello nell'anno scolastico 2014-2015.

---

#### DISCUTIAMONE:

1. Io sono d'accordo con chi dice che le bolle sono formate di vapore acqueo perché durante l'ebollizione si forma vapore acqueo, che esce dal becher sotto forma di nebbia, proprio per questo l'acqua diminuisce.
2. È vero, le bolle hanno una specie di pelle acquosa, ma dentro c'è vapore acqueo, infatti le bolle sono trasparenti. Il vapore acqueo non si vede, proprio come l'aria, ma è il vapore acqueo che si forma durante l'ebollizione, non l'aria.
3. Le bolle allora sono formate da vapore acqueo all'interno e pellicola d'acqua all'esterno. Il vapore acqueo esce proprio da quelle bolle che scoppiano e lo fanno uscire, ma tutto parte dal calore della piastra.
4. Le bolle non si formano "A FREDDO".
5. Si possono formare anche a freddo, come quando SOFFIAMO nell'acqua per fare le bolle di sapone, ma quelle bolle sono fatte dell'aria che noi soffiamo: SONO ALTRE BOLLE.
6. Le bolle dell'ebollizione si formano grazie al calore della piastra che riscalda l'acqua del becher così tanto da farla bollire con le bolle.
7. Io sono d'accordo con chi dice che le bolle dell'ebollizione contengono vapore acqueo e non aria perché solo se contengono vapore acqueo che esce e si disperde nell'aria io riesco a spiegarmi perché l'acqua del becher diminuisce ... perché mentre si trasforma in vapore acqueo, l'acqua liquida deve diminuire.



## **Appendice B - Esempio di verifica sommativa da somministrare a circa metà del percorso (a conclusione della fase 2)**

1. Stai facendo la doccia; dopo un po' la stanza si riempie di "fumo". Che cos'è quel "fumo"?
2. A doccia finita lo specchio e i vetri della finestra "colano acqua", mentre prima erano asciutti. Come spieghi questo fenomeno?
3. Durante la distillazione dell'acqua quali trasformazioni avvengono?
4. Nebbia e vapore acqueo sono la stessa cosa?
5. Acqua di rubinetto e acqua distillata sono la stessa cosa?

## **Appendice C - Testo per confermare e approfondire il modello di ciclo dell'acqua condiviso dagli alunni**

Testo ripreso e semplificato da Wikipedia (realizzato dalle colleghe dell'Istituto Comprensivo di Vinci nell'anno scolastico 2017-2018)

---

La pioggia gioca un ruolo fondamentale nel ciclo dell'acqua.

L'acqua evapora dagli oceani sotto forma di vapore, si condensa nelle nuvole e cade di nuovo a terra, ritornando negli oceani attraverso il ruscellamento, i laghi, i fiumi e le falde sotterranee, per ripetere nuovamente il ciclo. In tal modo si rende possibile lo sviluppo della flora e della fauna e l'abitabilità agli esseri umani.

Una nube è formata da miliardi di goccioline d'acqua. Queste goccioline sono il risultato dell'evaporazione dell'acqua da oceani, mari, corsi d'acqua dolce, vegetazione e suolo. Il vapore acqueo viene quindi portato verso l'alto da correnti ascendenti; salendo, l'aria si raffredda e raggiunge la saturazione (si formano le goccioline).

