

LA NASCITA DEL CONCETTO DI GAS

PROF. SSA CLAUDIA ANDREINI

COLLOCAZIONE DEL PERCORSO DIDATTICO ALLE SUPERIORI

Liceo scientifico

Classe prima

SOLUZIONI

EBOLLIZIONE

COMBUSTIONE

La pressione
atmosferica

SOSTANZA
PURA

COMPOSTI
ELEMENTI

TRASFORMAZIONI
CHIMICHE/FISICHE

Classe seconda

METALLI

ACIDI &
BASI

NASCITA
CONCETTO
DI GAS

NASCITA
CHIMICA
MODERNA

LEGGI
PONDERALI

FASE 0

LA MATERIALITA' DELL' ARIA

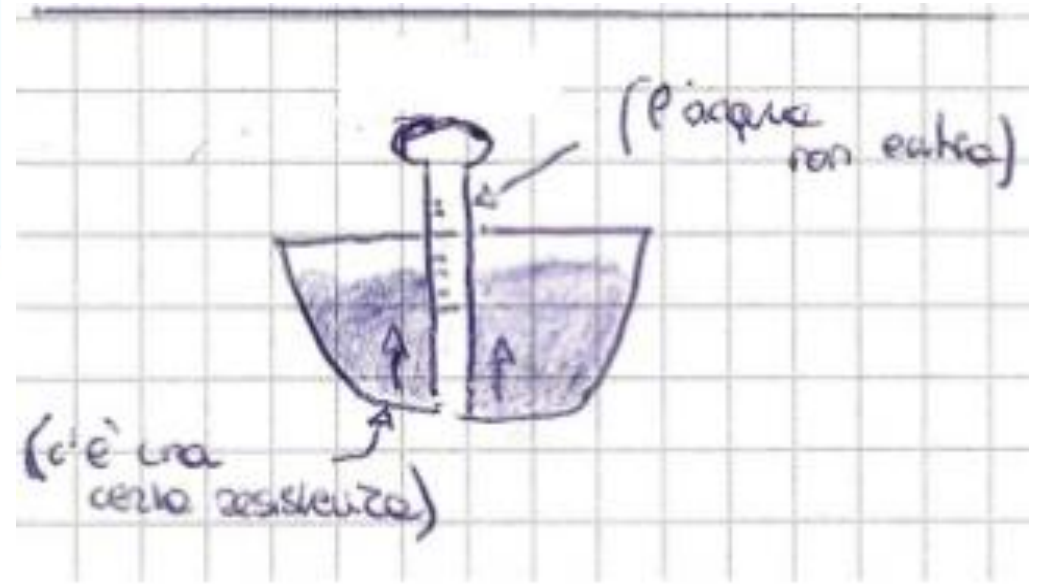
Descrizione del percorso didattico

Fase 1 – La materialità dell'aria

Esperimento 1: l'aria esiste

Si mette un cilindro «vuoto» capovolto in una bacinella piena di acqua. Si osserva che il cilindro fa resistenza perché è «pieno» di aria.

Diario di Matteo (LS scienze applicate)



Diario di Sofia M. (LS matematico)

Abbiamo notato che l'acqua NON ENTRAVA; era come se ci fosse qual-
cosa dentro e che, per farla entrare, avremmo dovuto incepparla.
Ricordavamo il percorso svolto a fisica, qualcuno ha ricordato
questo fenomeno all'esperimento di Torricelli e lo abbiamo spiega-
to dicendo che, in questo caso, all'interno del cilindro è presente
l'ARIA che impedisce all'acqua di entrare.

Abbiamo anche ricordato come in passato ciò non venisse accettato
e che questi fatti venivano spiegati con la teoria dell' HORROR
VACUI, in base alla quale l'acqua non sarebbe entrata nel cilindro
in quanto aveva "paura del vuoto".

Se invece mettiamo il cilindro capovolto nel cristallizzatore
ma questa volta senza bicchiere di interno

OSSERVAZIONI: → Vediamo che l'acqua non entra
e che c'è una certa resistenza per inserire
il cilindro nell'acqua.

Descrizione del percorso didattico

Fase 1 – La materialità dell'aria

Esperimento 2: l'aria è comprimibile

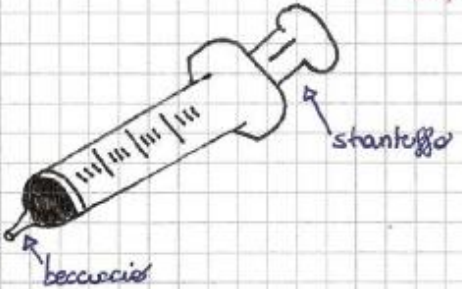
Si sperimenta che quando si cerca di spingere il pistone di una siringa con il foro tappato, questo è possibile, ma con difficoltà: l'aria è comprimibile.

Diario di Matteo (LS scienze applicate)

28/10/19

MATERIALE:

- Cristallizzatore con acqua
- Siringa
- Cilindro graduato
- Acqua rubinetto



Provando a tappare la siringa e se provavo a tirarla, vediamo che lo stantuffo è difficile da tirare e quindi c'è una certa RESISTENZA. Se poi lo lasciamo, lo stantuffo ritorna dove era, da solo.

- Se invece non tappiamo, vediamo che lo stantuffo si muove velocemente e una volta lasciato non torna indietro.

Perché abbiamo fatto questo prova?

Diario di Sofia M. (LS matematico)

Abbiamo quindi svolto un primo esperimento: tappare il foro di una siringa senza acqua e provare a premere lo stantuffo. Abbiamo notato che riusciamo a premere lo stantuffo fino ad un certo punto, dopodiché esso si bloccava. Di conseguenza abbiamo affermato che dentro alla siringa era presente "qualcosa".

Nella correzione del quaderno l'insegnante chiede di specificare cosa ci ha permesso di capire l'esperienza svolta

Descrizione del percorso didattico

Fase 1 – La materialità dell'aria

Esperimento 3: l'aria fluisce

Si «travasa» l'aria tra due recipienti immersi nella bacinella piena di acqua.



Si prende la siringa → se si immerge in acqua e si spinge, fa delle bolle.
↓
← lo stantuffo
Si mette la siringa in acqua (dopo aver tirato fuori lo stantuffo dall'acqua) e si inclina il cilindro senza farlo uscire dall'acqua. Si mette la siringa all'interno del cilindro e si spinge: si nota che il livello dell'acqua diminuisce e che si formano delle bolle che salgono in superficie.
Perché? perché l'aria occupa lo spazio precedentemente utilizzato dall'acqua.

