

REGIONE
TOSCANA



Prodotto realizzato con il contributo della Regione Toscana
nell'ambito dell'azione regionale di sistema

Laboratori del Sapere Scientifico

LA NASCITA DEL CONCETTO DI GAS

Costruzione dei concetti fondamentali per la comprensione della chimica moderna

Percorso svolto nelle classi SECONDE del liceo scientifico indirizzo
matematico e opzione scienze applicate

Docenti coinvolte: M.C. Colao, L. Dei, S. Labate, M.R. Santo



Collocazione nel curriculum verticale

- Il curriculum verticale del primo biennio utilizza una metodologia di tipo laboratoriale in cui l'osservazione riveste un ruolo fondamentale in quanto apre nuovi scenari per uno studio ragionato della chimica e sfrutta la curiosità e la naturale propensione alla "scoperta" tipica dell'età adolescenziale.
- I percorsi della classe prima conducono alla costruzione del concetto di sostanza pura e di miscela, e puntano a una prima differenziazione operativa tra trasformazioni chimiche e le trasformazioni fisiche. L'impostazione è esclusivamente di tipo fenomenologico induttivo ed i fenomeni indagati riguardano la solubilità, l'ebollizione, e quindi i passaggi di stato, la combustione, la scoperta dei metalli. Inoltre la definizione operativa di acidi e basi porta alla costruzione di una prima gerarchia compositiva della materia.
- Nel secondo anno si rende necessario il passaggio ad un metodo ipotetico deduttivo anche attraverso la ricostruzione di importanti esperimenti che hanno segnato lo sviluppo della disciplina a cavallo tra il '700 e l'800. Tale approccio richiede lo sforzo notevole di andare oltre le apparenze fenomenologiche e di cimentarsi nell'interrogazione della natura, dopo aver già maturato delle ipotesi riguardo ai fenomeni indagati.
- Il percorso presentato è il primo che utilizza questo nuovo metodo di indagine: il concetto di gas viene introdotto attraverso osservazioni sulla materialità dell'aria che costituisce un punto di partenza non scontato per gli studenti del biennio. Su queste osservazioni si innesta un percorso storico epistemologico attraverso il quale si ricostruiscono, sia sperimentalmente che attraverso la narrazione, le fasi salienti del processo che ha portato gli scienziati del '700 alla scoperta dell'aria fissa, come gas chimicamente attivo.
- Questo approccio allo studio della chimica è profondamente diverso da quello classico riportato nei libri di testo, in quanto si punta a indurre gli studenti a costruire i concetti assieme all'insegnante e non si limita a fornire definizioni in modo trasmissivo. Le esperienze pur non essendo tutte svolte dagli studenti in prima persona, non sono mai dimostrative, ma guidano i ragazzi a fare una scoperta. La ricostruzione del percorso storico permette loro di seguire lo sviluppo del pensiero scientifico andando oltre le apparenze fenomenologiche.
- Il percorso è stato svolto in cinque classi seconde, due del liceo scientifico matematico e tre delle scienze applicate e si è avvantaggiato della compresenza in orario curricolare delle docenti di scienze naturali, con una particolare attenzione alle attività svolte in laboratorio.
- Pur avendo progettato in modo condiviso tutte le fasi del percorso, i tempi richiesti e le modalità di esecuzione sono stati adattati alle esigenze di ogni gruppo classe.
- Questo lavoro di documentazione si avvale del contributo di INDIRE, che collabora con la scuola già dallo scorso anno scolastico, in particolare nella fase di progettazione delle varie attività e nella fase di rielaborazione finale.

Obiettivi di apprendimento

- Fase 1: La materialità dell'aria
 - L'aria è materia, quindi occupa uno spazio e ha un peso
 - Scoprire che l'aria si comporta come un fluido comprimibile
- Fase 2: L'aria è chimicamente attiva
 - Verificare che durante le trasformazioni chimiche si possono produrre sostanze allo stato gassoso
 - *La calcinazione del calcare in ambiente aperto*
 - Ricostruire un bagno pneumatico come sistema per raccogliere e caratterizzare le sostanze gassose
 - *La calcinazione del calcare in ambiente chiuso*
 - Riflettere sul ruolo delle esperienze sull'interpretazione dei fenomeni in natura
 - *Ricostruzione del percorso epistemologico: Hales e le arie*
- Fase 3: Le caratteristiche dell'«aria fissa»
 - Comprendere che ci sono gas diversi dall'aria atmosferica che partecipano alle trasformazioni chimiche
 - *Analisi dei prodotti ottenuti durante la calcinazione dei carbonati*
 - Utilizzare un approccio ipotetico deduttivo basato sulle conoscenze e le esperienze acquisite
 - *Ricostruzione del percorso epistemologico: Black e la funzione esplicativa dell'ipotesi dell'aria fissa*
 - Associare il fenomeno dell'effervescenza alla liberazione di gas durante una trasformazione chimica
 - *Analisi della reazione tra carbonati e acido cloridrico e di altre reazioni che producono gas*

Elementi salienti dell'approccio metodologico

- Si parte da osservazione di fenomeni che gli studenti conoscono già e sono stati già esplorati con l'insegnante di fisica (almeno in parte) e che riguardano la materialità dell'aria.
- Il filo conduttore di tutto il percorso è la ricostruzione epistemologica sia attraverso gli esperimenti che hanno avuto maggiore rilevanza nella costruzione delle conoscenze, ma anche attraverso la narrazione.
- Le prime esperienze, che vengono svolte dall'insegnante, non hanno valore dimostrativo e pongono i ragazzi di fronte a domande aperte.
- Nella progettazione delle esperienze successive i ragazzi svolgono sempre un ruolo attivo perché partendo dalle loro intuizioni propongono ulteriori metodi di indagine.
- Nell'ultima fase i ragazzi lavorano in piccoli gruppi per verificare le loro ipotesi e trarre delle conclusioni.
- La costruzione delle conoscenze si realizza sempre attraverso una fase di verbalizzazione individuale scritta alla quale segue la discussione collettiva per arrivare ad una elaborazione condivisa.
- Gli studenti sono artefici del percorso di costruzione delle idee, mentre l'insegnante ha il ruolo di condurre gli studenti a cercare le risposte agli interrogativi che scaturiscono dalle esperienze effettuate.

Materiali e strumenti utilizzati

- ★ **Sostanze utilizzate:** carbonato di calcio, carbonato di magnesio, carbonato di rame, soluzione di acido cloridrico, acqua di calce, indicatori di pH, cartina tornasole.
- ★ **Strumenti:** bilance digitali (sensibilità 0,01g), becco Bunsen, vetreria e tubi di raccordo (capsule e crogiuoli, palloni, beute, cilindri, tappi, tubi di vari diametri e lunghezze, siringhe, provette), spatole, LIM, lavagna tradizionale
- ★ **Materiali prodotti:** quaderni degli studenti, diari di bordo delle docenti, documentazione fotografica



Ambienti di lavoro

- **Laboratorio di chimica:** per effettuare le esperienze
- **Aula:** per le fasi di discussione e di verbalizzazione
- **Casa:** gli studenti a casa hanno rielaborato in modo personale le esperienze, fatto approfondimenti e revisionato i propri diari di bordo



Tempo impiegato

- Per la progettazione del percorso: 8 ore
- Per la redazione dei diari di bordo delle docenti: 5 ore
- Per il confronto tra le docenti durante il percorso: 7 ore
- Revisione con esperti esterni e con INDIRE: 6 ore
- Preparazione della verifica e analisi dei risultati: 3 ore
- Durata del percorso per classe: 12 ore circa.
- Per la documentazione: 16 ore

Fase 1 – La materialità dell'aria

Obiettivi:

Scoprire che l'aria è materia, occupa uno spazio e ha un peso.