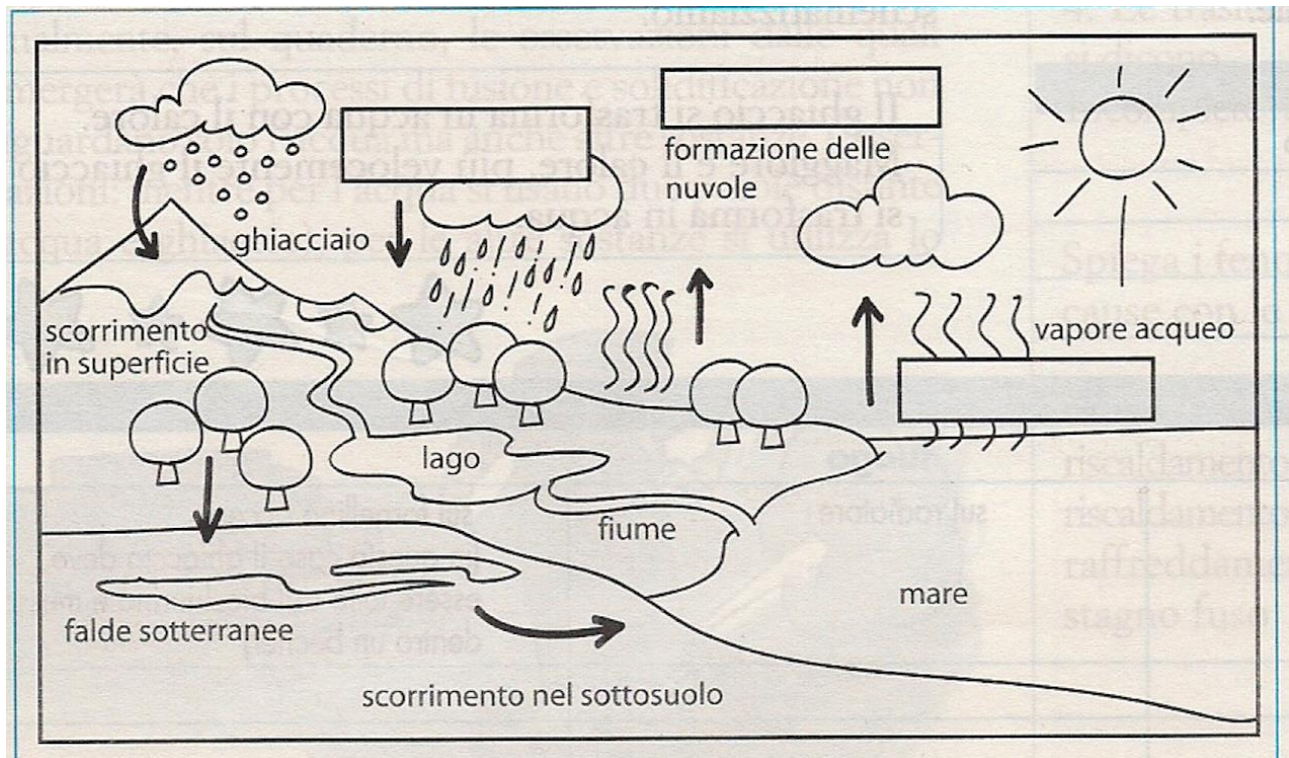
Occorrono centinaia di milioni di goccioline di nube per formare una goccia di pioggia del diametro compreso tra 200 $\mu$ m e qualche millimetro.

Il micrometro (pronuncia: /mikro 'mɛ:tro/; simbolo:  $\mu$ m) è un'unità di misura della lunghezza corrispondente a un milionesimo di metro (cioè millesimo di millimetro).

---

## Appendice D - Esempio di verifica sommativa da somministrare a fine del percorso

1. L'acqua che arriva sulla terra è senza sali. Come mai l'acqua che beviamo è sempre minerale (contiene sali)?
2. Che cosa sono le bolle che si osservano durante l'ebollizione dell'acqua?
3. E' logico aspettarsi che la temperatura dell'acqua rimanga costante all'ebollizione?
4. Quali sono le somiglianze e le differenze tra evaporazione ed ebollizione?
5. Inserisci nell'immagine sottostante le parole: "Evaporazione", "Condensazione", "Precipitazioni"  
Elabora poi un testo che descriva e spieghi ciò che è rappresentato nell'immagine.



## Approfondimenti

### 1. Nubi, vapore acqueo, pioggia, neve

Antonio Testoni

Le nubi si formano attraverso processi naturali legati all'umidità atmosferica. Il vapore 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 vapore acqueo. Le nubi si formano quando l'aria si raffredda fino al punto in cui il vapore acqueo condensa, ovvero la condensazione avviene quando una porzione di aria è satura di vapore 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 vapore acqueo* rispetto all'aria più calda e la sua temperatura può eventualmente raggiungere il punto di saturazione. Il vapore 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.

### 2. Il significato degli strumenti scientifici nell'apprendimento

Carlo Fiorentini

Parlando della scienza moderna si rileva giustamente il ruolo fondamentale degli strumenti scientifici: essi hanno permesso, infatti, di osservare la natura in un modo molto più efficace, facendo vedere cose inimmaginabili alla percezione diretta. Gli esempi che sono sempre fatti sono quelli del microscopio e del cannocchiale; tuttavia, se si analizza lo sviluppo di una qualsiasi disciplina scientifica, e in particolare della chimica e della fisica, si osserva costantemente uno sviluppo