FASE I

L'ARIA E' CHIMICAMENTE ATTIVA

UNITÀ 1 (2 ORE) – LE TRASFORMAZIONI CHIMICHE POSSONO AVVENIRE SENZA MANIFESTAZIONE DI FENOMENI EVIDENTI

Diciamo agli studenti:

«Fin dal 2500 a.C. i popoli della Mesopotamia avevano imparato a trasformare il calcare in calce, avevano infatti constatato che la pietra calcarea (sostanza insolubile in acqua), con il riscaldamento ad alte temperature, si trasformava in un'altra sostanza, la calce, parzialmente solubile in acqua e con la proprietà fondamentale di comportarsi da legante. Ancora oggi la calce si ottiene in questo modo»

- Svolgiamo con gli studenti la calcinazione del calcare

PRIMA ESPERIENZA: CALCINAZIONE DEL CALCARE

Prima esperienza: calcinazione del calcare (carbonato di calcio)

Attrezzatura e materiale occorrente:

- crogiolo, becco Bunsen, spatola, bilancia
- carbonato di calcio (calcare) in polvere, acqua distillata, cartina al tornasole

Procedimento:

- Dopo aver pesato un crogiolo, versatevi dentro una quantità pesata di calcare (carbonato di calcio) in polvere.

SCOPO:

Osservare che il peso del crogiolo è diminuito a seguito del riscaldamento anche se in apparenza il sistema è rimasto uguale

e rimasto uguale (la polvere è rimasta bianca).

CHIEDIAMO AGLI STUDENTI:

«SE VOLESSIMO VERIFICARE CHE LA CALCINAZIONE TRASFORMA IL CARBONATO DI CALCIO IN UNA SOSTANZA DIVERSA, COME POTREMMO PROCEDERE?»

- Stimoliamo la discussione per arrivare a proporre alcune prove di caratterizzazione
 - analisi della **solubilità** in acqua
 - analisi del **pH** della sostanza mediante indicatore
 - analisi del comportamento in **acido cloridrico**
- Svolgiamo le esperienze proposte per osservare che:
 - la calce è leggermente solubile in acqua mentre il calcare non lo è
 - il pH della calce è più basico di quello del carbonato di calcio
 - in acido cloridrico la calce non reagisce mentre il carbonato di calcio dà effervescenza

Esperimento 2: analisi del prodotto rimasto nella capsula

Saranno i ragazzi a suggerire come caratterizzare il prodotto ottenuto, eventualmente confrontandolo con la sostanza di partenza, utilizzando le proprietà che sono in grado di analizzare sulla base dei percorsi precedentemente effettuati:

- solubilità in acqua
- comportamento in acido cloridrico
- comportamento nella soda caustica
- analisi mediante indicatore di pH e cartina tornasole

Si riportano i *diari del docente e dei ragazzi* della stessa classe

Se dentro alla capsula ipotizziamo che ci sia un'altra sostanza, dobbiamo trovare dei metodi che conosciamo, per verificare che ora abbiamo due sostanze diverse.

Gli studenti suggeriscono:

- potrebbe essere utile fare un confronto mettendole nell'acqua
- possiamo provare anche a vedere se reagiscono con un acido e con una base nella stessa maniera
- possiamo anche vedere se sono acidi o basi con gli indicatori che conosciamo

...

Ci siamo successivamente fatti altre domande dandoci delle possibili risposte (esempi): la prima è stata quella di confrontare le due sostanze (quella di partenza e quella calcinata) provando a metterle nell'acqua per vedere se si sarebbero solubilizzate nel caso fossero un sale, verificare se vi è stata una variazione di massa. Inoltre per verificare che sia effettivamente avvenuta una reazione chimica che porta quindi ad un prodotto diverso da quello di partenza abbiamo deciso di confrontare le due sostanze e la loro reazione al contatto di un acido (cloridrico) e una base (soda caustica). L'ultima proposta è stata quella di verificare la natura acida o basica del carbonato prima e dopo la calcinazione usando i seguenti indicatori: fenolftaleina e cartina al tornasole.

Emanuele, Gioele, Thomas (diario condiviso)

CONCLUDIAMO CHE E' AVVENUTA UNA TRASFORMAZIONE



Diciamo agli studenti:

«Fino a metà del Settecento questa era l'unica informazione che si aveva su questa trasformazione, nonostante fosse utilizzata dall'uomo da millenni per la sua utilità»

CALCINAZIONE DEL CARBONATO DI MAGNESIO

CHIEDIAMO AGLI STUDENTI:

«*NOTATE DELLE DIFFERENZE SIGNIFICATIVE PASSANDO DA UNA SOSTANZA ALL'ALTRA?*»

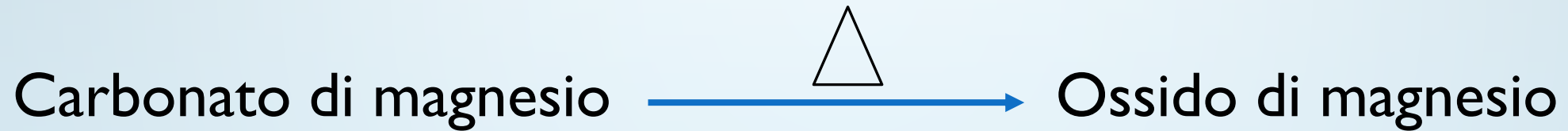
Seconda esperienza: calcinazione del carbonato di magnesio

- Si ripetono i passaggi della prima esperienza utilizzando al posto del carbonato di calcio, il carbonato di magnesio. Questa esperienza ha lo scopo di far notare ai ragazzi che la reazione che avviene è simile e per poter usare successivamente questo reagente al posto del calcare.
- Si analizzano e si confrontano le proprietà del reagente rispetto al prodotto di reazione.

Osservazione:

Anche in questo caso si osserva una diminuzione di peso e si ottiene come prodotto una sostanza basica.

CONCLUDIAMO CHE E' AVVENUTA UNA TRASFORMAZIONE



MA COME SPIEGHIAMO LA DIMINUZIONE DI PESO?

NOTA PER IL DOCENTE

CONCLUSIONE:

Da adesso useremo questa trasformazione

(il carbonato di magnesio si trasforma con temperature più basse e più velocemente)

PERCHE' USIAMO IL CALCARE NELLA PRIMA?

Perché ha una valenza storica ed è una sostanza nota a tutti i ragazzi

UNITÀ 2 (4-5 ORE) – IN ALCUNE TRASFORMAZIONI SONO COINVOLTE SOSTANZE ALLO STATO GASSOSO («LE ARIE»)

Chiediamo agli studenti:

«SECONDO VOI LA DIMINUZIONE DELLA MASSA A COSA È DOVUTA?»

