

### 1.3 I CAMBIAMENTI DI STATO

Nei passaggi di stato e in alcuni fenomeni fisici quali disgregazione, dissoluzione ecc. si ha conservazione della quantità di materia e conservazione dell'identità dei corpi puri (sostanze) che entrano in gioco: in altre parole, i fenomeni fisici sono caratterizzati dal fatto che una **sostanza** conserva inalterata la propria identità, l'unica cosa che cambia è il suo stato fisico. A questo punto della sequenza è opportuno analizzare alcuni passaggi di stato, il fenomeno della dissoluzione, dell'ebollizione, ecc. dal punto di vista empirico, per poi riprenderli dopo aver costruito il modello particellare in modo di passare dallo studio empirico all'interpretazione mediante il modello.

#### La fusione del ghiaccio

##### ATTIVITÀ 1 – CONSERVAZIONE DELLA QUANTITÀ DI MATERIA (PREVISIONE)

Attività individuale **FOL PS1**

Nel foglio di lavoro si affronta il fenomeno della fusione del ghiaccio. La prima domanda riguarda una previsione (anticipazione) su ciò che avverrà con il passare del tempo: il corpo solido ghiaccio scompare e appare il corpo liquido acqua. La seconda domanda chiede di indicare il nome del fenomeno. Gli allievi lo sanno? Lo confondono con un altro? Il ghiaccio si scioglie? E allora lo zucchero in acqua? Questi quesiti devono essere affrontati in una discussione collettiva. Se i pareri sono discordi, è necessario eseguire l'attività 2 prevedendo anche di pesare la quantità della materia acqua prima e dopo la fusione. Si dovrebbe concludere che:

- Si è in presenza dello stesso corpo puro "acqua" sia nel caso dell'acqua liquida" sia nel caso del ghiaccio che è "acqua solida".
- La quantità di acqua (la quantità di materia) non cambia.

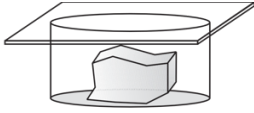
##### ATTIVITÀ 2 – STUDIO EMPIRICO

**FOL PS2**

La fusione del ghiaccio è un fenomeno interessante in quanto la temperatura dell'acqua nella quale è presente del ghiaccio che fonde rimane costante intorno agli zero gradi fino a completa fusione del ghiaccio. Poi sale fino al valore della temperatura ambiente.

Si dovrebbe disporre di un termometro per rilevare la temperatura dell'ambiente.

Si dividono gli allievi in gruppi di 3-4 persone e si fornisce a ogni gruppo un bicchiere (o altro contenitore) nel quale si trovano alcuni cubetti di ghiaccio. Sarebbe opportuno preparare in anticipo il contenitore con il ghiaccio, ponendovi alcuni cubetti di ghiaccio e lasciandolo nel surgelatore. Prima di consegnare i contenitori ai gruppi, si consegna a ogni gruppo un termometro (scala da  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+50-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e si dà la consegna seguente:



Si mette un pezzo di ghiaccio in un recipiente e si tappa il recipiente.

1. Secondo te, cosa succederà al ghiaccio con l'andar del tempo?

.....  
 .....  
 .....

Giustifica la tua risposta: .....

.....

2. Secondo te, quale nome danno gli scienziati al fenomeno che si verifica?

.....

**Consegna** - Vi verrà ora consegnato un contenitore nel quale si trovano alcuni cubetti di ghiaccio. Non appena vi viene consegnato, immergete il termometro tra i cubetti facendo però attenzione a che il bulbo del termometro non tocchi le pareti e il fondo del bicchiere. Fatto questo, segnate sul foglio l'ora e la temperatura rilevata dal termometro. Ogni minuto (oppure ogni cinque minuti) prendete nota dell'ora e della temperatura; inoltre annotate sul quaderno cosa vedete nel bicchiere e ogni altra informazione che vi sembri interessante.

**Attenzione** – Insistete sulla esigenza di segnare l'ora di inizio della raccolta dei dati. In questo modo, se qualcuno si distrae, ha sempre la possibilità di riprendere. Ogni insegnante faccia prima la prova per capire quanto grande deve essere il contenitore, quanti cubetti deve contenere, se si legge bene la temperatura (soprattutto all'inizio quando è sotto lo zero), quanto tempo ci vuole per portare a termine l'esperimento.

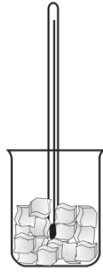
*Cosa deve capitare?*

All'inizio la temperatura è bassa, più o meno quella del congelatore: diciamo  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  (se i contenitori vengono da un freezer sarà più elevata). Poi la temperatura sale fino a circa  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (magari intorno a  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e rimane costante fino a completa fusione del ghiaccio. Poi comincia di nuovo a salire fino a raggiungere la temperatura ambiente.

L'insegnante fa costruire a ogni gruppo un diagramma temperatura contro tempo (tempo zero alla prima misura e poi contare i minuti). Si avrà una prima parte con la temperatura che sale, una seconda parte con temperatura costante, una terza parte con temperatura che sale e una parte finale con temperatura costante (temperatura ambiente).

Se il contenitore non viene dal congelatore, la temperatura iniziale sarà molto vicina al valore  $0$  (zero). Ora l'insegnante chiede agli allievi:

*Come mai la temperatura finale è  $xxx\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*