Attività 1

- Attraverso un'attività di *brain storming*, si raccolgono le idee dei ragazzi su come si può dimostrare la presenza dell'aria
- Si parte con una domanda stimolo: come dimostrereste la presenza dell'aria....

La discussione si è svolta in modo differente nelle classi seconde del liceo scientifico indirizzo matematico e nell'opzione scienze applicate, perché nel primo caso l'insegnante di fisica aveva già discusso con i ragazzi alcune caratteristiche importanti dell'aria, con le ipotesi di Torricelli e di Boyle, mentre nel secondo caso sono stati introdotti solo alcuni concetti fondamentali che costituiscono il prerequisito indispensabile per lo sviluppo successivo del percorso.

Diario dell'insegnante (LS matematico)

Si avvia una discussione per recuperare le conoscenze che i ragazzi hanno acquisito nello svolgimento con l'insegnante di fisica del percorso sull'*horror vacui* e sulla pressione, cercando di sottolineare il ruolo dell'aria.

Si pone la domanda: come fareste a dimostrare la presenza dell'aria?

Diario dell'insegnante (LS scienze applicate)

Chiedo se hanno già sviluppato il concetto di pressione atmosferica con il docente di fisica: non hanno affrontato l'argomento.

**Pongo agli studenti la seguente domanda:
Come fareste a dimostrare l'esistenza dell'aria?**

Descrizione del percorso didattico

*Diario di Sofia M.
(LS matematico)*

In questa lezione abbiamo iniziato il secondo percorso di quest'anno, centrato sul concetto di GAS.
Ripassando alcuni argomenti già affrontati lo scorso anno a fisica, abbiamo svolto un primo esperimento che consisteva nel tappare il foro di una SIRINGA e provare a premere lo stantuffo.

Diario condiviso (LS scienze applicate)

ESPERIENZA PER DIMOSTRARE LA PRESENZA DELL'ARIA

Questa esperienza ci ha permesso di iniziare la nostra esperienza con la conoscenza dei gas e dell'aria.

La Prof ci ha fatto una domanda: *“Esistono prove che possano dimostrare l'esistenza dell'aria?”*

Parlando insieme e ascoltando le idee di ognuno siamo giunti a diverse prove ed esperienze che possano essere significative per dimostrare la presenza dell'aria:

1. Il VENTO dimostra la presenza dell'aria;
2. Se prendiamo un sacchetto vuoto, lo riempiamo d'aria e lo comprimiamo vediamo che non si comprime perché c'è aria che oppone resistenza;
3. Bruciando della carta in un bicchiere chiuso vediamo che alla fine della combustione non c'è più ossigeno che fa parte dell'aria..... quindi l'aria e i suoi componenti permettono alcune reazioni chimiche come la combustione
4. Se tappo una siringa l'aria non passa ma posso comprimere, spingendo lo stantuffo, quella imprigionata dentro: l'aria è un corpo elastico.
5. Immergendo un becker in acqua, se l'aria rimane al suo interno notiamo evidentemente che per tenerlo sommerso dobbiamo applicare una forza: l'aria si oppone!

A questo punto in laboratorio abbiamo provato a fare quest'ultima esperienza.

Descrizione del percorso didattico

Fase 1 – La materialità dell'aria

Esperimento 1: l'aria esiste

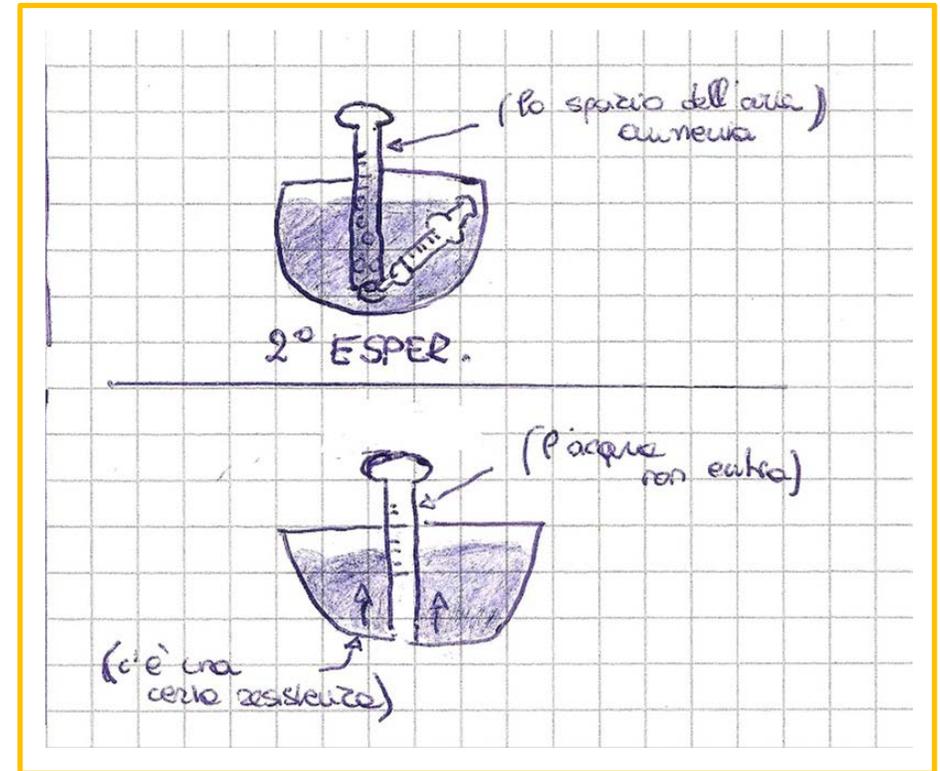
Si mette un cilindro «vuoto» capovolto in una bacinella piena di acqua. Si osserva che il cilindro fa resistenza perché è «pieno» di aria.

Diario di 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 inclinarlo.
Ricordando 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'AIRIA, 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".

Diario di Matteo (LS scienze applicate)



Se invece mettiamo il cilindro capovolto nel cristallizzatore
ma questa volta senza niente all'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

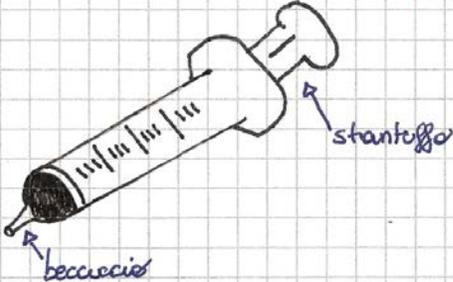
Si sperimenta che quando si cerca di spingere il pistone di una siringa con il foro tappato, questo è possibile, ma con difficoltà: l'aria è comprimibile.