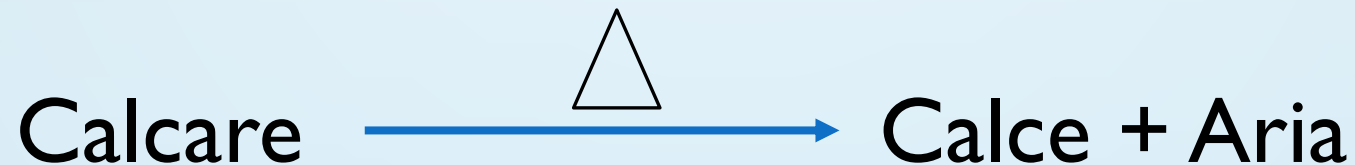
Nota: **non ci aspettiamo che la classe arrivi in autonomia a rispondere** che la perdita di peso nella calcinazione è legata alla perdita d'«aria» tuttavia **dedichiamo tempo** alla discussione/riflessione affinché tutti possano arrivare alla concettualizzazione

L'IPOTESI DI STEPHEN HALES

CHIEDIAMO AGLI STUDENTI:

«SECONDO VOI, E' RAGIONEVOLE IPOTIZZARE, COME FECE STEPHEN HALES NEI PRIMI ANNI DEL 1700, CHE IL CALCARE SIA FORMATO DA CALCE E ARIA E CHE, A CAUSA DELL'ENERGICO RISCALDAMENTO, LIBERI ARIA PRODUCENDO LA CALCE?»»

IPOTESI DI HALES:



Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

Diario delle docenti

Per questa attività si utilizza un unico bancone intorno al quale si dispongono tutti gli alunni.

Si pesa una capsula vuota e si inserisce circa 1 g di carbonato di magnesio; poi si riscalda la capsula con un bunsen per circa 10 minuti, e in seguito si lascia raffreddare per qualche minuto. Durante il riscaldamento gli alunni osservano il contenuto della capsula, avvicinandosi a turno per avere una visione più ravvicinata; ogni tanto l'insegnante smuove la polvere con una spatolina

metallica: in questi momenti alcuni alunni notano che "è come se stesse bollendo, anche se non è un liquido" (in effetti si nota la formazione di una specie di "bollicine"). Chiara, paragonando il fenomeno all'effervescenza, dice che forse si sta formando un gas."



Il setting della foto sperimentato e dichiarato da tutti, ripetuto quindi in tutte le sezioni, è risultato il più funzionale

Si prepara una capsula con 1 g di carbonato di magnesio (usando la bilancia viene prima pesata la capsula vuota e poi viene pesata la sostanza), poi viene messa sul bunsen per circa 10 minuti, e viene lasciata a raffreddare per qualche minuto. **Quando viene pesata nuovamente si osserva che sono presenti solo 0,47 g di sostanza**

D: Che cosa avete osservato?

Nella ricostruzione dell'osservazione sottolineo l'importanza del fuoco come principio trasformante e l'importanza della bilancia che introduce un parametro quantitativo, il peso.

D: Secondo voi si è verificato qualcosa?

Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

L'osservazione della diminuzione della massa apre un dibattito in cui i ragazzi si confrontano facendo ipotesi su cosa sia successo:

Sono tutti concordi che si è formato qualcosa allo stato aeriforme che si è quindi allontanato dalla capsula, ma alcune idee sono ricorrenti:

- il peso è diminuito qualcosa si è allontanato: la sostanza iniziale potrebbe essersi trasformata in un'altra sostanza solida e una gassosa
- potrebbe essere sublimata (anche se Hongwei, che propone questa ipotesi, è subito scettico perchè dice che se la sostanza sottoposta a riscaldamento fosse sublimata si sarebbe dovuta notare anche la solidificazione o condensazione al contatto dei vapori con l'aria più fredda).
- Leonardo crede che possa essere dovuto al fatto che il calore ha fatto dilatare la capsula ma questo non avrebbe portato ad una diminuzione della massa.

COME VERIFICARE L'IPOTESI DI HALES?

Chiediamo agli studenti:

«SECONDO VOI, COME SAREBBE POSSIBILE RENDERE VISIBILE L'EVENTUALE RILASCIO DI ARIA IN SEGUITO AL RISCALDAMENTO DEL CALCARE? SE LO VOLESSIMO ISOLARE E CARATTERIZZARE, COME POTREMMO FARE?»

Nel diario delle docenti emerge come si è sviluppata la discussione

A questo punto rilancio la proposta di Federico, chiedendo ai ragazzi di **concentrarsi** non più su ciò che è rimasto nella capsula, ma **su ciò che se ne è andato**. Se lo volessimo isolare e caratterizzare, come potremmo fare? Chiedo ai ragazzi, come compito a casa, di immaginare come si potrebbe raccogliere questa sostanza per analizzarla.

Come facciamo ad analizzare quello che si è disperso nell'ambiente? La capsula è ancora un ambiente adeguato?

Qualcuno sulla scia di Federico suggerisce di usare una campana, poi Matvi rapidamente interviene dicendo che se noi usiamo un **recipiente chiuso con un tappo dal quale esce un tubicino** possiamo raccogliere il gas che si forma e se lo convogliamo in un altro recipiente lo possiamo analizzare. Non considera che nel recipiente di raccolta c'è già l'aria, se tutto è sigillato la pressione dovrebbe aumentare oppure il gas che si forma si miscela con l'aria presente.

Come fare a raccogliere il gas in un recipiente 'vuoto'?

Simone suggerisce di farlo andare in un **becher capovolto**, però si evidenzia che noi non sappiamo se il gas che si forma ha densità diversa o uguale a quella dell'aria, se avesse densità maggiore andrebbe perso, mentre se ha densità minore si raccoglie nella parte alta del becher, oppure va in equilibrio con l'aria atmosferica.

Come 'chiudere' il recipiente?

La discussione non procede quindi rilancio chiedendo di ripensare alle esperienze fatte con l'aria. A questo punto arriva l'intuizione che se il recipiente capovolto è pieno di acqua e il tubicino riversa il gas al suo interno, questo gas può essere isolato e caratterizzato.