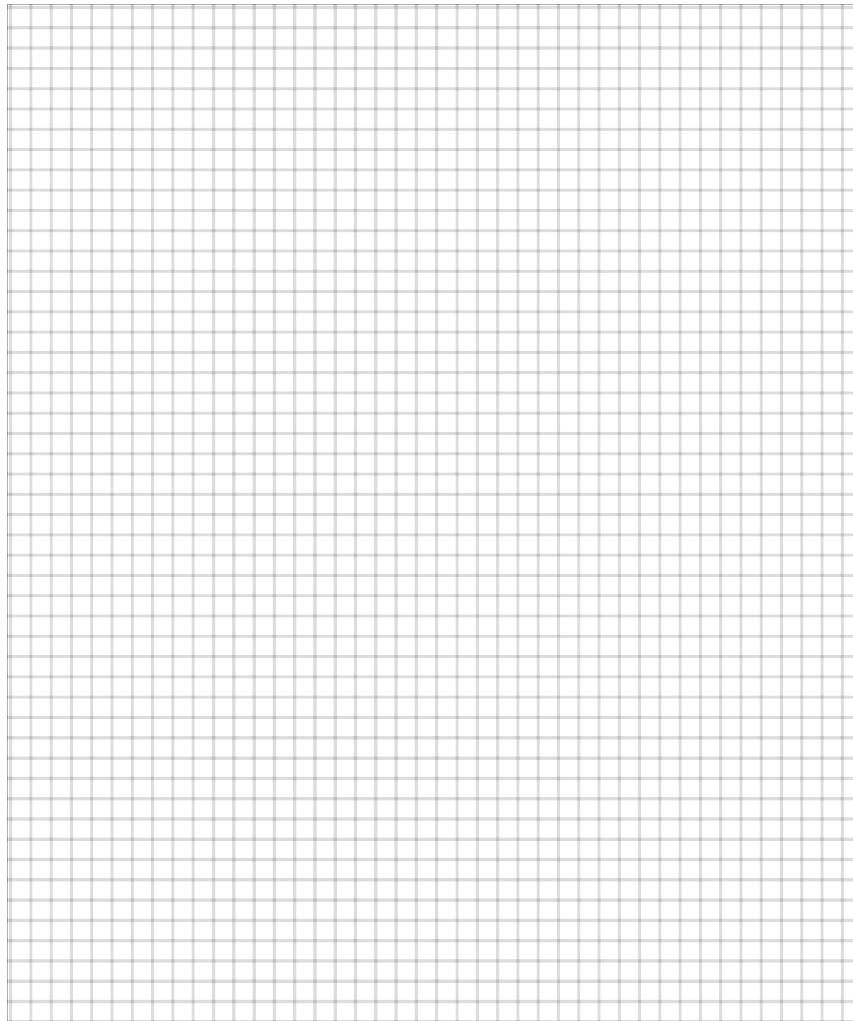


Si mette del ghiaccio in un bicchiere. Si introduce un termometro nel ghiaccio, in modo tale che non tocchi le pareti del recipiente. Ogni minuto (t) si legge la temperatura (T) sul termometro. Si riportano i dati nella seguente tabella:

tempo (t) temperatura (T)	tempo (t) temperatura (T)

Ora di inizio delle misure:  
.....

Utilizzando i dati della tabella, costruisci un grafico:



Si tratta della temperatura ambiente, ma è necessario mettere in discussione le loro idee a partire dalle loro affermazioni. Occorre tenere presente che si ritornerà su queste esperienze lavorando sul concetto di energia.

Gli allievi potranno molti interrogativi, in quanto saranno colpiti dall'andamento della temperatura in funzione del tempo. Quali ragionamenti sviluppano e quali questioni si pongono e pongono all'insegnante? Sarebbe bene prendere nota di questi interrogativi (poster, manifesto?) sul quaderno di scienze da parte degli allievi per rispolverarli quando si lavorerà su energia, calore, ecc.

**Attenzione** – Non bisogna fornire risposte immediate agli interrogativi che riguardano l'energia, il calore, ecc.

## Evaporazione

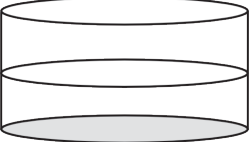
Si presenti sulla cattedra un recipiente trasparente che contiene dell'acqua. Conviene scegliere un recipiente largo, in quanto l'ampia superficie libera favorisce l'evaporazione.

Possiamo definire l'evaporazione come un fenomeno che avviene all'interfaccia liquido/aria con passaggio del liquido allo stato gassoso.

### ATTIVITÀ 3 - PREVISIONE

Attività individuale – **FOL PS3**

*FOL PS3*



**Nel recipiente c'è dell'acqua.  
Il recipiente con l'acqua pesa 150 grammi.**

1. Secondo te, cosa succederà all'acqua con l'andar del tempo?  
.....  
.....

Giustifica la tua risposta: .....  
.....  
.....

2. Dopo un po' di tempo si pesa di nuovo il recipiente. Secondo te, il peso che si ottiene è:

superiore a 150 grammi       inferiore a 150 grammi

150 grammi       non so rispondere

Giustifica la tua risposta: .....  
.....

3. Secondo te, quale nome danno gli scienziati al fenomeno che si verifica?  
.....

Si chiede agli allievi di avanzare alcune previsioni su quanto capiterà all'acqua con il passare del tempo. Il foglio di lavoro prevede tre domande.

**Domanda 1** - *Se si lascia un recipiente aperto con dell'acqua, cosa succede all'acqua con il passare del tempo?*

Il livello del corpo liquido acqua si abbassa e il corpo liquido acqua scompare poco per volta

**Domanda 2** - Si chiede di avanzare una previsione in base alle risposte date alla domanda 1.

Si deve fare attenzione alla coerenza interna del pensiero. Vi è coerenza tra la risposta alla domanda 1 e quella alla domanda 2? Si nota qualche incoerenza?

**Domanda 3** - Si chiede il nome del fenomeno.

Facendo leggere le risposte, riunirle per tipi sulla lavagna.

Dalla discussione dovrebbe risultare che alcuni pongono l'attenzione su ciò che si può percepire con i sensi, cioè che il livello dell'acqua si abbassa; altri ne danno un'interpretazione empirica dicendo che l'acqua se ne va, magari che se ne va sotto forma di gas e che entra a far parte dell'atmosfera. Ma non è scontato che sia così per tutti. Capita qualche allievo che dice che l'acqua evapora. Spesso questa parola viene associata al fatto che l'acqua se ne va in qualche modo.

Si segni con un pennarello il livello dell'acqua nel recipiente e lo si lasci da qualche parte nella classe, in modo che nessuno lo tocchi.

#### **ATTIVITÀ 4 – L'ACQUA DOVE VA?**

Scritta - individuale

Quando si torna in classe, si riprende in considerazione il recipiente contenente acqua dell'attività precedente. Il livello dell'acqua dovrebbe essere sceso e magari tutta l'acqua è sparita.

**Domanda 1** - *Secondo te, dove è andata l'acqua che manca dal recipiente?*

**Domanda 2** - *Secondo te, cosa è diventata l'acqua che manca dal recipiente?*

Le risposte alla prima domanda saranno del tipo: si è asciugata, è sparita, dentro le nuvole, dentro il sole, ecc.

Sarà interessante fare spiegare a ogni allievo come mai ha dato quella certa risposta con domande del tipo:

*Hai visto qualcosa che ti porta a pensare così?*

*Ecc.*

Le risposte alla seconda domanda possono essere del tipo: è passata da liquido a qualche cosa d'altro, visibile (nebbia, goccioline, vapore) o invisibile (aria, gas).

Sappiamo che l'acqua (liquida) diventa vapore acqueo e che entra a far parte dell'aria. Ma gli allievi probabilmente non hanno ben chiaro, nonostante il lavoro sull'aria, che l'acqua è a immediato contatto con l'aria grazie alla sua faccia libera, alla superficie superiore.

Si tratta allora di porre domande opportune per avviarli a prendere coscienza di questo fatto. Esempi di domande:

*Con che cosa è in contatto l'acqua?*

Risposta: Con le pareti del recipiente.

*Niente altro? Cosa vi è in questa stanza?*

Forse si arriva a ricordare che c'è dell'aria.

*E allora??*

Si può riandare a consultare ciò che si era scritto a proposito della composizione dell'aria. C'è anche della "umidità"? Il tempo può essere secco o umido.

*In base a che cosa si dice che il tempo è secco o umido?*

In conclusione, l'acqua che manca dal recipiente si è trasformata in un gas (vapore acqueo o d'acqua) ed è finita nell'aria (nell'atmosfera).

La trasformazione dell'acqua (di un liquido) in vapore d'acqua (in gas) è un fenomeno chiamato **evaporazione**. L'evaporazione è un fenomeno che interessa la superficie libera dell'acqua (lo si capirà meglio quando si interpreterà il fenomeno con il modello particellare).

## **ATTIVITÀ 5 – IL PANNINO UMIDO**

Attività individuale -Scritta

**Attenzione** – Il panno deve essere umido, ossia non deve gocciolare; le gocce creano un mucchio di problemi. Evitarle assolutamente.

L'insegnante chiede agli allievi di rispondere a due domande.