parallelo di nuovi concetti e di nuovi strumenti. Si può effettivamente comprendere, come afferma Geymonat, il nesso inscindibile di teoria e tecnica: cioè, da una parte, sono gli strumenti che permettono di conferire realtà alle più ingegnose congetture scientifiche, e dall'altra sono le teorie e le ipotesi che spesso guidano l'invenzione e il perfezionamento degli strumenti. Lo sviluppo, nel Seicento, delle scienze baconiane è strettamente connesso, da una parte, all'enfasi sugli esperimenti, e dall'altra, dall'*utilizzo sistematico degli strumenti* «I successivi cento anni mostrarono la rapida introduzione ed utilizzazione di telescopi, termometri, barometri, pompe ad aria, rivelatori di cariche elettriche, e numerosi altri nuovi congegni sperimentali. Lo stesso periodo fu caratterizzato dalla rapida adozione da parte degli studiosi della natura di un arsenale di apparati chimici che precedentemente potevano essere trovati solo nelle botteghe di abili artigiani o nei nascondigli degli adepti dell'alchimia. In meno di un secolo la scienza fisica divenne basata sugli strumenti» (Kuhn 1985, p. 51).

Il laboratorio scientifico è raramente utilizzato nell'insegnamento, e, quando è impiegato sistematicamente, negli istituti tecnici e professionali, spesso lo è in modo cognitivamente poco significativo: si riduce essenzialmente all'addestramento a determinate tecniche di analisi. Tra scienza e tecnica vi è, nel caso della chimica, un tale stretto rapporto che nell'insegnamento tradizionale il laboratorio chimico diventa addestramento a tecniche chimiche, all'utilizzo di specifici strumenti. Vi è, tuttavia, una totale separazione: da una parte, le conoscenze chimiche, la teoria, dall'altra, la pratica, la tecnica intesa come attività di routine, standardizzata.

In un insegnamento centrato sulla comprensione, teorie e concetti, tecniche e strumenti devono essere, invece, riaggregati, perché il significato si realizza circolarmente dagli uni agli altri. In questo modo anche nell'apprendimento, gli strumenti scientifici possono svolgere il ruolo cognitivo che loro compete, quello di strumenti indispensabili per la costruzione e la comprensione di molti concetti scientifici, come abbiamo constatato in questo percorso con il distillatore. Già Bacone aveva compreso la fondamentale importanza cognitiva degli strumenti: "Non la sola mano, o l'intelletto in sé possono sussistere; tutto si compie mediante gli strumenti e i mezzi ausiliari".

Vygotskij e Bruner hanno ripreso tutto ciò nella prospettiva della loro psicologia culturale e sociale. Bruner nell'introduzione americana del 1962 di *Pensiero e linguaggio* aveva scritto sulla teoria vygotkiana: «Il pensiero nasce per lui dall'interiorizzazione dell'azione concreta, e specialmente dall'interiorizzazione del dialogo esterno che porta il potente strumento del linguaggio a contatto con il flusso del pensiero. L'uomo in un certo senso, è formato dagli strumenti e dagli apparecchi che gli avviene di usare, e né la mente né la mano da sole possono avere importanza esclusiva» (BRUNER 1966, p. 6).

Kuhn T.S., *La tensione essenziale*, Einaudi, Torino 1985.

Bruner, J.S., *Introduzione all'opera di Vygotskij*, in Vygotskij L.S., *Pensiero e linguaggio*, Giunti-Barbera, Firenze 1966.

### **3. La macchinetta del caffè**

Facciamo osservare con attenzione le varie parti di una macchinetta del caffè. Dopo aver messo soltanto l'acqua, mettiamola in funzione sopra una piastra elettrica, facendo constatare agli alunni che dopo un po' l'acqua bollente passa nella parte superiore della moka. Chiediamo loro di spiegare come ciò sia stato possibile. Probabilmente molti ipotizzeranno che ciò sia dovuto alle stesse trasformazioni che avvengono nel distillatore, la formazione, cioè, del vapore acqueo e la sua successiva condensazione. A questo punto si può chiedere loro come ciò sia possibile perché manca qualcosa che sia in grado di raffreddare. E quindi quale può essere la spiegazione? Raccogliamo le loro ipotesi.

La spiegazione è invece la seguente: il vapore acqueo che si forma dall'ebollizione dell'acqua, non potendo fuoriuscire, dopo un po' acquisisce una tale forza di spinta (una tale pressione) da essere in grado di spingere l'acqua bollente nella parte superiore della moka.