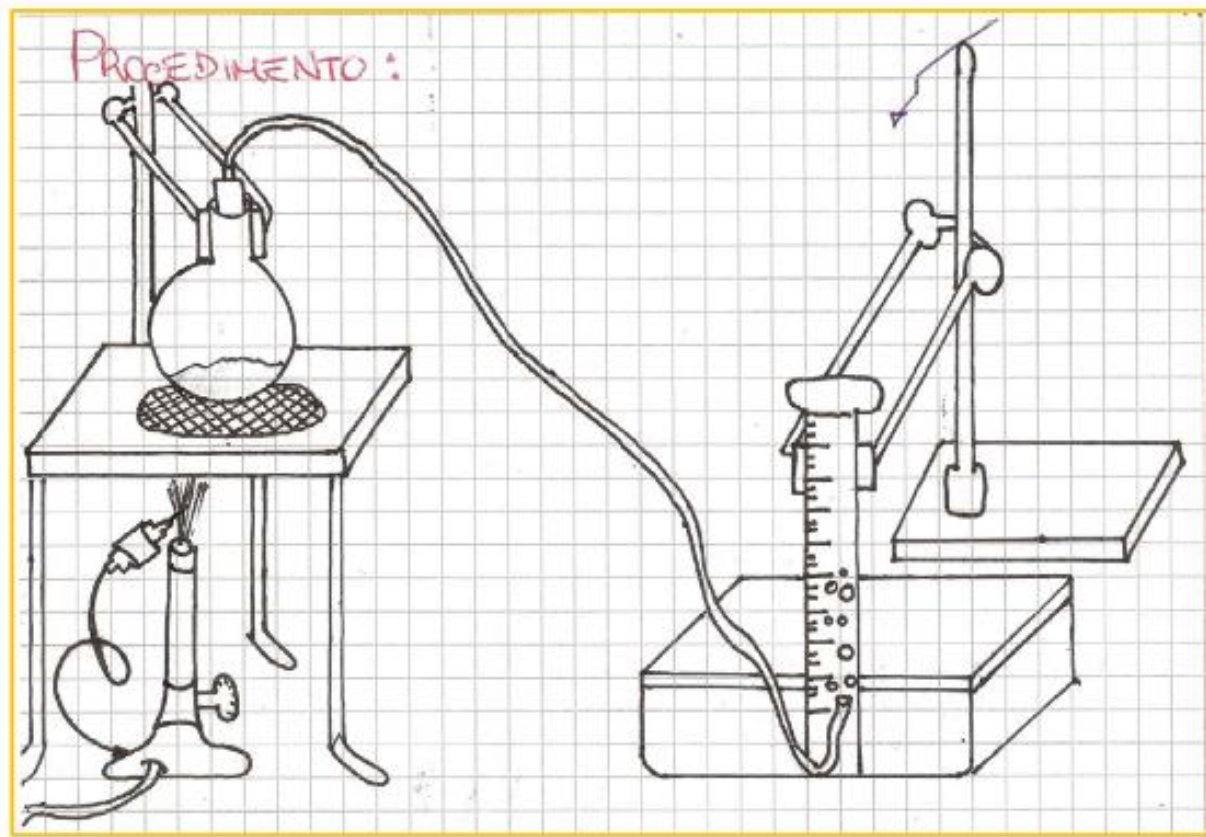
Si riportano alcune osservazioni significative emerse dal diario dei ragazzi

come raccogliere un gas

Nella lezione di oggi siamo partiti chiedendoci come riprendere la parte di sostanza volatilizzata.

Ripetendo sugli esperimenti fatti a fisica l'anno scorso e ripresi all'inizio di questo percorso, abbiamo ideato uno strumento per la raccolta del gas.

Questo è composto da un recipiente chiuso con un tappo di gomma dal quale parte un tubicino che termina all'interno di un cilindro graduato. Suddetto cilindro si trova pieno d'acqua, capovolto all'interno di una bacinella, anche essa riempita con acqua.



Obiettivi:

Ricostruire un bagno pneumatico come sistema per raccogliere e caratterizzare le sostanze gassose prodotte durante una trasformazione chimica



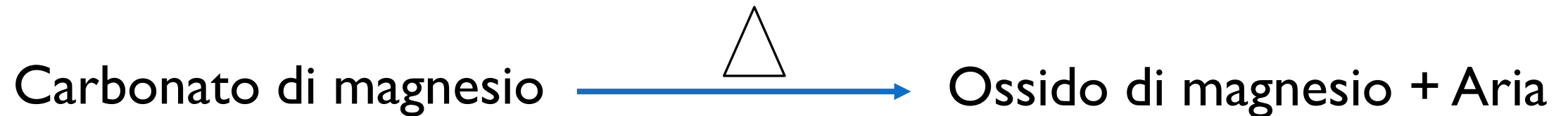
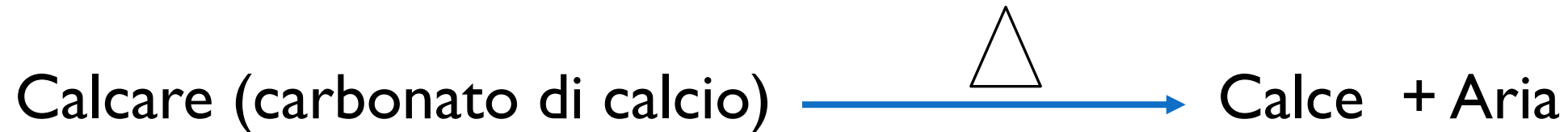
CHIEDIAMO AGLI STUDENTI:

«DESCRIVETE CIÒ CHE OSSERVATE.

*CON QUESTO ESPERIMENTO L'IPOTESI DI HALES VI SEMBRA
CONFERMATA?»*

DISCUTIAMO CON GLI STUDENTI PER ARRIVARE A CONCLUDERE CHE L'IPOTESI DI HALES E' CORRETTA:

La diminuzione del livello dell'acqua nel cilindro capovolto e l'evidente formazione di bollicine non può che essere attribuita allo sviluppo di aria



L'INSEGNANTE FA IL PUNTO

- Lo strumento che la classe ha utilizzato è noto con il nome di BAGNO

ARIA CHIMICAMENTE ATTIVA

Già da millenni si conosceva che l'aria fosse essenziale in molte trasformazioni ma ciò che sfuggiva era il suo ruolo:

***L'ARIA PARTECIPA ALLE REAZIONI CHIMICHE COME REAGENTE o PRODOTTO
L'ARIA PUO' TRASFORMARSI O ESSERE OTTENUTA DALLE TRASFORMAZIONI***

tuttavia le sue scoperte rappresentano una pietra miliare nella scienza perché rappresentano l'atto di nascita del concetto di gas