**Domanda 1** - Secondo te, cosa succede quando si stende un panno umido?

**Domanda 2** - Secondo te, quale fenomeno si produce?

Alla lavagna, si scrivono le risposte alle domande 1 e 2, dividendole per tipi, e si avvia la discussione. Alla domanda 2, non pochi allievi diranno che il fenomeno che si produce è l'asciugatura del panno.

In base alle impressioni sensoriali possiamo dire che il panno si asciuga e passa da umido ad asciutto. Questa è una evidenza empirica che viene interpretata in questo modo: l'acqua che rende umido il panno evapora, ossia passa dallo stato liquido allo stato gassoso, diventando vapore acqueo.

Chiarito questo punto, occorre chiedere agli allievi di citare altre situazioni che possono essere interpretate allo stesso modo, ossia in cui entra in gioco il fenomeno dell'evaporazione.

Si ha evaporazione: quando ci si asciuga i capelli, quando si lascia esposta all'aria una fetta di pane o una fetta di mela, quando una pozzanghera sparisce da un suolo impermeabile (per esempio alcuni tipi di asfalto), ecc. A proposito della pozzanghera si può provare a chiedere come mai le pozzanghere che si formano a seguito di una pioggia, poi spariscono. Probabilmente domina l'idea dell'assorbimento da parte del terreno: idea accettabile (in parte, in quanto entra in gioco anche l'evaporazione) per il suolo naturale ma non per molti tipi di asfalto.

È pure molto diffusa l'idea che si abbia evaporazione solo riscaldando l'acqua con una fiamma o con un altro mezzo. Molte persone, anche tra gli adulti, non ammettono che i panni umidi possano asciugare se stesi in una giornata fredda e secca di inverno. È chiaro che se la giornata è secca e c'è del vento, l'evaporazione dell'acqua avrà luogo, anche se meno rapidamente di quanto avviene in una giornata

d'estate.

Qui si ha l'occasione per sottoporre agli allievi il problema della velocità dell'evaporazione (si veda avanti).

A questo punto, gli allievi hanno indicato una serie di situazioni empiriche molto diverse l'una dall'altra ma nelle quali si produce un unico fenomeno. Gli allievi dovranno essere pienamente coscienti di questo: **evidenze empiriche molto diverse, possono essere interpretate come un unico fenomeno (l'evaporazione dell'acqua)**. In questo modo, gli allievi hanno proceduto a un'operazione di **decontestualizzazione**: l'evaporazione non è più legata a una situazione precisa (ad esempio, acqua riscaldata) ma è il fenomeno che entra in gioco in situazioni diverse nelle quali si ha sempre la trasformazione del liquido acqua in vapore acqueo, ossia di un liquido in un gas.

Si può ora porre alla classe un problema. Risposta individuale e scritta.

**Problema** - *Secondo te, cosa ha fatto andar via l'acqua dal contenitore, dal panno, dalla fetta di rapa o di mela, ecc.?*

Si ritirano i fogli e si fa l'inventario delle risposte. Le cause citate dagli allievi possono essere il caldo (problema dei panni umidi in inverno), il vento, il sole, ecc.

Forse qui gli allievi avvanzeranno idee del tipo: l'acqua non se ne va se chiudiamo il recipiente nell'armadio, al buio e chiudiamo bene le porte; altri proporranno (magari dopo i risultati deludenti di questo primo esperimento) di chiudere tutte le fessure con del nastro adesivo e così via. Si può proporre agli allievi di costituire dei gruppi e di progettare degli esperimenti per dare risposta ai vari problemi che emergono.

Fare riferimento al documento **Ma che cos'è un esperimento scientifico?** per sfruttare tutte le possibilità educative che offrono queste attività.

## **ATTIVITÀ 6 - VERSO IL MODELLO PARTICELLARE**

Attività individuale - scritta

L'insegnante espone alla classe questa riflessione: Come abbiamo visto, l'acqua evapora ossia si trasforma in vapore acqueo che è un corpo gassoso.

**Gli scienziati chiamano evaporazione il fenomeno nel quale un liquido diventa vapore.**

Ora viene formulato un

**Problema** – *Come mai l'acqua di un bicchiere, di una pozzanghera non diventa vapore tutta in un colpo solo, ma poco per volta? Secondo voi, come si può spiegare questo fatto?*

Bisogna lasciare al massimo dieci minuti per rispondere. Gli studenti leggono le loro risposte che vengono classificate per tipo di spiegazione. In genere, questo lavoro permette di arrivare a questa conclusione: l'acqua se ne va poco per volta sotto forma di minutissime goccioline invisibili. A questo punto si può porre un altro

**Problema** – *Ma queste goccioline da dove vengono?*

Qui la discussione porta a riconoscere che tali goccioline sono già presenti nell'acqua liquida. Si può chiedere agli allievi di rappresentare con un disegno l'acqua e il vapore acqueo che si sviluppa da questa alla luce di questa congettura.

Si può anche porre (attività individuale, risposta scritta) un problema generale:

**Problema** – *Abbiamo studiato il fenomeno della fusione del ghiaccio e quello dell'evaporazione dell'acqua. Immaginiamo di estrarre un cubetto di ghiaccio dal freezer, metterlo in un bicchiere e lasciarlo stare per un bel po' di tempo.*

Descrivi tutti i fenomeni che, secondo te, avvengono nel tempo e rappresenta la tua descrizione con dei disegni.

Se per caso qualche collega parla del **ciclo dell'acqua** (in geografia per esempio) si può vedere se **gli allievi** (non l'insegnante) fanno il collegamento tra i due...

## Dissoluzione

### ATTIVITÀ 7 - ZUCCHERO E ACQUA

Individuale - risposta scritta a domande 1 e 2

**Sulla cattedra:** un recipiente trasparente (un bicchiere anche di plastica) con un po' d'acqua. Una tazzina con dello zucchero. Un cucchiaino.

**Insegnante:**

*Vi sono fatti che succedono tutti i giorni, che vediamo da sempre e che, proprio per questo motivo, non ci sembrano degni di un interesse particolare: insomma, sappiamo che le cose avvengono in un certo modo e ci sembra del tutto normale che le cose avvengano così. Uno di questi fatti è quello che ora vi mostrerò*

L'insegnante preleva un cucchiaino di zucchero, lo versa nell'acqua del recipiente trasparente e rimescola bene fino a completa dissoluzione dello zucchero.

*Ogni giorno probabilmente voi effettuate queste operazioni, per esempio al mattino, quando fate colazione.*

Ora io vi chiedo (le seguenti domande prevedono una risposta scritta):

**Domanda 1** - *Cosa succede allo zucchero quando lo si mette nell'acqua e poi si rimescola bene?*

L'insegnante raccoglie le risposte e, mentre gli allievi rispondono alla seconda domanda, le classifica.

Tipi di risposte possibili:

- **Non conservazione:** lo zucchero sparisce (chiarire se **sparisce** significa **non c'è più** oppure **non lo si vede più**).
- **Conservazione:** lo zucchero rimane nell'acqua anche se non lo si vede più.
- **Fusione:** lo zucchero diventa "acqua", "come acqua", "liquido"
- **Particellare:** lo zucchero si suddivide in "granelli", "in grani di polvere", "in piccole particelle che si mescolano all'acqua", "alle particelle di acqua".