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 queste prove?

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.

Diario condiviso (LS scienze applicate)

A questo punto in laboratorio abbiamo provato a fare quest'ultima esperienza.

Abbiamo visto che l'aria applicava una forza opposta all'acqua e alla mano, quando si premeva il becher, successivamente abbiamo provato a travasare l'aria in una vasca d'acqua con un becker e un cilindro.

Abbiamo messo il cilindro in orizzontale per riempirlo completamente di acqua, l'abbiamo rimesso in verticale pieno d'acqua. Abbiamo travasato l'aria che è passata dal becher nel cilindro.

Sappiamo adesso che l'aria si comporta come un liquido

Alzando il cilindro sopra la superficie dell'acqua vediamo che l'acqua rimane nel cilindro fino a quando il cilindro non è quasi completamente fuori dall'acqua. Ci chiediamo come mai l'acqua non esce dal cilindro???

*i ragazzi propongono
un'alternativa interessante...
usano le siringhe!!!*



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) 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.

Descrizione del percorso didattico

Fase 1 – La materialità dell'aria

...la conclusione condivisa

In conclusione?
Si dimostra così che l'aria esiste e che occupa uno spazio, ma non ha una forma propria.
↓
ARIA = è un fluido, perché può fluire, cioè può essere travasato
↓
(come abbiamo fatto con la siringa e il cilindro graduato)

CONCLUSIONI:

L'aria esiste ed occupa un volume. Si può travasare e questo significa che è un fluido.

Nonostante, l'aria è molecola, è fluido, è comprimibile ed esercita una pressione.

...dal diario delle docenti

I ragazzi sembrano tutti abbastanza coinvolti, ma solo alcuni prendono la parola (...); la mia impressione però è che le conclusioni che si raggiungono richiamano idee che sono condivise.

(...) La sensazione tuttavia è che anche quelli meno attivi abbiano interiorizzato i concetti base.

In questa attività è stato possibile lavorare a gruppi e questo ha stimolato la discussione tra i ragazzi portandoli anche a cercare insieme la risposta alle domande poste e a situazioni pratiche problematiche.

La conclusione al termine di queste queste semplici esperienze mette tutti i ragazzi nella condizione di poter indagare il ruolo dell'aria nelle trasformazioni chimiche

Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

Obiettivi:

1. Comprendere che alcune trasformazioni chimiche si realizzano senza che ci siano fenomeni visibili.
2. Comprendere che in alcuni casi si producono sostanze allo stato gassoso che si liberano nell'ambiente circostante.

Attività 1 - la calcinazione in ambiente aperto

- Si allestisce una esperienza di calcinazione in un sistema aperto utilizzando invece del calcare (carbonato di calcio) del carbonato di magnesio, ma sottolineando il parallelismo tra quello che si osserva e la trasformazione del calcare in calce, che ha avuto tanta importanza nella storia delle costruzioni.
- Si sottolinea inoltre l'importanza del fuoco come fattore trasformante e della bilancia come strumento di misura quantitativo.

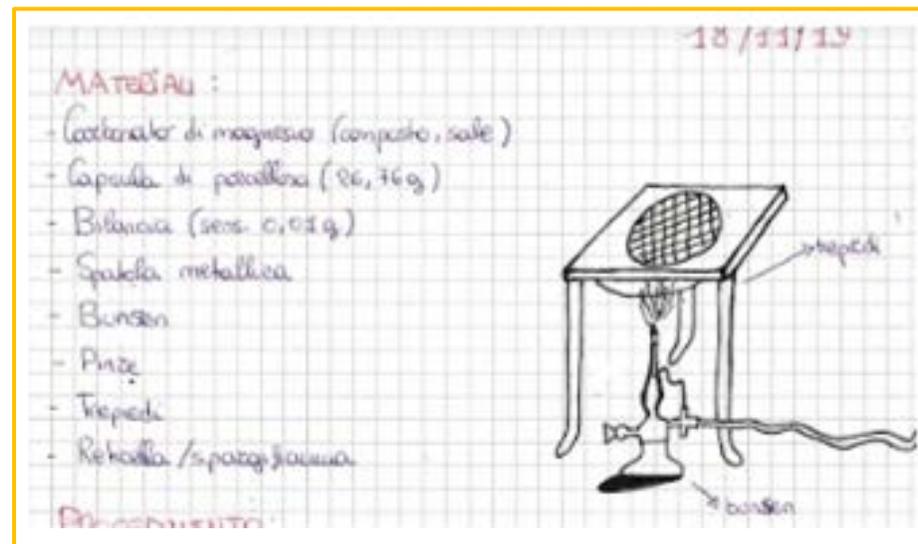
Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

Esperimento 1: variazione della massa

Si pesa circa 1 g di carbonato di magnesio e si mette in una capsula precedentemente pesata sopra il becco Bunsen a riscaldare per 10-15 min.

Al termine si pesa nuovamente e si osserva che la massa si è ridotta a 0,5 g circa.

Si pone la domanda: secondo voi si è verificato qualcosa? Come facciamo a dimostrarlo?



Diario di Matteo

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."

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?**

Descrizione del percorso didattico



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

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.

La docente spiega che converrà condurre l'indagine su due fronti:

→ cosa è rimasto nella capsula

→ cosa si è liberato

Per non creare confusione si decide di partire con la prima indagine: si chiede in che modo si possa caratterizzare la sostanza rimasta nella capsula.

Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

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.

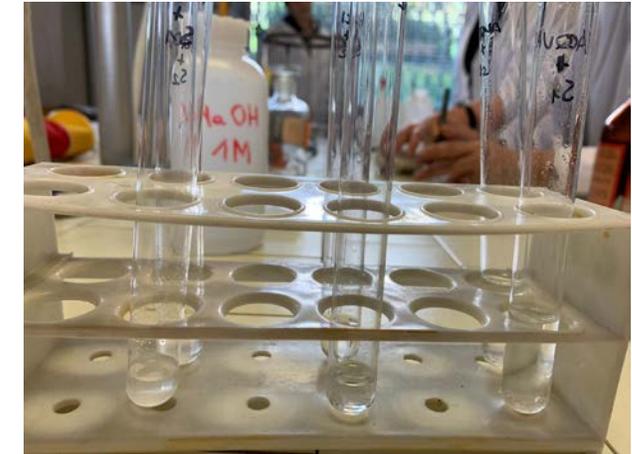
Emanuele, Gioele, Thomas (diario condiviso)

Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

Descrizione del percorso didattico

Si procede facendo le prove indicate dai ragazzi: in un portaprovette si mettono due provette per la prova di solubilità delle sostanze in acqua, due per saggiare il comportamento in acido cloridrico e due per osservare il comportamento a contatto con la soda caustica.