NOTA PER I DOCENTI

- Sappiamo che questa affermazione è scientificamente sbagliata perché quello che si libera dalla calcinazione è CO_2 e non aria, e l'insegnante, quando farà il punto, continuerà ad usare il termine «aria» anche se non è corretto.
- Questo errore sarà corretto solo successivamente e questa scelta ha un duplice valore didattico:
 - Aiuta gli studenti a concettualizzare gradualmente
 - Mostra che la scienza, come la conoscenza, procede per errori

UNITÀ 3 (2 ORE) – APPROFONDIMENTO E RIFLESSIONE SULL'EVOLUZIONE DELL'APPROCCIO SCIENTIFICO

- L'insegnante invita la classe a riflettere sulle affermazioni di Ludovico Geymonat, filosofo della scienza italiano

Mentre fino al Rinascimento circa, si riteneva che tali procedure consistessero essenzialmente nel prendere nota di ciò che succede nel mondo che ci circonda, dall'inizio della rivoluzione scientifica si è compreso che: *l'esperienza non va solo osservata ma interrogata*. Ciò significa che anche in queste procedure il soggetto è attivo e non solo passivo.

Quest'attività si esplica anzitutto nella preparazione dell'esperimento con cui si

CAMBIA L'APPROCCIO SCIENTIFICO

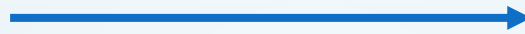
Hales non si limita ad osservare la natura ma per trovare conferma alla sua ipotesi la interroga attivamente, progettando un esperimento *ad hoc*

ed è oggi sottolineato da tutti gli epistemologi (Geymonat, 1985, pp. 38-39).

L'INSEGNANTE FA IL PUNTO

SCIENZA MEDIOEVO

La natura si osserva per
come si mostra a noi



SCIENZA MODERNO- CONTEMPORANEA

Sulla base della propria
ipotesi, si creano esperimenti
e si progettano strumenti
per osservare aspetti che
altrimenti rimarrebbero
nascosti

Descrizione del percorso didattico

Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

Diario di Sofia M.

"l'approccio cambia, gli scienziati del XVIII secolo iniziano a trattare anche fenomeni "non visibili" passando così ad un metodo ipotetico-deduttivo; iniziano a "lavorare per ipotesi" cercando di verificarle altrove su esperimenti, anche se dal punto di vista visivo non avevano osservato niente. Questo metodo corrisponde esattamente a quanto abbiamo fatto noi con la calcinazione: dopo aver notato che la massa del carbonato di calcio era diminuita, ci sono venuti dei dubbi, ci siamo posti delle domande e abbiamo formulato delle ipotesi che poi abbiamo verificato attraverso esperimenti."

In esempio di questo nuovo tipo di ragionamento l'abbiamo vissuto in prima persona quando abbiamo avuto a che fare con la calcinazione infatti quando abbiamo riscaldato il carbonato di magnesio non abbiamo notato differenze tra la sostanza iniziale e quella finale, però abbiamo ipotizzato che qualcosa fosse successo e quindi abbiamo deciso di pesarlo nuovamente, arrivando all'evidenza che, dato il peso minore, fosse successo qualcosa.

Lo stesso fece Hales, egli infatti utilizzò il bagno pneumatico perché già in precedenza aveva ipotizzato che ci fosse l'invisibile, successivamente riuscì a raccogliercelo andando oltre le apparenze.

Per fare ciò Hales interrogò la natura dimostrando che l'esperienza non va solo interpretata, ma va interrogata, da questo possiamo perciò affermare che lo scienziato non è un soggetto passivo.

Diario di Sofia B.

FASE 2

UN GAS DIVERSO DALL'ARIA ATMOSFERICA

UNITÀ 4 (2 ORE) – DIMOSTRARE CHE IL GAS CHE SI FORMA NELLA CALCINAZIONE E' DIVERSO DALL'ARIA ATMOSFERICA

Chiediamo agli studenti:

«SIAMO PROPRIO CERTI CHE L'ARIA CHE SI SVILUPPA SCALDANDO IL CARBONATO SIA EFFETTIVAMENTE ARIA ATMOSFERICA? COME POSSIAMO CONFERMARE O CONFUTARE TALE IPOTESI?»

Discutiamo per definire semplici esperimenti che permettano di scoprire se le proprietà del gas che si sviluppa nella calcinazione sono simili a quelle dell'aria atmosferica

Diario della docente:

Alla domanda **“come fareste a caratterizzare il gas prodotto durante la calcinazione”** uno studente propone di raccogliarlo tramite una siringa e provare a vedere cosa succede se lo si soffia su una candela.

La docente inserisce una piccola candela in un becker da 100ml e collega il tubicino da cui fuoriesce il gas prodotto per calcinazione ad una siringa:

il pistone comincia ad indietreggiare sospinto dalla pressione del gas prodotto (ciò crea grande curiosità tra gli studenti); una volta riempita la siringa si prova a svuotarla all'interno del becker.

La fiamma si spegne, ma uno studente obietta che probabilmente si è spenta perchè “ci abbiamo soffiato sopra”.

Serve un esperimento di controllo, una studentessa propone di riempire la siringa di aria e soffiarla sulla candela.

Dalla prova emerge che la candela si spegne lo stesso (se si soffia energicamente).

Serve una strategia diversa per dimostrare che nella siringa si è accumulato un gas che può spegnere la fiamma di una candela.

Si prova a far gorgogliare direttamente nel becker sopra la candela il gas che continua ad essere prodotto: in qualche classe la prova funziona, la candela si spegne: in altre classi no. *Bisognerà mettere a punto meglio questa prova.*

Quinta esperienza: calcinazione del carbonato e combustione

Attrezzatura e materiale occorrente:

- cilindro da 25 cm³, bacinella, provetta, tubo di raccordo
- calcare o carbonato di magnesio in polvere, acqua distillata

Procedimento:

- Ripetiamo il procedimento della quarta esperienza
- Al termine della calcinazione, togliamo il cilindro dal bagno pneumatico e versiamo il contenuto gassoso al suo interno su una fiamma accesa

Osservazione:

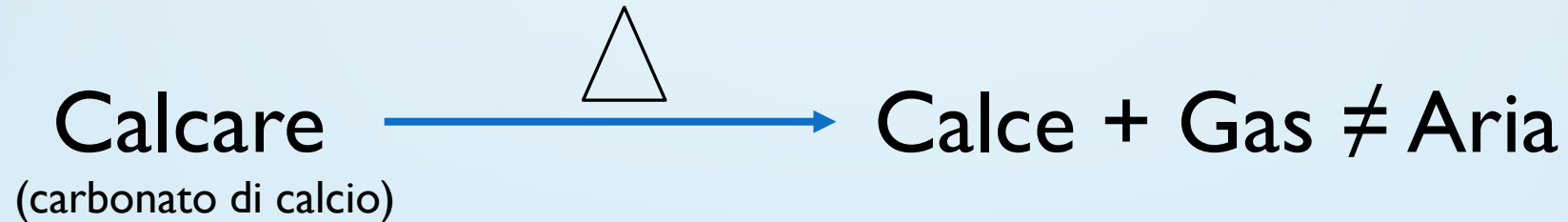
La fiamma si spegne e quindi l'“aria” che si ottiene nella calcinazione non è aria atmosferica

L'INSEGNANTE NARRA

Diciamo agli studenti:

- Nel 1755 il chimico scozzese Joseph Black non accettò l'idea che il calcare fosse costituito da calce ed aria, ma avanzò l'ipotesi che il calcare fosse un composto di calce e di una sostanza apparentemente simile all'aria, ma diversa

IPOSTESI DI BLACK:



L'INSEGNANTE NARRA

- Questo primo gas scoperto oltre l'aria atmosferica venne chiamato da Joseph Black **aria fissa**: voleva con ciò intendere che quel gas, diverso dall'aria atmosferica, era contenuto (fissato) nel calcare.
- Black scoprì che l'anidride carbonica aveva molte proprietà diverse dall'aria atmosferica
 - 1) l'aria fissa non mantiene la combustione
 - 2) l'aria fissa non permette la respirazione
 - 3) l'aria fissa, se fatta gorgogliare in acqua di calce, determina la formazione di un precipitato
 - 4) **L'insegnante aggiunge** che l'aria fissa è un gas leggermente acido

Sesta esperienza: l'aria fissa precipita l'acqua di calce

Attrezzatura e materiale occorrente:

- cilindro da 25 cm³, bacinella, provetta, tubo di raccordo
- carbonato di magnesio in polvere, calce, acqua distillata

Procedimento:

- prepariamo una soluzione satura di acqua e calce
- ripetiamo il procedimento della quarta esperienza
- una volta che il cilindro è pieno di anidride carbonica, lo capovolgiamo (l'anidride carbonica resterà nel cilindro perché ha densità maggiore di quella dell'aria).
- versiamo l'acqua di calce dalla provetta nel cilindro

Osservazione:

nella provetta si ha la formazione di un precipitato bianco che non è altro che carbonato di calcio (calcare). L'ipotesi di Black è confermata.

Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

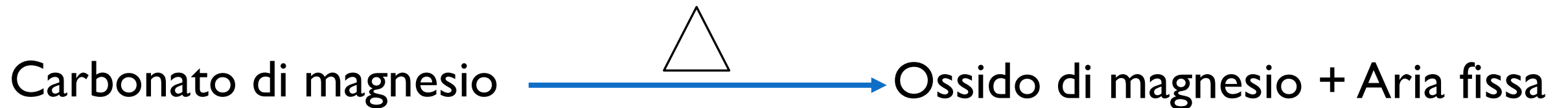
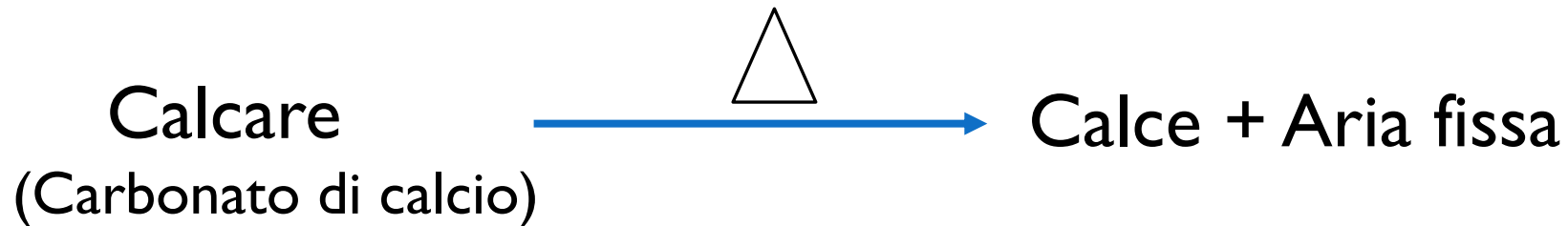
Si ripete la calcinazione di una piccola quantità di carbonato di magnesio e questa volta si collega il tubicino di raccolta del gas ad un palloncino che si gonfia. Il contenuto viene svuotato in un becker contenente acqua di calce. La soluzione si opacizza a causa della formazione di un precipitato bianco.

Diario della docente



DISCUTIAMO CON GLI STUDENTI PER ARRIVARE A
CONCLUDERE CHE L'IPOTESI DI BLACK E' CORRETTA:

Il calcare è fatto di calce e aria fissa



UNITÀ 5 (1-2 ORE) – L'ARIA FISSA E' ANIDRIDE CARBONICA

CHIEDIAMO AGLI STUDENTI:

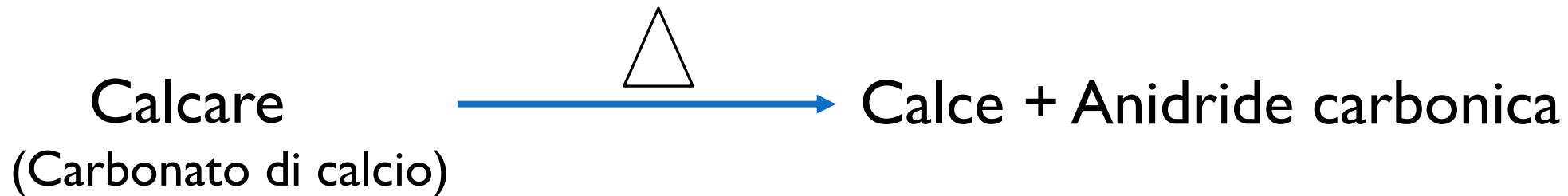
«*COME POTREMMO DIMOSTRARE CHE L'ARIA FISSA CHE SI PRODUCE DURANTE LA CALCINAZIONE E' LO STESSO GAS CHE OGGI CHIAMIAMO ANIDRIDE CARBONICA?»*»

- Discutiamo per arrivare a concludere che possiamo versare dell'acqua gassata nell'acqua di calce
- Misuriamo poi il pH dell'acqua addizionata con anidride carbonica per osservare che è più

CONCLUDIAMO CON GLI STUDENTI CHE **L'ANIDRIDE CARBONICA NELL'ACQUA GASSATA HA LE STESSO PROPRIETA' DELL'ARIA FISSA**

DISCUTIAMO CON GLI STUDENTI PER ARRIVARE A CONCLUDERE CHE L'IPOTESI DI BLACK E' CORRETTA:

Il calcare è fatto di calce e anidride carbonica



UNITÀ 6 (2 ORE) – GENERALIZZIAMO

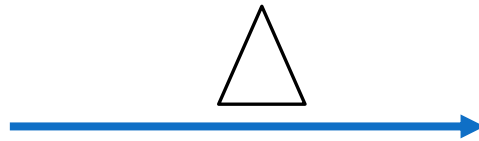
Calcinazione del carbonato di rame

- Analisi di quanto rimane nel pallone
- Analisi del gas prodotto

Diario della docente

Dagli esperimenti precedenti si è giunti alla conclusione che il carbonato di magnesio quando calcina libera un tipo di aria diversa da quella che respiriamo, probabilmente si tratta di anidride carbonica.