**Domanda 2** - Il peso del bicchiere e dell'acqua in esso contenuta è di 118 grammi. Lo zucchero aggiunto all'acqua pesa 13 grammi. Se peso il bicchiere con l'acqua dopo aver messo lo zucchero e aver mescolato bene, quale peso troverò?

- 118 grammi                       105 grammi  
 131 grammi                       Non so rispondere

Giustifica la tua risposta .....

Questa seconda domanda riguarda la conservazione della materia nelle trasformazioni fisiche.

Verificare se vi è coerenza tra le risposte date alla domanda 1 e alla domanda 2 da parte di qualche allievo che afferma che lo zucchero sparisce, non c'è più. Questa è la conclusione alla quale si arriva se ci si riferisce a ciò che si vede, alla percezione sensoriale. Può darsi che qualche allievo avanzi questa interpretazione e allora la si deve subito mettere in discussione. La cosa è agevole in quanto l'insegnante avrà analizzato e catalogato le risposte alla prima domanda e riassunto sulla lavagna i risultati dell'analisi. Si coordina la discussione.

Se alla fine ci si trova di fronte a opinioni contrapposte, nel senso che qualcuno ancora sostiene la **non conservazione** dello zucchero, allora l'insegnante può porre il seguente interrogativo:

**Domanda** – Come fare per stabilire se nell'acqua è presente dello zucchero?

Dal momento che si è studiata l'evaporazione, qualcuno potrebbe suggerire di fare evaporare l'acqua, magari riscaldando in modo che se ne vada più in fretta... Provate a chiedere se qualcuno ha mai visto o ha mai sentito parlare di qualcosa che si possa associare a questa proposta di azione (acqua del mare, incrostazioni bianche sugli scogli..).

Un altro problema da affrontare è legato a ciò che diventa lo zucchero: si ha passaggio dello zucchero da corpo solido a corpo liquido ovvero sia **fusione** del solido, oppure succede altro, per esempio si ha suddivisione dello zucchero in granellini (minuscole porzioni di zucchero) o in particelle?

Anche in questo caso si dovrebbe discutere i vari tipi di risposte.

**Conclusione:** l'insegnante con gli allievi concettualizza, gli allievi scrivono nel quaderno e imparano a memoria)

Quando si mette un po' di zucchero in acqua e si mescola bene, lo zucchero non si vede più ma rimane nell'acqua. Lo si può vedere di nuovo (lo si può recuperare) se si fa evaporare l'acqua ricorrendo al riscaldamento per accelerare l'evaporazione. Il peso del bicchiere con acqua e zucchero è di 131 grammi. Anche se lo zucchero non si vede più esso è presente nel recipiente insieme all'acqua, infatti la massa che si determina risulta la somma della massa dello zucchero introdotto più quella dell'acqua di partenza. Non si può dire che lo zucchero diventa liquido, perché quando un solido diventa liquido si ha il fenomeno della **Fusione**: la fusione è un fenomeno che coinvolge un corpo puro. In questo caso il fenomeno è quello della **Dissoluzione** di un corpo solido (lo zucchero) in un corpo liquido (l'acqua). Quando un solido si dissolve in un liquido si ottiene una **Soluzione**: in questo caso, si ottiene una soluzione di zucchero in acqua (una soluzione acquosa di zucchero). Il corpo solido che si scioglie viene chiamato **Soluto**. Il corpo liquido (in questo caso l'acqua) nel quale il corpo solido si scioglie prende il nome di **Solvente**.

## ATTIVITÀ 8 – MA QUANTO SE NE SCIOLGIE?

Qui si affronta il problema della soluzione satura. Individuale - Previsione - Scritta

**Problema** - Hai a disposizione  $50 \text{ cm}^3$  di acqua. Secondo te, puoi sciogliere in questo volume di acqua tutto lo zucchero che vuoi?

Sì                       No                       Non so

Giustifica la tua risposta.....

**Discussione.** Pareri contrastanti?

Si dividono gli allievi in gruppi. A ogni gruppo: un recipiente - un contenitore tarato capace di misurare  $50 \text{ cm}^3$  di acqua - zucchero - un cucchiaino.

Si lascia sperimentare, in modo che si veda rapidamente che si può sciogliere solo una quantità limitata di zucchero.

Se per caso già prima tutti erano d'accordo su quantità limitata, si passi direttamente a questo problema.

**Problema** - Come si può fare per stabilire quanto zucchero si può sciogliere in  $50 \text{ cm}^3$  di acqua?

Cosa propongono gli allievi?

**Soluzione 1** - Preparare una soluzione in modo che sul fondo del recipiente rimanga dello zucchero indisciolto (pesato, conosco i grammi); separare poi l'acqua dallo zucchero (come? filtrazione? decantazione?). Pesare lo zucchero (ma è bagnato...).

**Soluzione 2** - Peso  $50 \text{ cm}^3$  di acqua; di seguito, peso  $50 \text{ cm}^3$  di acqua contenente lo zucchero dopo aver allontanato quello indisciolto. La differenza tra le due masse risulterà evidente.

Due aspetti interessanti:

**Aspetto 1** - Se controllate il volume dell'acqua dopo che si è sciolto tutto lo zucchero che può sciogliersi e si è allontanato lo zucchero in eccesso, vedrete che il volume non è più  $50 \text{ cm}^3$ , ma è di più. Riflessioni di allievi?

*Quale volume di zucchero si è aggiunto? Quanto pesa questo volume di zucchero? ecc.*

**Aspetto 2** – Alcuni allievi ricordano che  $50 \text{ cm}^3$  di acqua pesano 50 grammi. La discussione ci riporta al concetto di densità. Verifichiamo quanti allievi sono in grado di rispondere alla domanda:

*Quanto pesano  $100 \text{ cm}^3$  di acqua?*

## ATTIVITÀ 9 - CANFORA E ACQUA

**Problema** - Tutti i corpi solidi puri si comportano come lo zucchero con l'acqua?

**Insegnante** – Comprare in drogheria qualche cubetto di canfora. Un piccolo pezzo di canfora messo nell'acqua non si scioglie e rimane in superficie.

- Esistono corpi che si sciolgono nell'acqua: sono **solubili** nell'acqua.
- Esistono corpi che **non** si sciolgono nell'acqua: sono **insolubili** nell'acqua.

Qualche allievo può obiettare che lo zucchero era in granelli, mentre la canfora è un solido compatto. Lasciate gli allievi liberi di macinare la canfora (possono pressarla su un foglio di carta spessa con una bottiglia oppure in un mortaio con un pestello). Anche in granelli non si scioglie.

**Problema** – *Come mai la canfora galleggia sull'acqua?*

Ecco un'altra occasione per verificare l'operatività delle conoscenze a proposito del concetto di densità.

## **ATTIVITÀ 10 – ZUCCHERO E CANFORA CON LIQUIDI PURI DIVERSI DALL'ACQUA**

**Problema:** *Tutti i liquidi puri si comportano come l'acqua quando le si aggiunge zucchero o canfora?*

Si possono fare dimostrazioni oppure si può fare lavorare gli allievi divisi in gruppi.

### **Materiale.**

Solidi: zucchero - canfora - sale.

Liquidi: acqua - alcol etilico per uso alimentare<sup>1</sup> – trielina<sup>2</sup> (tricloroetilene o percloroetilene)

**Problema** - Stabilire quali solidi sono solubili e quali non sono solubili nei vari liquidi.

**Informazioni:** lo zucchero è solubile in acqua e poco solubile (insolubile) in alcol e trielina

Il sale è solubile in acqua ma non in alcol e in trielina.