Gli studenti sono coinvolti a turno nell'eseguire le prove



Diari delle docenti

(...) quindi in un vetrino da orologio si mette qualche goccia d'acqua e una punta di spatola di carbonato di magnesio e in un altro vetrino il prodotto di calcinazione. La cartina resta gialla nel primo caso e vira al verde/blu nel secondo. Quindi il carbonato di magnesio che è neutro potrebbe essere un sale e il prodotto di calcinazione una base. Gioele chiede se tutti i sali sono neutri, si riflette sul fatto che sono neutri quelli che derivano da un acido e una base della stessa forza. Infine prendo la fenolftaleina: prima faccio vedere come si comporta con acido cloridrico e soda caustica e poi aggiungo una goccia al carbonato e al prodotto di calcinazione e l'indicatore vira solo nel secondo caso. Valeria conclude dicendo che con il riscaldamento il carbonato, che è un sale, perde la sua parte acida e per questo dopo la calcinazione rimane la componente basica.



Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

Descrizione del percorso didattico

Gli studenti hanno approcci diversi nel registrare la lezione: c'è chi ha necessità di appuntarsi tutto.....

Si vede infatti che da una parte del carbonato non ossido non cambia per nonificare le sostanze prima e veramente differenti da quella di partenza, abbiamo invece il carbonato di magnesio prima della calcinazione e quello dopo in 2 prove con acqua, per vedere se si riduce o meno. In entrambi le sostanze però non sono insolubili. Successivamente abbiamo provato a immergere nella soluzione le due sostanze: il carbonato di magnesio prima della calcinazione si riduce nella soluzione con una certa effervescenza, mentre con il carbonato dopo la calcinazione c'è molto meno effervescenza e il resto lo sostanza si riduce molto lentamente. Dopo abbiamo messo le due sostanze nella soluzione e abbiamo osservato che: se non c'è effervescenza e non avviene la solubilizzazione e quindi con l'altro sostanza per grattare la stessa cosa.

Per alcuni quindi abbiamo ottenuto i seguenti risultati:

Diari e immagini degli studenti

Per alcuni quindi abbiamo ottenuto i seguenti risultati:

	carbonato di magnesio PRIMA	carbonato di magnesio DOPO
acido cloridrico	non si effervesce, si solubilizza, soluzione trasparente	non effervesce, si riduce, soluzione trasparente (molto lentamente). Forse si effervesce si prova su carbonato
acqua	non si riduce	non si riduce
acido carbonico	non si riduce	non si riduce
bicarbonato	perbizzoso a vederli si ottiene una polvere bianca	perbizzoso o vedo si ottiene una polvere bianca
indicatore	lo continuo osservare è rimasto giallo (pH 9)	lo continuo a vedere di verde (base)



Descrizione del percorso didattico

Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

..... e chi sinteticamente, addirittura saltando di trascrivere le "domande stimolo", scrive l'essenziale.....

• POLVERE PRIMA DI SCALDARLA → POLVERE BIANCA MOLTO FINE, POSSIAMO DISTINGUERE DEI PICCOLI GRANELLI

SCALDATA PER 10-15 MINUTI, E DOPO?

- PROVARE A PesarLA
 - PROVARE A METTERLA IN H_2O
 - CONFRONTARLA CON LA SOSTANZA 1,2 (PRIMA E DOPO COMBUSTIONE), ABBIAMO BISOGNO DI CONFRONTARLE PER VEDERE SE È AVVENUTA LA REAZIONE
 - POTREMO CONFRONTARE SIA CON ACIDI che CON BASI
 - VEDERE SE È ACIDA O BASICA CON GLI INDICATORI: FENOLFTALEINA, CAVOLO ROSSO
- CARTINA AL TORNA SOLE

↳ prima devo sciogliere la sostanza in acqua

CONCLUSIONI:

Le due sostanze sono diverse come verificato dalle prove fatte.

Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

E' necessario ora partire con il " secondo filone di indagine" : capire cosa si è liberato di invisibile nella calcinazione. A questo proposito, si chiede agli studenti: **"come fareste a raccogliere il prodotto invisibile della calcinazione?"**

Obiettivi:

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

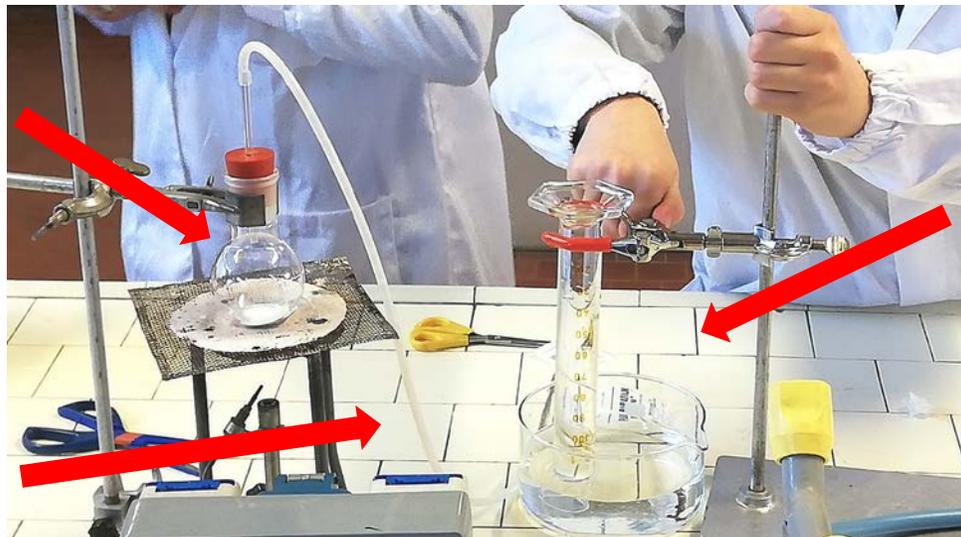
Attività 2 - Calcinazione in ambiente chiuso: il bagno idropneumatico

Gli studenti suggeriscono come costruire un dispositivo per la raccolta di gas sfruttando le riflessioni stimulate dalle attività sulla materialità dell'aria.

La costruzione del bagno idropneumatico non viene proposta dall'insegnante, ma emerge dalla discussione collettiva

Un palloncino da 50 mL, che contiene una punta di spatola abbondante di carbonato di magnesio (1g circa), viene sottoposto a riscaldamento per 10-15 min

Il palloncino è in comunicazione con il bagno pneumatico tramite un tubo in gomma



Un cilindro da 100 mL viene riempito con acqua distillata e collocato capovolto in un recipiente pieno di acqua

Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

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.