Si fornisce ora agli studenti un carbonato non conosciuto e si ripete la calcinazione e la raccolta del gas da analizzare.



Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

Analisi di quanto rimane nel pallone

Abbiamo infatti provato anche con un altro indicatore (cavallo rosso) ma abbiamo ottenuto lo stesso risultato.

Abbiamo poi notato che la polvere verde, durante la calcinazione, stava diventando di colore nero, quindi in questo caso, e di differenza del carbonato di magnesio, abbiamo una conferma visiva delle nostre ipotesi.

Abbiamo quindi pensato che la polvere nera potesse essere OSSIDO DI RAME, sostanza già utilizzata nel percorso sugli acidi, deducendo pertanto che la sostanza iniziale fosse CARBONATO DI RAME.

Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

Gli studenti riconoscono nella polvere residua della calcinazione l'ossido di rame che hanno già analizzato nel precedente percorso su acidi e basi e propongono di saggiarlo con acido cloridrico. Il risultato conferma le loro aspettative. Generalizzando si può affermare che anche le sostanze residue della calcinazione del carbonato di magnesio e del calcare sono ossidi (ossido di magnesio e ossido di calcio). Per ora non si entra nel merito della classificazione ma il nome emerge per analogia con l'ossido di rame con cui gli studenti avevano già familiarizzato.

Diario della docente



Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

Analisi del gas prodotto

Il gas viene fatto gorgogliare nel becker contenente acqua di calce e si crea il precipitato bianco che si era formato con il carbonato di magnesio.

Si chiede agli studenti di provare ad ipotizzare di quale gas si tratti.

Anche questo carbonato, come gli altri, per calcinazione libera un'aria che gli studenti associano all'anidride carbonica.

Diario della docente

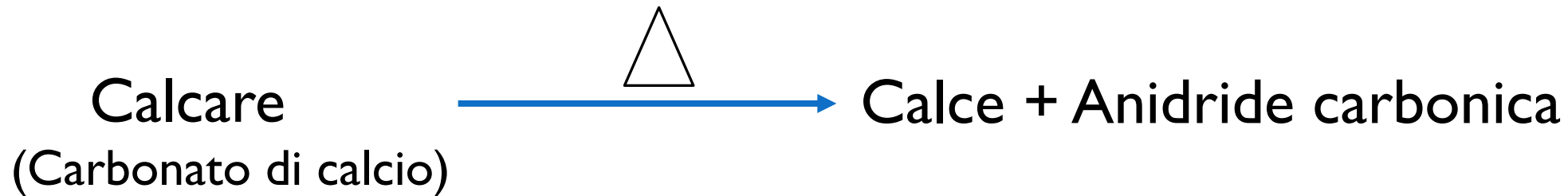
In conclusione abbiamo capito che la sostanza iniziale era CARBONATO DI RAME, dalla cui calcinazione abbiamo ottenuto OSSIDO DI RAME e ANIDRIDE CARBONICA.

CARBONATO $\xrightarrow{\text{calcinazione}}$ OSSIDO + ANIDRIDE CARBONICA

Diario di Sofia M.

L'INSEGNANTE FA IL PUNTO

I carbonati scaldati danno ossidi e anidride carbonica



Calce = Ossido di calcio

Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

Esperimento 3:

Calcinazione del carbonato di rame

- Analisi di quanto rimane nel pallone
- Analisi del gas prodotto

Diario della docente

Dagli esperimenti precedenti si è giunti alla conclusione che il carbonato di magnesio quando calcina libera un tipo di aria diversa da quella che respiriamo, probabilmente si tratta di anidride carbonica.

Si fornisce ora agli studenti un carbonato non conosciuto e si ripete la calcinazione e la raccolta del gas da analizzare.

Le variazioni sperimentali come l'uso di carbonato di calcio, di magnesio, e successivamente di rame o l'uso di acqua di bario, piuttosto che di calce, servono alla fine a rafforzare le osservazioni già fatte e a generalizzare i concetti:

tutti i carbonati contengono aria fissa e la liberano quando trattati col calore, anche se con efficienza diversa

si producono sempre sostanze che in acqua hanno comportamento basico.

DOMANDA DI COMPETENZA

L'insegnante ricorda agli studenti che l'aria atmosferica non solo mantiene la combustione ma anche la vita.

Il docente racconta alla classe che anticamente, nelle cantine (soprattutto se interrato) durante il processo di fermentazione del mosto d'uva (processo che porta alla formazione di alcool ma anche di anidride carbonica), spesso veniva collocata una candela accesa a circa 1 metro dal suolo. L'insegnante fa presente agli studenti che l'anidride carbonica, è più pesante dell'aria atmosferica e quindi tende a stare in basso.

Chiediamo agli studenti:

«SECONDO VOI QUALE FUNZIONE AVEVA LA CANDELA ACCESA NELLE CANTINE?»



UNITÀ 7 (2 ORE) – LA REAZIONE INVERSA ALLA CALCINAZIONE

L'insegnante narra:

L'IMPORTANZA DELL'IPOTESI DELL'ARIA FISSA RISIEDA NEI SEGUENTI ASPETTI:

- *L'ipotesi dell'aria fissa permetteva di spiegare finalmente una molteplicità di fenomeni noti da tempo*
- *La scoperta dell'aria fissa come prodotto della calcinazione dette il via alla ricerca di "arie" diverse dall'aria atmosferica, che solo successivamente furono chiamate "gas"*
- *Inoltre Black aveva osservato quello che succede all'acqua di calce se lasciata esposta all'aria...*

Terza esperienza: dalla calce al calcare

Attrezzatura e materiale occorrente:

- Calce, acqua distillata
- Becher, beuta con tappo

Procedimento:

- Facciamo una soluzione satura di calce
- Dividiamo la soluzione in due parti: una parte sarà lasciata per una settimana circa a contatto con l'aria, la seconda sarà chiusa in un recipiente che ne impedisca il contatto con l'aria (a questo scopo suggeriamo di riempire completamente un recipiente in modo che il tappo sia a contatto con la soluzione).