La canfora non è solubile in acqua, ma è solubile in alcol e trielina

Prima si è detto che la canfora galleggia sull'acqua; ora si può constatare che galleggia sulla trielina, ma affonda nell'alcol. È bene continuare a insistere a proposito della densità.

## **ATTIVITÀ 11 - SI PUÒ MESCOLARE L'ACQUA CON ALTRI LIQUIDI?**

### **Materiali**

alcuni becher piccoli o tubi da saggio grandi

Liquidi: acqua – trielina - olio di semi - alcol etilico per uso alimentare - olio puro di vaselina<sup>3</sup> (uso enologico)

È meglio che l'insegnante effettui una serie di dimostrazioni.

**Attenzione** - sempre fare scorrere i liquidi lungo le pareti del cilindro graduato

---

<sup>1</sup> L'alcol etilico è incolore. È reperibile nelle drogherie con la notazione *per uso alimentare*. L'alcol denaturato è rosa, poiché viene colorato per poterlo riconoscere ed evitare di ingerirlo.

<sup>2</sup> Se non avete a disposizione le sostanze chimiche indicate, procuratevi uno smacchiatore. È diventato difficile reperire in un supermercato la trielina e gli smacchiatori in commercio sono varie miscele a composizione non costante. Tuttavia, la trielina è reperibile nelle poche drogherie rimaste. Prima di acquistare, leggete bene la composizione dello smacchiatore per sapere quale sostanza chimica state usando.

<sup>3</sup> Anche questo olio può essere acquistato in drogheria.

Acqua e alcol etilico si mescolano molto bene.  
Trielina olio di vaselina si mescolano molto bene  
Acqua e olio (semi o vaselina) non si mescolano.

La non miscibilità dei liquidi è accompagnata dal fenomeno del galleggiamento. In queste prove, ritroviamo situazioni già incontrate e nuovi protagonisti. L'insegnante può tornare a chiedere:

*Come mai l'olio si dispone sopra l'acqua?*

Gli allievi conoscono questa situazione e sanno prevedere cosa accade. Ma se si mescolano acqua e trielina (o esano) i due liquidi, che non sono solubili tra loro, si dispongono l'uno sopra l'altro. Purtroppo sono entrambi incolori e trasparenti.

*Quale dei due corpi si dispone sopra e quale sotto?*

Gli allievi provano a rispondere, ma neanche la prova olfattiva ci permette di capire e, se qualche alunno suggerisce di assaggiare, è il caso di essere molto fermi nella dissuasione. Però, è possibile utilizzare la proprietà di un corpo di sciogliersi in un solvente e non in un altro per rispondere alla domanda. Vale la pena di sollecitare gli allievi a trovare questa risposta. Qualcuno, in genere suggerisce di trovare qualche soluto che si scioglie in acqua e non si scioglie nella trielina (o viceversa). Una volta accettata questa idea, l'insegnante propone di rispondere all'interrogativo in questo modo, utilizzando pochissimo iodio.

1. Si mette in un piccolo becher un po' d'acqua e pochissimo iodio: lo iodio si scioglie poco in acqua, si ottiene così una soluzione di colore bruno poco intenso.
2. Si mette in un altro piccolo becher un po' di trielina e pochissimo iodio; si ottiene una soluzione di colore viola intenso, poiché lo iodio si scioglie bene nella trielina.
3. Si mette in un altro piccolo becher un po' di trielina e un po' di acqua. I due liquidi si stratificano.

*Cosa possiamo fare per stabilire se il liquido di sopra è acqua o trielina?*

Se si aggiunge pochissimo iodio, uno degli strati si colora di viola (solvente trielina), mentre l'altro (solvente acqua) rimane incolore. Del resto sapevamo che lo iodio preferisce sciogliersi nella trielina piuttosto che nell'acqua.

Provare per credere. Funziona che è una meraviglia. L'acqua sta di sopra e non si colora, poiché lo iodio preferisce sciogliersi nella trielina, formando una soluzione viola (che sta sotto).

### **Problema**

Acqua, trielina e olio di semi se addizionati nell'ordine, formano tre strati ben visibili. Si ottengono effetti molto interessanti dopo la separazione nei tre strati inclinando il tubo da saggio (cilindro graduato) a destra e a sinistra, rapidamente. Si vedono molto bene le superfici di separazione (interfacce) che si muovono in modo particolare. Se si agita, restano due strati con una superficie di separazione molto strana (emulsione di acqua e olio, credo); dopo attesa l'interfaccia tra i due strati dovrebbe farsi netta.

*Come mai gli strati, che erano tre, si sono ridotti a due?*

Risposta (dovrebbero trovarla gli allievi): Olio ed esano si miscelano molto bene, quindi danno origine a una soluzione; si vede allora un solo strato anziché due. La miscela di olio di semi ed esano rimane sopra all'acqua.

## ATTIVITÀ 12 – CONCLUSIONE

L'insegnante può richiedere agli allievi di redigere una relazione su ciò che hanno appreso in questo lavoro su solidi e liquidi.

Questo intervento può essere così riassunto:

**Esistono corpi solidi e corpi liquidi. L'acqua non è l'unico corpo liquido; gli altri che ho conosciuto sono: alcol etilico; trielina; olio di vaselina; olio di semi. Alcuni corpi solidi sono solubili nell'acqua e insolubili nell'alcol o in trielina (per esempio, il sale). Altri sono insolubili in acqua e solubili in alcol etilico e trielina (per esempio, la canfora).**

**I corpi liquidi possono essere miscibili tra di loro, per esempio acqua e alcol etilico; oppure non miscibili tra di loro (immiscibili), per esempio acqua e olio di vaselina, acqua e trielina, ecc.**

### Alcuni problemi di tipo logico-matematico

Le soluzioni di acqua e zucchero possono costituire un'occasione interessante per affrontare alcuni problemi di tipo logico-matematico, nei quali entrano in gioco il volume di acqua e la quantità di zucchero aggiunta.

#### Caso 1 – Relazione diretta

L'insegnante ha di fronte a sé due becher da 100 mL. In ognuno di questi mette 50 cm<sup>3</sup> di acqua. I due becher siano A e B.

Viene chiesto agli allievi di fare previsioni compilando il **FOL LM1**, le cui risposte vengono discusse collettivamente.

#### Caso 2 – Relazione inversa

L'insegnante ha di fronte a sé due becher da 100 mL. I due becher siano A e B.

Becher A: 50 cm<sup>3</sup> di acqua + 1 cucchiaino di zucchero.

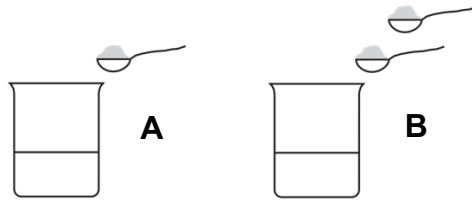
Becher B: 100 cm<sup>3</sup> acqua + 1 cucchiaino di zucchero.

Viene chiesto agli allievi di fare previsioni compilando il **FOL LM2**, le cui risposte vengono discusse collettivamente.