Hongwei propone la distillazione: spiego che il gas prodotto non riconsenserebbe. Suggestisco di ripensare alle prove sulla materialità dell'aria e Camilla dice che si potrebbe **operare "sott'acqua"**, intendendo che facendo riscaldare il carbonato messo in acqua ("tanto non si solubilizza") si vedrebbe lo sviluppo di bolle di gas, però non sa come si potrebbe raccogliere il gas

Descrizione del percorso didattico

Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

Si riportano alcune osservazioni significative emerse dal diario dei ragazzi

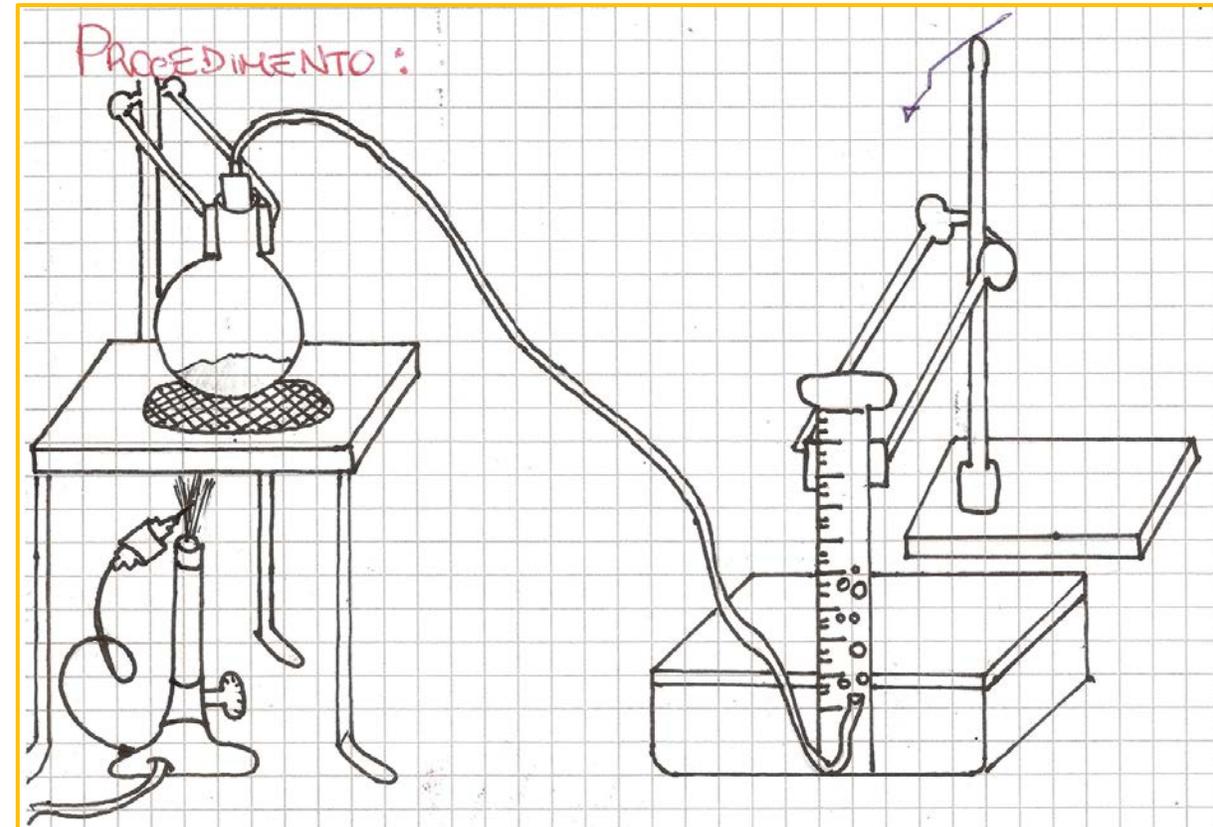
come raccogliere un gas

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.



Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

Si riportano alcune osservazioni significative emerse dal diario dei ragazzi

Ci siamo chiesti in che modo potremmo recuperare la parte del carbonato di magnesio che sembrava essersi dispersa nell'aria...

All'interno della classe sono state formulate idee e ipotesi diverse. In un primo momento, Leonardo Cinque ha proposto di recuperare il gas utilizzando un DISTILLATORE, in quanto aveva fatto riferimento all'esperimento sulla distillazione dell'acqua svolto l'anno scorso e aveva ipotizzato, pertanto, che questo gas si comportasse come il VAPORE ACQUEO e che quindi potesse essere recuperato allo stato liquido attraverso il RAFFREDDAMENTO in un TUBO REFRIGERANTE. La prof.ssa ha però spiegato che questa ipotesi non può essere realizzata in quanto non tutti i gas si comportano come il vapore acqueo.

Il contenitore usato per la calcinazione...

..... avrebbe dovuto essere sigillato con un TAPPO DI GOMMA in modo da non disperdere il gas e collegato tramite un sottile tubicino, che servisse da SIFONE, a un CILINDRO (come spiegato sopra) riempito d'acqua e capovolto in una bacinella.

In questo modo il gas prodotto dal riscaldamento del carbonato di magnesio sarebbe stato raccolto all'interno del cilindro prendendo il posto dell'acqua.

A questo punto Leonardo ha osservato che l'aria intrappolata all'interno del contenitore, riscaldandosi, si dilatarebbe e questa, insieme al gas prodotto dal riscaldamento del carbonato di magnesio, arriverebbe all'interno del cilindro.

Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva



Dai diari... realizzazione del bagno pneumatico

Non mancano gli aspetti critici:

Capire come capovolgere il cilindro in un contenitore con acqua, facendolo rimanere pieno, non raccogliere l'aria derivante dalla dilatazione di quella già presente nel pallone di calcinazione.

Si riflette sul fatto che le prime bolle che si accumulano dentro il cilindro sono conseguenza dell'aria che riscaldandosi si dilata (Valentina) mentre poi comincia ad accumularsi il gas liberato dalla calcinazione.

CONSIDERAZIONI:

Nel cilindro lo quantità di gas è maggiore rispetto a quanto può essere contenuto nel palloncino. Questo perché nel palloncino è contenuta aria, e al riscaldamento di questa si dilata e occupa un po' di spazio all'interno del cilindro.

Questo ci ottiene che nel cilindro è finito qualcosa altro inoltre all'aria che ha fatto scendere il livello dell'acqua fino a 20 mm.



Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

La docente rivela che quanto proposto dagli studenti per il recupero del gas prodotto, è stato effettuato nel '700 ed è noto con il termine di "bagno pneumatico". L'esperimento è conosciuto come "bagno pneumatico" di Hales, un botanico e chimico vissuto nel '700, che fu il primo ad essere riuscito a creare un modo per "raccolgere il non visibile". Egli era riuscito infatti a isolare e raccogliere l'aria contenuta in molte sostanze attraverso il riscaldamento delle stesse. In questo modo, per la prima volta, era infatti stato dimostrato che è possibile recuperare un gas.

Si riepiloga alla lavagna lo schema della calcinazione:

carbonato di magnesio (+ calore) → magnesia + aria

carbonato di calcio (+calore) → calce + aria
(cioè polvere di marmo) (calce viva)

Si apre un dibattito su come possiamo caratterizzare il gas che è stato chiamato 'aria'.

Già ora l'aspettativa è che si tratti di anidride carbonica, anche perchè se i composti usati sono carbonati, l'ipotesi che si tratti di anidride carbonica è già plausibile sulla base del termine, come suggerito da qualche studente.

*Diario
dell'insegnante*

Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

Obiettivi:

Riflettere sul ruolo delle esperienze nell'interpretazione dei fenomeni in natura

Attività 3 - Ricostruzione del percorso storico, Stephen Hales

- Discussione delle scoperte di Hales
- Lettura brano «l'interrogazione della natura» di Geymonat

- Si mette in risalto il fatto che le esperienze effettuate in qualche modo hanno riprodotto le tappe principali del percorso storico che ha portato alla nascita del concetto di gas.
- In particolare si punta l'attenzione su un fatto fondamentale: è stato necessario, per arrivare a formulare il concetto di gas, l'interpretazione della natura.