Osservazione:

Al termine della settimana si osserverà che nel recipiente a contatto con l'aria si sarà formato un precipitato bianco (che è calcare, ovvero carbonato di calcio) mentre nel recipiente isolato dall'aria la soluzione non avrà formato alcun precipitato.

CHIEDIAMO AGLI STUDENTI:

«SECONDO VOI, COSA AVVIENE IN QUESTO PROCESSO?»

alla reazione di calce e aria.

UNITÀ 7 (2 ORE) – LA REAZIONE INVERSA ALLA CALCINAZIONE

L'insegnante narra:

L'IMPORTANZA DELL'IPOTESI DELL'ARIA FISSA RISIEME NEI SEGUENTI ASPETTI:

- *L'ipotesi dell'aria fissa permetteva di spiegare finalmente una molteplicità di fenomeni noti da tempo*
- *La*
“al Questa era la prima evidente indicazione che l'aria *i*
- *Inc* atmosferica non era una sostanza semplice ma una miscela *ta*
- *all'* di almeno due sostanze: l'*aria comune* e l'*aria fissa*

UNITÀ 8 (2 ORE) – GUARDIAMO INDIETRO NEI PERCORSI SVOLTI PER CAPIRE E INTERPRETARE

Obiettivi:

1. Associare il fenomeno dell'effervescenza alla liberazione dei gas che si producono in diverse trasformazioni chimiche (calcinazione dei carbonati, reazioni dei metalli e dei carbonati con acido)
2. Identificare le diverse 'arie' con un approccio ipotetico deduttivo sfruttando le conoscenze e le esperienze pregresse.

Attività 3 - Il fenomeno dell'effervescenza

Analisi dell'effervescenza prodotta in diverse reazioni

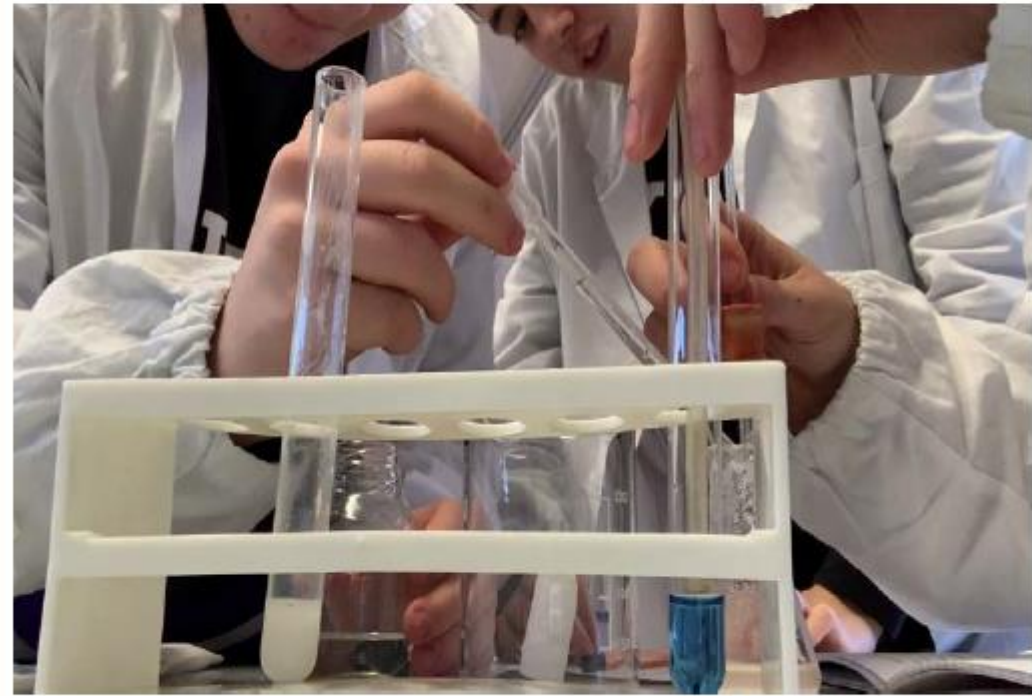
Diario della docente

Chiedo quali reazioni tra quelle già incontrate comportano lo sviluppo di gas; viene subito ricordata l'effervescenza osservata nella reazione tra marmo e acidi; viene anche in mente quella tra alluminio e HCl e alluminio e soda caustica, che eventualmente verrà considerata in un secondo momento. Osserveremo di nuovo una reazione che produce gas per caratterizzarlo così come abbiamo fatto nelle calcinazioni

Esperimento 1:

Reazione tra carbonati e acido cloridrico

I ragazzi lavorano a gruppi allestendo loro stessi le prove da effettuare. In alcuni casi, invece del carbonato di calcio e dell'acido cloridrico, vengono forniti bicarbonato di sodio e aceto: in questo modo, oltre ad ottenere un'effervescenza più intensa, si fa capire agli studenti che le reazioni analizzate avvengono anche tra materiali di uso comune o più economici o ancora, più facilmente reperibili; si riesce inoltre a generalizzare i fenomeni studiati in modo più esteso. Per gli stessi motivi vengono usati nelle prove di riconoscimento diversi indicatori, e, in alcune classi, acqua di bario al posto dell'acqua di calce.



Esperimento 2:

Reazione tra alluminio e acido cloridrico

Diario della docente

Giulia chiede se possono rifare l'esperienza anche con l'alluminio che era una delle reazioni che aveva prodotto effervescenza. Fornisco loro alluminio e acido cloridrico con una nuova beuta in modo che il gas che si libera possa essere analizzato.

Giulia pensa che possa liberarsi anidride carbonica perché non sa cosa è l'alluminio. Matteo sostiene che l'alluminio è un elemento e non un composto perciò non produrrà anidride carbonica. La reazione è piuttosto lenta ad avviarsi e l'ora giunge a termine, ciò nonostante Giulia e Matteo rimangono ad oltranza a verificare che effettivamente il gas che si produce è di natura diversa dalla anidride carbonica!

Questa esperienza, richiesta dai ragazzi stessi, è importante in quanto chiarisce che non in tutti i casi in cui si produce effervescenza il gas ottenuto è anidride carbonica ed evita quindi una generalizzazione non corretta.