#### Caso 3 – Relazione proporzionale

L'insegnante ha di fronte a sé due becher da 100 ml. I due becher siano A e B. Becher A: 50 cm<sup>3</sup> di acqua + 1 cucchiaino di zucchero Becher B: 100 cm<sup>3</sup> di acqua + 2 cucchiaini di zucchero.

Viene chiesto agli allievi di fare previsioni compilando il **FOL LM3**, le cui risposte vengono discusse collettivamente.



**Nel becher A sono contenuti 50 cm<sup>3</sup> di acqua e 1 cucchiaino di zucchero.**  
**Nel becher B sono contenuti 50 cm<sup>3</sup> di acqua e 2 cucchiaini di zucchero.**

1. Secondo te, l'acqua contenuta nel bicchiere A e l'acqua contenuta nel bicchiere B sono:

- di uguale dolcezza       di diversa dolcezza

Se hai risposto **di uguale dolcezza**, spiega perché

.....  
 .....

Se hai risposto **di diversa dolcezza**, indica in quale bicchiere l'acqua è più dolce.

- è più dolce il liquido contenuto nel bicchiere A  
 è più dolce il liquido contenuto nel bicchiere B

Spiega la tua risposta

.....  
 .....



**Nel becher A sono contenuti 50 cm<sup>3</sup> di acqua e 1 cucchiaino di zucchero.**  
**Nel becher B sono contenuti 100 cm<sup>3</sup> di acqua e 1 cucchiaino di zucchero.**

1. Secondo te, l'acqua contenuta nel bicchiere A e l'acqua contenuta nel bicchiere B sono:

- di uguale dolcezza       di diversa dolcezza

Se hai risposto **di uguale dolcezza**, spiega perché

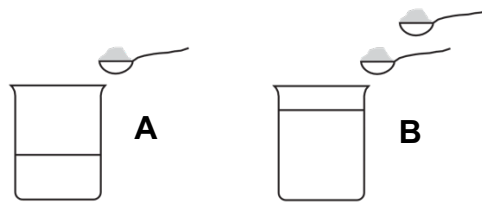
.....  
 .....

Se hai risposto **di diversa dolcezza**, indica in quale bicchiere l'acqua è più dolce.

- è più dolce il liquido contenuto nel bicchiere A  
 è più dolce il liquido contenuto nel bicchiere B

Spiega la tua risposta

.....  
 .....



**Nel becher A sono contenuti 50 cm<sup>3</sup> di acqua e 1 cucchiaino di zucchero.**  
**Nel becher B sono contenuti 100 cm<sup>3</sup> di acqua e 2 cucchiaini di zucchero.**

1. Secondo te, l'acqua contenuta nel bicchiere A e l'acqua contenuta nel bicchiere B sono:

di uguale dolcezza     di diversa dolcezza

Se hai risposto di **uguale dolcezza**, spiega perché

.....  
 .....

Se hai risposto di **diversa dolcezza**, indica in quale bicchiere l'acqua è più dolce.

è più dolce il liquido contenuto nel bicchiere A  
 è più dolce il liquido contenuto nel bicchiere B

Spiega la tua risposta

.....  
 .....

## Ebollizione

### Fase preliminare – Interazione acqua/aria

Analizzando il fenomeno della **dissoluzione** si è studiata, a livello empirico, l'interazione liquido-solido e quella liquido-liquido (in questo caso siamo di fronte a una miscelazione). Ora si possono affrontare, sempre a livello empirico, i problemi dell'interazione liquido-gas, in particolare acqua-aria. Prima però si sfrutta l'acqua minerale gassata per studiare l'interazione acqua/anidride carbonica.

### ATTIVITÀ 13 – INTERAZIONE ACQUA/ANIDRIDE CARBONICA

Individuale - scritta

Portare in classe due bottiglie di acqua minerale: una naturale e una frizzante (scritta sulla bottiglia "aggiunta di anidride carbonica"). All'insegnante il compito di decidere se è il caso di esibirle.

**Problema** - Secondo te, è possibile sciogliere un gas nell'acqua?

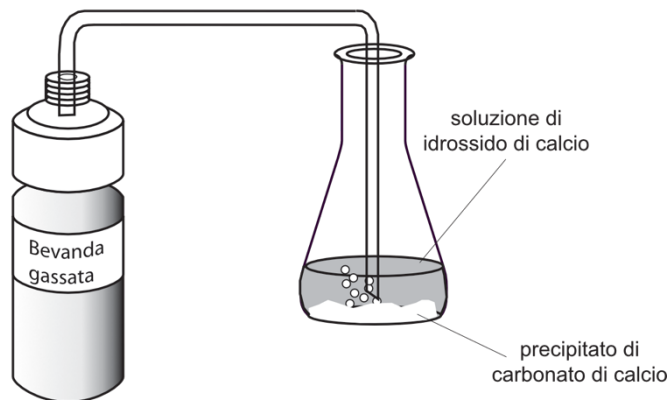
Sì

No

Non so

Giustifica la tua risposta.....

Pilotando opportunamente la discussione, si arriverà senz'altro a parlare delle acque minerali, di quelle frizzanti naturali, di quelle con aggiunta di anidride carbonica, ecc. Cosa è l'anidride carbonica? È un gas (vedi le bollicine nell'acqua). È un gas puro, mentre l'aria è una miscela di più gas. È un gas che ha certe caratteristiche particolari: per esempio, se viene immesso in una soluzione di calce, succede qualcosa.



**Insegnante** - Preparare una soluzione satura di Idrossido di calcio (calce spenta). È sufficiente preparare una soluzione con un po' di corpo di fondo e poi filtrarla e conservarla in un recipiente pieno fino all'orlo e munito di tappo a tenuta.

Preparare un dispositivo per convogliare anidride carbonica da acqua minerale dentro la soluzione di idrossido di calcio (dentro significa che il gas che arriva dalla bottiglia di acqua minerale deve gorgogliare nella soluzione di idrossido di calcio).

**Attenzione** - conviene svuotare di un terzo o anche più la bottiglia e poi agitare bene e convogliare il gas che così si libera.

Si formerà un intorbidamento dovuto al fatto che l'anidride carbonica interagisce con l'idrossido di calcio dando origine a carbonato di calcio poco solubile in acqua.

Si ottiene lo stesso fenomeno soffiando dalla bocca nella soluzione di idrossido di calcio mediante un tubicino che pesca nella soluzione satura di idrossido di calcio.



**Attenzione – Evitare accuratamente di aspirare dalla cannuccia!!!**

Non si ha nessun effetto se si pompa dell'aria (per esempio con una pompa da bicicletta) nella soluzione di idrossido di calcio. Provare a farlo.

L'insegnante deve favorire la discussione a proposito di queste informazioni per giungere a dare



possibili spiegazioni. Che nell'acqua è sciolto un gas, come si può capire dalle bollicine che si formano quando si apre la bottiglia e quando la si scuote e tutte le volte che la si riapre.

Che questo gas (vedi etichetta) è **anidride carbonica**.

Che l'anidride carbonica interagisce con una soluzione di idrossido di calcio generando un intorbidamento della soluzione. Che si ottiene lo stesso intorbidamento soffiando, nella soluzione di idrossido di calcio, l'aria che proviene dai nostri polmoni. Che l'aria che respiriamo (inspiriamo, immettiamo nei polmoni) non è la stessa che buttiamo fuori, espiriamo. La prima, infatti, non forma nessun precipitato.