Durante le due attività precedenti, gli studenti hanno potuto constatare che il fenomeno della calcinazione apparentemente non produce alcuna trasformazione chimica. E' solo dopo aver pesato la capsula (al termine della calcinazione) che ci si rende conto che qualcosa è successo (la massa è diminuita) e questo induce ulteriori approfondimenti e riflessioni.

Fase 2 – L'aria è chimicamente attiva

*“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 il soggetto è attivo e non solo passivo.”*

“Per porre una chiara interrogazione bisogna infatti avere preventivamente un'idea sulle risposte che si possono ottenere; bisogna cioè possedere, in via ipotetica, una “teoria” del fenomeno indagato.”

(da Lineamenti di filosofia della scienza L. Geymonat)

Diario dell'insegnante

- Si discute sulle affermazioni di L. Geymonat.
- Ci si sofferma sulla figura di Hales e sul suo grande merito, che è quello di aver utilizzato uno strumento che veniva già usato dalla fine del '600 (per esperimenti con l'aria) per interrogare la natura avendo preventivamente ipotizzato la risposta che si poteva ottenere: dalla calcinazione si libera una nuova forma di materia che è “aria”
- Lo scienziato va “oltre le apparenze fenomeniche” e progetta il modo per verificare le proprie intuizioni, questo è il cardine della chimica del '700 che consente di andare oltre la semplice osservazione e descrizione dei fenomeni.

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 il “invisibile”, successivamente riuscì a raccogliendolo 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 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

Obiettivi:

Comprendere che ci sono gas diversi dall'aria atmosferica che partecipano alle trasformazioni chimiche

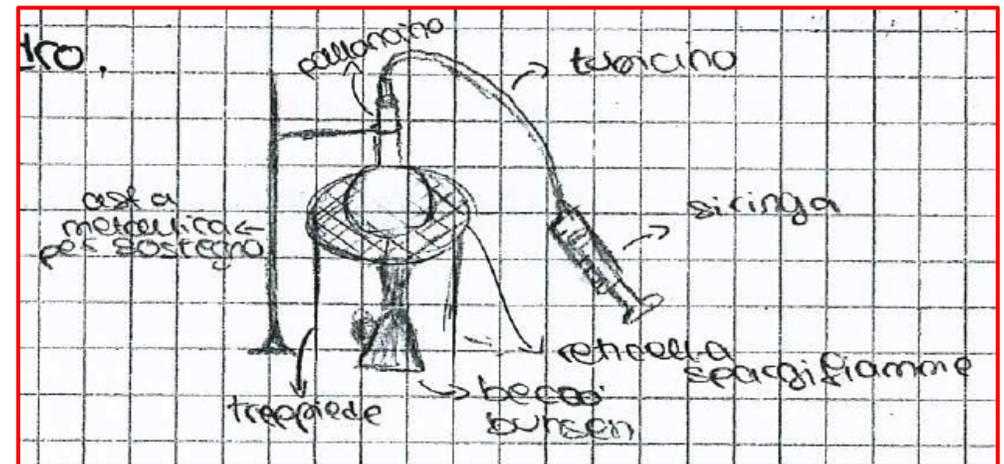
Attività 1 - Caratterizzazione gas prodotto dalla calcinazione

Si costruisce un sistema che permetta di far fluire il gas raccolto dalla calcinazione, in modo da analizzarlo utilizzando le sue proprietà

Esperimento 1:

Il gas prodotto durante la calcinazione del carbonato di magnesio, raccolto in una siringa, non sostiene la combustione.

Si inserisce circa 1g di carbonato di magnesio in un pallone che viene chiuso con un tappo forato e collegato ad un tubicino di gomma a sua volta collegato ad una siringa di vetro. Si pone il pallone sul becco bunsen per avviare la calcinazione.



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.*

Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

Esperimento 2

Il gas prodotto fa precipitare l'acqua di calce

Diario della docente:

Dal momento che i ragazzi sanno che l'anidride carbonica è presente tra i gas espirati, si propone ad una studentessa di soffiare con una cannuccia nell'acqua di calce e in pochi minuti la soluzione diventa opaca mostrando un evidente precipitato bianco.

Si chiede agli studenti di ipotizzare cosa sia successo: la risposta è quasi unanime, è stata liberata anidride carbonica nella soluzione e questa ha fatto precipitare l'acqua di calce.

Ora i ragazzi hanno a disposizione una prova ulteriore per caratterizzare il gas prodotto dalla calcinazione.

Descrizione del percorso didattico

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



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.

Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

Analisi di quanto rimane nel pallone

Abbiamo infatti provato anche con un altro indicatore (cavo 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, a 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.

Descrizione del percorso didattico

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

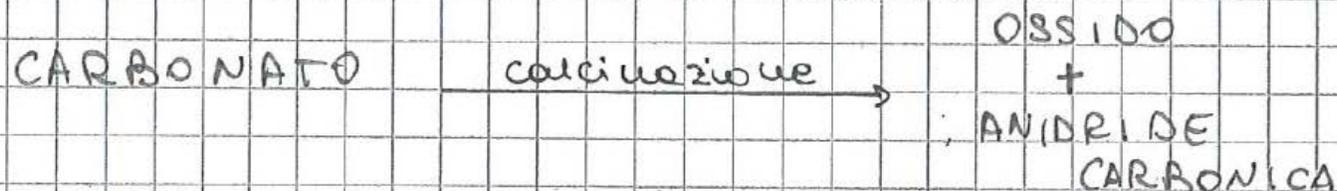
Il gas viene fatto gorgogliare nel becker contenente acqua di calce e si crea il precipitato bianco che si era formato con il carbonato di magnesio.

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.



Diario di Sofia M.

Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

Obiettivi:

Inquadrare i risultati delle attività precedenti nel contesto storico in cui sono stati ottenuti la prima volta evidenziando il ruolo delle ipotesi nello sviluppo delle conoscenze

Attività 2 - Ricostruzione del percorso storico, Joseph Black

Ricostruzione del percorso epistemologico: Black e la funzione esplicativa dell'ipotesi dell'aria fissa

Diario della docente

Il passo successivo alla definizione di “aria chimicamente attiva” è stato effettuato da Black che nel 1755 ha caratterizzato l’“aria” prodotta dalla calcinazione del calcare (con alcune prove sperimentali che gli studenti hanno ripetuto) definendola “aria fissa” perchè “fissata” nel carbonato di calcio. Questo ha dato il via alla scoperta di “arie” diverse dall’aria atmosferica, che solo successivamente sono state chiamate “gas”.