L'energia del calore è trasferita al vapore acqueo, che diventa così capace di compiere un lavoro. La forza motrice del vapore è stata utilizzata nei tre secoli scorsi per il funzionamento di alcune macchine, chiamate appunto macchine a vapore, inventate durante la Rivoluzione Industriale. Ora il vapore è utilizzato soprattutto nelle centrali termoelettriche e termonucleari per far girare le turbine che producono energia elettrica.

### **4. La pentola a pressione**

Facciamo osservare una pentola a pressione, aggiungiamo poi un po' di acqua, e mettiamola in funzione sopra una piastra elettrica per il tempo sufficiente a constatare l'uscita della nebbia. Facciamo poi leggere i tempi di cottura indicati in ricettari di alcuni cibi mettendo a confronto la pentola a pressione con una pentola usuale. Chiediamo agli alunni di spiegare il motivo per cui i tempi di cottura nella pentola a pressione sono molto più bassi. Non dovrebbe essere difficile condividere una risposta di questo tipo: nella pentola a pressione il vapore acqueo che continua a formarsi aumenta costantemente in quantità ed aumenta così la pressione che è in grado di esercitare. La seconda parte della risposta probabilmente dovrà essere l'insegnante a fornirla: l'aumento di pressione all'interno della pentola fa sì che l'acqua non bolla più a 100 C°, ma a circa 120 C°.

Questa scoperta permette di riproblematizzare la conoscenza precedentemente acquisita relativa alla temperatura di ebollizione dell'acqua. Questa dipende dalla pressione: è 100 C° quando la pressione atmosferica è di 1 atmosfera, è più di 100 C° quando la pressione è maggiore ed è meno di 100 C° quando è minore. Il punto di ebollizione dell'acqua diminuisce di un grado ogni 300 metri di altezza, quindi a 2000 metri l'acqua bolle a 93.3 gradi; è per questo motivo che in montagna si fa fatica a cuocere la pasta.

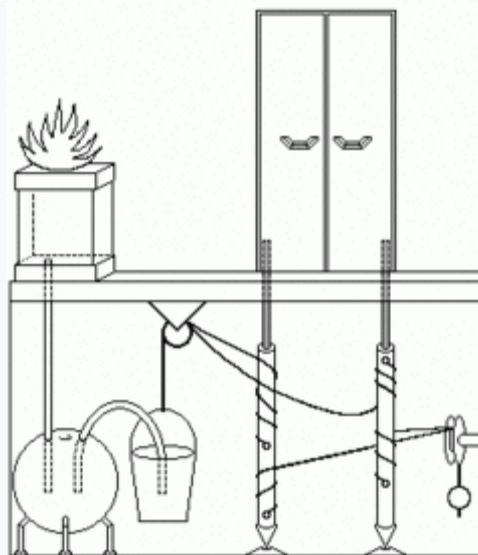
## 5. La macchina a vapore

### Macchina di Erone per aprire le porte di un tempio

---

Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.

[Jump to navigation](#)



Macchina di Erone

La **macchina di Erone** è un dispositivo descritto da [Erone di Alessandria](#) nel suo trattato sulla [pneumatica](#) ([I secolo](#)). Tale macchina permetteva di aprire le porte del tempio di Serapide ad Alessandria e può essere considerata uno dei primi esempi di [macchina a vapore](#) della storia.

**Funzionamento**[\[modifica](#) | [modifica wikitesto](#)]

Tale sistema utilizzava l'espansione dell'[aria](#) calda per mettere in pressione l'[acqua](#) di un serbatoio che, attraverso un sifone, andava a riempire un secchio sospeso, la cui discesa faceva aprire le porte del tempio. Quando il fuoco veniva spento, la [pressione](#) nel recipiente diminuiva e l'acqua tornava indietro, svuotando il secchio. In questo modo, un peso scendeva e faceva chiudere.

---

### Macchina a vapore

di [Leopoldo Benacchio](#) - [Enciclopedia dei ragazzi](#) (2006)

Un'invenzione che ha cambiato la storia

La macchina a vapore è un sistema per produrre lavoro meccanico a spese dell'energia termica. Anche se le attuali macchine a vapore, molto perfezionate, sono abbastanza complesse, lo schema di base è sempre lo stesso: una sorgente di calore porta all'ebollizione una certa quantità di acqua producendo vapore che, espandendosi, preme sulle pareti del contenitore mettendo in movimento un pistone. Usata per almeno due secoli come base per la costruzione di macchine industriali, per far viaggiare locomotive, navi e anche automobili e autocarri, la macchina a vapore, nella versione a turbina, trova ancora un uso importante nella produzione di energia nelle centrali nucleari o nelle grandi navi militari.