*Come si possono spiegare questi fatti?*

Questa domanda va rivolta agli allievi. L'aria che espiriamo (che esce dai polmoni) è diversa da quella che entra nei polmoni (che inspiriamo). Quindi dentro di noi succede qualcosa che fa cambiare l'aria. Quella che entra è più ricca di ossigeno (serve per tenerci in vita, per la respirazione) di quella che esce, la quale è più ricca in anidride carbonica di quella che entra. Allora è successo qualcosa dentro di noi. Dove? Di che cosa si tratta? Ne ripareremo parlando del corpo umano e del suo funzionamento.

In conclusione, nell'acqua minerale è sciolta (naturalmente o per apporto esterno) dell'anidride carbonica che è un gas. Quindi un gas può sciogliersi nell'acqua.

#### **ATTIVITÀ 14 - INTERAZIONE ACQUA/ARIA**

**Problema** - Secondo te, si può pensare che nell'acqua sia disciolta dell'aria?

Sì

No

Non so

Giustifica la tua risposta.....

**Discussione** - Con ogni probabilità qualcuno ricorderà che i pesci respirano... Sono esseri viventi e quindi devono respirare. Nella scuola elementare questo dovrebbe essere stato studiato. Però può anche darsi che non sia così. Non pochi maestri ignorano che l'aria (e quindi l'ossigeno che è uno dei gas che la costituisce, 20% circa) si scioglie nell'acqua. Essi pensano che l'ossigeno sia prelevato dai pesci dall'acqua nel senso che i pesci demoliscono la molecola dell'acqua e si impossessano dell'ossigeno che la costituisce. Cercate dunque di capire cosa realmente pensano gli allievi...

Non è necessario arrivare a una conclusione. Se si manifestano e permangono idee diverse, va bene, ma questo significa che si deve affrontare il seguente problema:

**Problema** – È possibile verificare sperimentalmente se vi è dell'aria disciolta nell'acqua?

#### **ATTIVITÀ 15 – RISCALDAMENTO DELL'ACQUA – PRIMA FASE**

Organizzate gli allievi in gruppi di 4-5 persone o come meglio vi aggrada. Disponeteli in modo che tutti i componenti di un gruppo possano vedere bene ciò che accade nell'acqua quando viene riscaldata.

**Materiale:** - Un dispositivo per scaldare; - un recipiente trasparente (un becher) di capacità circa 200-300 mL; un termometro con scala oltre 100 °C.

**Attenzione** – L'insegnante dovrebbe eseguire l'esperimento prima, al fine di sapere con sicurezza come regolare il funzionamento del riscaldatore in modo che la temperatura dell'acqua salga lentamente e gli allievi possano analizzare il fenomeno "riscaldamento dell'acqua". L'insegnante darà la seguente

**Consegna** – *Riempire il recipiente a disposizione fino a  $\frac{3}{4}$  circa con acqua del rubinetto. Prendere nota di ciò che compare sulle sue pareti subito dopo l'immissione dell'acqua. Poi mettere in funzione l'apparecchio che serve per scaldare l'acqua contenuta nel recipiente. Ogni gruppo deve segnare l'ora che corrisponde al momento in cui io avvio il riscaldatore e contemporaneamente prendere nota della temperatura dell'acqua. Ogni minuto prendete nota della temperatura dell'acqua. Fate bene attenzione a cosa avviene nell'acqua e sulla superficie dell'acqua. Se volete, prendete degli appunti, perché alla fine ognuno di voi deve redigere una breve relazione su questo esperimento.*

*Avvisatemi quando la temperatura dell'acqua arriva tra 50 e 60 °C.*

Discussione delle relazioni.

*Cosa avviene?*

**Per l'insegnante** – Quando si inizia l'esperimento e si versa l'acqua del rubinetto nel recipiente (becker), compaiono sulle pareti del recipiente piccole bolle di gas. Sono dovute all'aria disciolta nell'acqua. Durante il riscaldamento dell'acqua, l'aria in questa disciolta tende a lasciare il liquido. La solubilità dei gas nell'acqua diminuisce all'aumentare della temperatura: dunque, in un dato volume di acqua, più bassa è la temperatura, maggiore è la quantità di aria sciolta. Per esempio, le acque dei mari freddi (poli) contengono più ossigeno disciolto delle acque dei mari caldi: questo favorisce l'abbondanza di pesci nei mari freddi.

Scaldando, l'aria tende a lasciare l'acqua e forma minuscole bollicine sulle pareti del recipiente. Ma non tutte le bollicine sono di aria. Specie sul fondo del recipiente, a contatto con la sorgente di calore, durante la fase di riscaldamento dell'acqua, si formano bollicine di vapore d'acqua, più piccole di quelle che si formano durante l'ebollizione.

Inoltre, durante la fase di riscaldamento, si ha evaporazione dell'acqua dalla superficie a contatto con l'aria: l'aumento di temperatura fa aumentare l'entità del fenomeno.

Già prima che l'acqua bolla, si vede una specie di nebbiolina che si alza dal pelo dell'acqua.

*Come mai?*

Quando l'evaporazione comincia a farsi molto intensa, il vapore trascina con sé delle goccioline di acqua che passano nell'aria e danno origine a quella nebbia bianca che si vede (che non è un fumo, come spesso dicono gli allievi: una nebbia è costituita da piccoli corpi liquidi sospesi in un gas; un fumo è costituito da piccoli corpi solidi sospesi in un gas).

Nella prima fase dell'esperimento (si sospende il riscaldamento quando la temperatura ha raggiunto i 50-60 °C, gli allievi dovrebbero notare unicamente le prime bollicine e nulla più. Resta aperto il problema:

*bollicine di che cosa?*

È un problema da porre agli allievi. Avendo studiato in precedenza l'evaporazione, essi dovrebbero sapere che questo fenomeno riguarda unicamente la superficie libera dell'acqua. Ma qui si hanno delle bollicine all'interno dell'acqua. Allora?? Si può ritornare al problema dell'aria sciolta nell'acqua...

In conclusione, in questa prima fase si hanno due fenomeni: evaporazione di acqua; allontanamento di aria.

FOL PS4



**Si mette dell'acqua in un bicchiere. Si introduce un termometro nell'acqua, in modo tale che non tocchi le pareti del recipiente. Si scalda moderatamente: ogni minuto (t) si legge la temperatura (T) sul termometro. Si riportano i dati nella seguente tabella:**

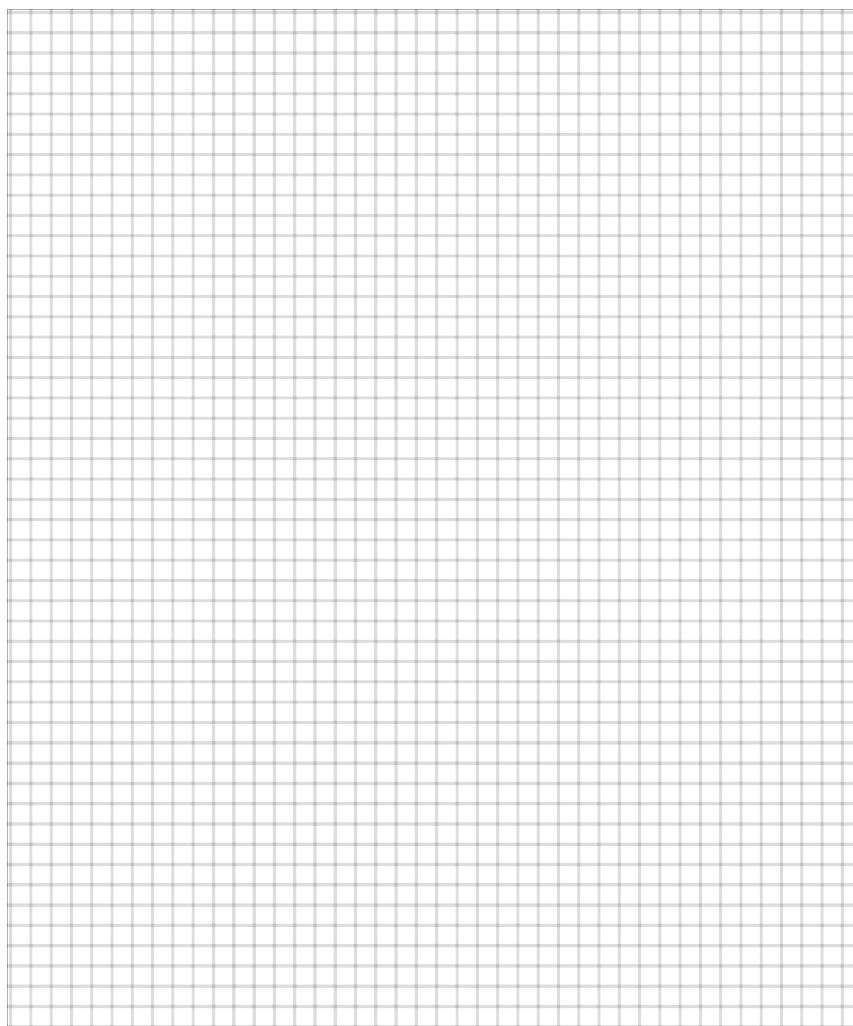
tempo (t) temperatura (T)

tempo (t) temperatura (T)

Ora di inizio delle misure:

.....

Utilizzando i dati della tabella, costruisci un grafico:



## ATTIVITÀ 16 – RISCALDAMENTO DELL'ACQUA - SECONDA FASE (EBOLLIZIONE)

Stessa organizzazione di attività 16. Individuale - Risposta scritta

**Problema - Previsione** - Quando la temperatura dell'acqua arriva a 50-60 °C, si continua a riscaldare l'acqua del contenitore.

*Secondo te, cosa succede alla temperatura e all'acqua? Scrivi le tue previsioni e giustificalle.*

Mentre gli allievi scrivono le previsioni e le relative giustificazioni, avviate il riscaldatore di ogni gruppo. Così la temperatura dell'acqua risale a 50-60 °C e si può poi procedere speditamente alla seconda fase dell'esperimento.

L'insegnante raccoglie previsioni - Nessuna discussione - Si confronteranno le previsioni con i dati sperimentali.

**Consegna** - A partire dalla temperatura di 60 °C, prendete nota del tempo e della temperatura ogni minuto. Fate bene attenzione a ciò che avviene nell'acqua e sulla superficie dell'acqua. Se volete, prendete appunti per non dimenticare. Alla fine, ognuno scriverà una breve relazione in cui esporrà ciò che è avvenuto e proporrà una spiegazione. Vi conviene costruire un grafico temperatura/tempo per illustrare ciò che è avvenuto. Si utilizza il **FOL PS4**.

*Cosa avviene?*

Continuando a riscaldare l'acqua oltre i 60 °C aumenta sempre più la formazione di bollicine. A un certo punto, dal fondo del recipiente, ossia dalla parete del recipiente a contatto con la sorgente di calore, cominciano a svilupparsi grandi bolle che salgono in superficie, provocando un'agitazione violenta dell'acqua. Contemporaneamente si ha una più intensa formazione di "nebbia".

*Da cosa sono costituite le bolle? Aria? Altro?*

Se si pone attenzione a dove si formano, si vede che è sulla superficie interna del contenitore a contatto con la fonte di calore.

*Cosa è probabile che avvenga qui prima che in altri punti del liquido?*

La zona è molto calda e si ha quindi formazione di bolle di vapore d'acqua.

Siamo in presenza dell'**ebollizione** dell'acqua, fenomeno caratterizzato contemporaneamente da:

- **bolle di vapore** all'interno dell'acqua (inizialmente si staccano dal fondo);
- violenta agitazione dell'acqua;
- formazione di "nebbia".

*Cosa succede alla temperatura dell'acqua?*

Qui gli allievi avranno una bella sorpresa, in quanto si renderanno conto, se il riscaldamento dell'acqua non è troppo rapido, che la temperatura, arrivata intorno a 100 °C, non sale più e rimane costante fino a quando c'è dell'acqua che bolle.

La spiegazione di questo fatto non è alla portata degli allievi: essi devono limitarsi a prendere atto del fenomeno; l'insegnante deve evitare di fornire spiegazioni che non possono essere comprese. Potete chiedere loro di scrivere un testo nel quale parlare di questa sperimentazione, delle loro idee, dei risultati sperimentali, di cosa pensavano, di cosa hanno imparato, ecc.

## ATTIVITÀ 17 – CONDENSAZIONE

Individuale - scritta

**Problema** - Secondo te, è possibile riottenere dell'acqua liquida dal vapore d'acqua che si ottiene scaldando l'acqua?

Sì

No

Non so

Giustifica la tua risposta.....

Nella giustificazione forse qualche allievo parlerà di situazioni quotidiane in cui si ha **condensazione**. Per esempio, sul coperchio di una pentola; sui vetri delle finestre in inverno; sulle pareti esterne di una bottiglia d'acqua che viene dal frigorifero in un ambiente umido, in estate; ecc.

Al termine della discussione occorre precisare che il fenomeno di passaggio da vapore d'acqua a acqua liquida si chiama **condensazione**.

A questo punto può essere opportuno mostrare agli allievi il funzionamento di un distillatore/condensatore. Se si usa come liquido di partenza l'acqua del rubinetto e si fa evaporare tutta l'acqua, si ottiene un residuo di colore biancastro (dipende dall'acquedotto...) sul quale si possono innestare nuovi problemi. Volendo evitare questi, è sufficiente non fare evaporare tutto il liquido.

*Il liquido che si ottiene è acqua?*

Se trovate del solfato di rame anidro, potete organizzare una verifica interessante. Il solfato di rame anidro è bianco (incolore), ma a contatto con l'acqua si colora in azzurro (si scioglie in acqua dando colorazione azzurra).

Mettete prima a contatto un po' di solfato di rame anidro con dell'acqua. Poi mettete il sale anidro a contatto con il liquido che si ottiene dalla distillazione/condensazione dell'acqua.

*Cosa avviene? Stesso colore. Dunque...*

**Avvertenza** - Come già è stato detto, gli allievi considerano l'acqua il liquido per antonomasia e sovente pensano che tutti gli altri liquidi si comportino come l'acqua.

Già si è lavorato su liquidi diversi dall'acqua (trielina, olio di vaselina, alcol etilico, ecc.).

Volendo, si possono consultare tabelle tecniche dalle quali risulta che questi liquidi non bollono alla stessa temperatura dell'acqua.