Diario condiviso

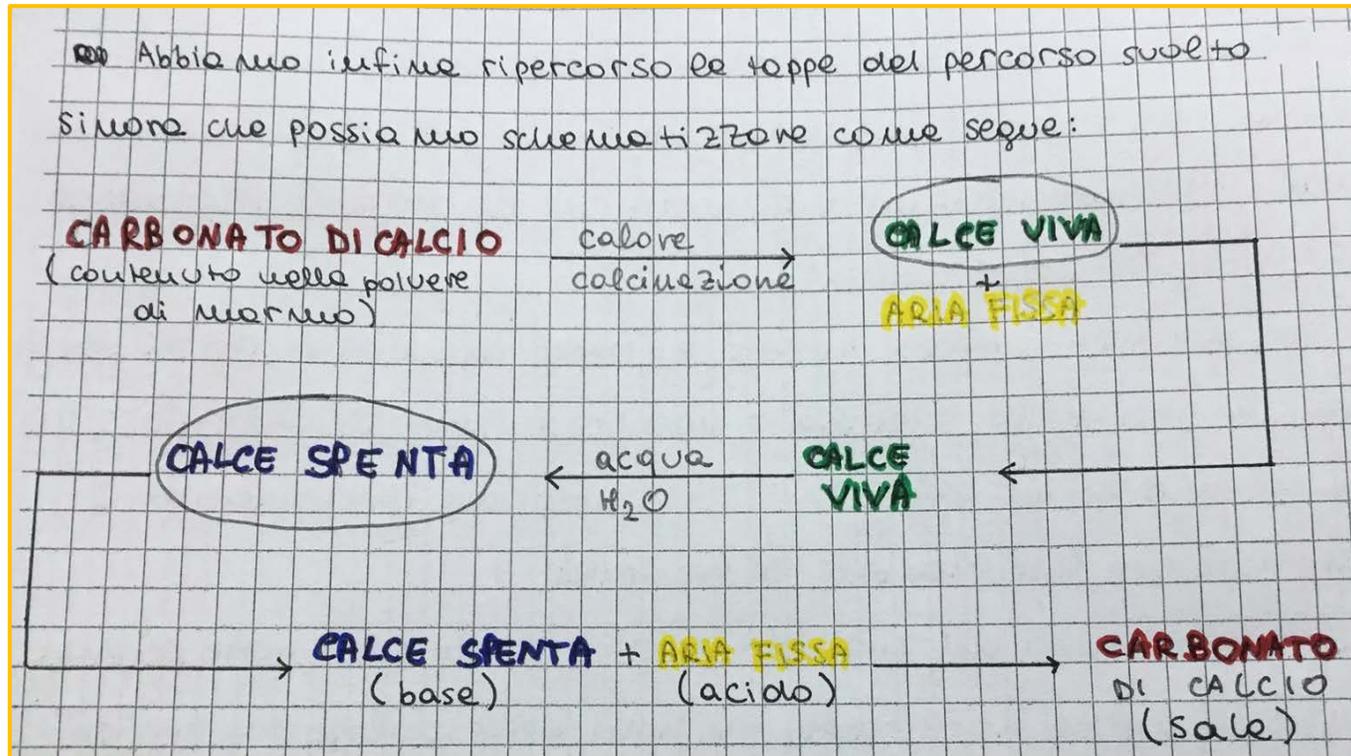
Nelle esperienze precedenti abbiamo scoperto che il gas di scarto della calcinazione è l’anidride carbonica, che inizialmente fu chiamata aria fissa. Essa fu raccolta per la prima volta tramite il bagno pneumatico da Hales nel 1727. Il primo a definirla come aria fissa fu Joseph Black. Egli ipotizzò che l’aria fissa :

- può far precipitare l’acqua di calce
- non permette la respirazione
- non sostiene la combustione

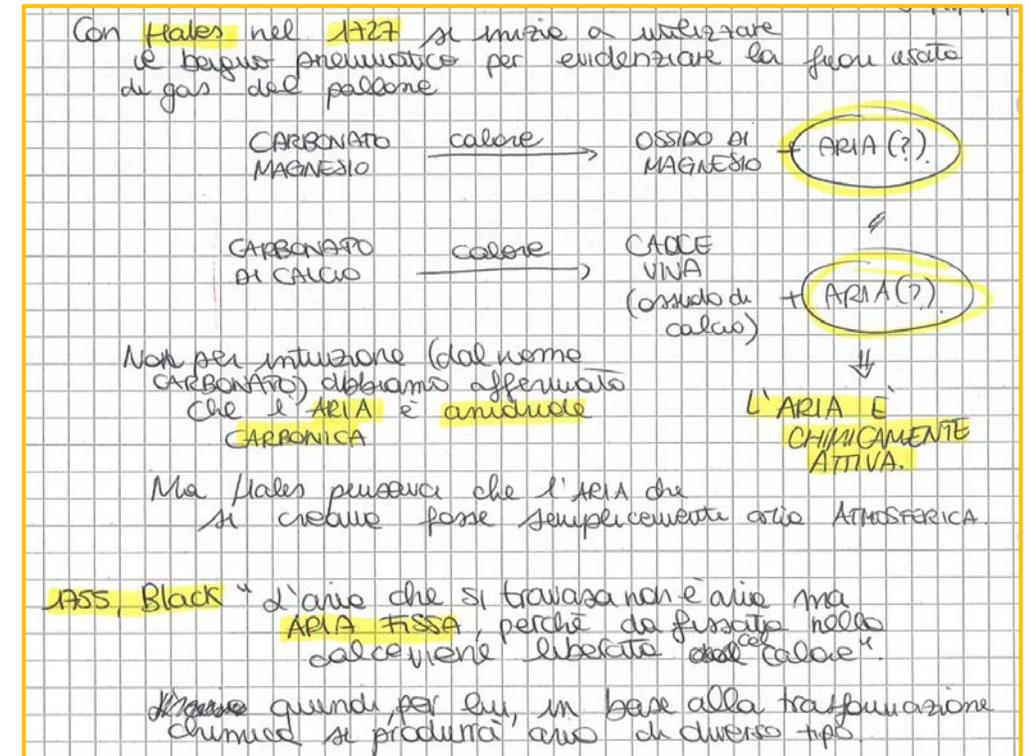
Descrizione del percorso didattico

Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

Si prova a formulare un'ipotesi riguardo alla formazione del precipitato nell'acqua di calce:



Diario di Sofia



Diario di Marta

Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

Dalla presentazione dalla docente utilizzata come riepilogo

L'importanza dell'ipotesi dell'aria fissa risiede nei seguenti aspetti:

- per la prima volta veniva ipotizzata l'esistenza di un gas diverso dall'aria atmosferica;
- l'ipotesi dell'aria fissa permetteva finalmente di *spiegare una molteplicità di fenomeni* noti da molto tempo

Inoltre Black dimostrò che lasciando esposta all'aria la calce (o l'acqua di calce), essa si trasforma lentamente in calcare: dedusse quindi che nell'aria atmosferica erano presenti piccole quantità di aria fissa.



Questa era la prima evidente indicazione che l'aria atmosferica non era una sostanza semplice ma una miscela di almeno due sostanze: l'*aria comune* e l'*aria fissa*

Questa conclusione era stata anticipata in una fase precedente, infatti si riporta il diario della docente

Diario della docente

Hongwei dice che, visto che l'anidride carbonica è contenuta nell'aria, si dovrebbe osservare lo stesso fenomeno anche lasciando l'acqua di calce in un recipiente aperto; prepariamo quindi un becker con una piccola quantità di acqua di calce e lo lasciamo in laboratorio per osservarlo nelle lezioni successive.

Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

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

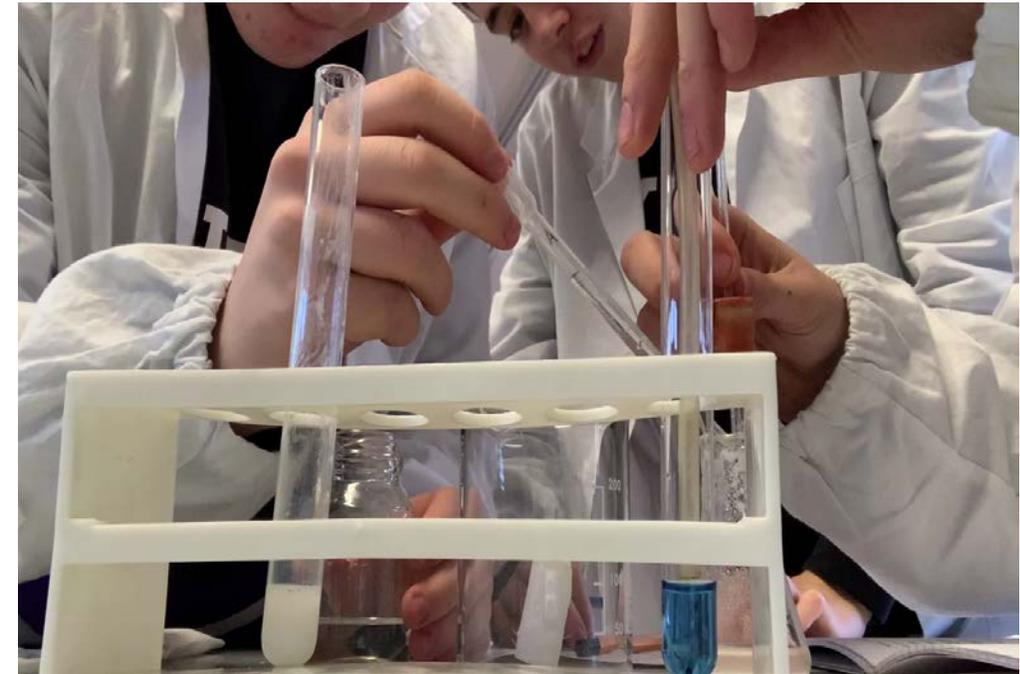
Chiedo quali reazioni tra quelle già incontrate comportano lo sviluppo di gas; viene subito ricordata l'effervescenza osservata nella reazione tra marmo e acidi; viene anche in mente quella tra alluminio e HCl e alluminio e soda caustica, che eventualmente verrà considerata in un secondo momento. Osserveremo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

Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

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.

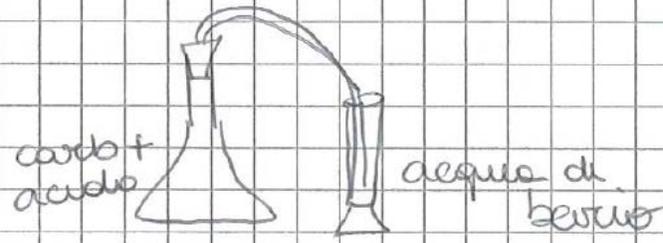


Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

Diari degli studenti

ARIA FISSA

- acqua di barite
- carbonato di calcio
- acido acetico



Nella lezione di oggi abbiamo svolto un nuovo esperimento finalizzato al capire se anche il carbonato di calcio produce anidride carbonica a contatto con l'acido cloridrico.

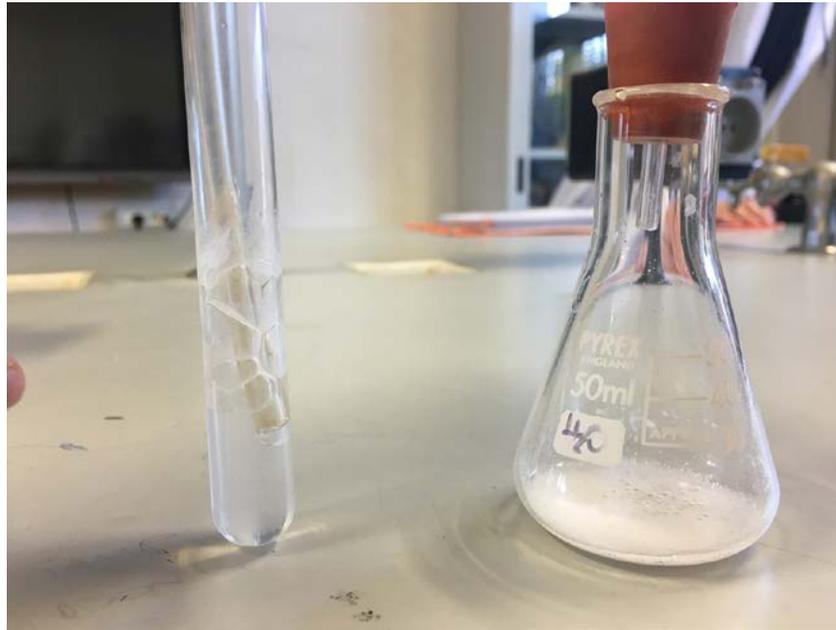
Ci siamo serviti di:

- una beuta con tappo forato dotato di tubicino di raccordo
- un cilindro con all'interno 5ml di acqua di calce
- una provetta
- un portaprovette
- 0,5g di carbonato di calcio
- una bilancia
- della carta stagnola
- 5ml di acido cloridrico
- blu di bromo timolo / fenolftaleina

Descrizione del percorso didattico

Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

Le prove per il riconoscimento del gas prodotto vengono proposte dai ragazzi in base a quelle già effettuate nel caso della calcinazione dei carbonati



Precipitazione dell'acqua di calce

Diario di Matteo D.

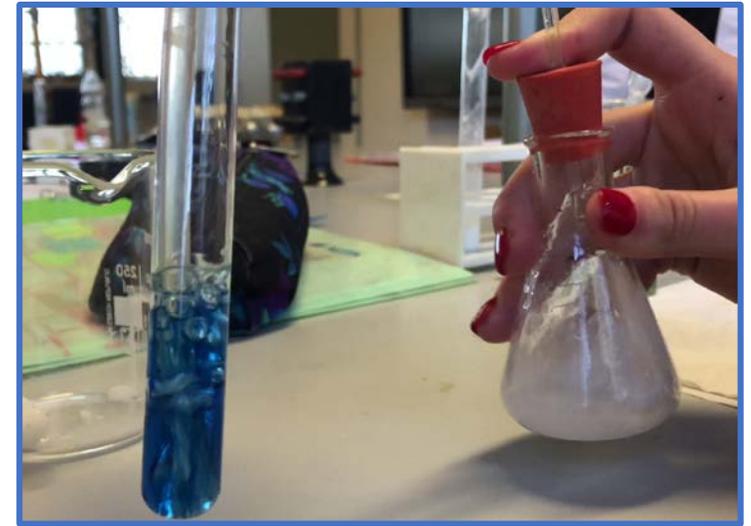
- Si mette il bicarbonato nella beuta, successivamente si mette l'acqua di bario nella provetta. Mettiamo l'acido acetico nella beuta e molto velocemente collegiamo beuta e provetta con un tubicino. Possiamo osservare che nella beuta si fa un'effervescenza e che nella provetta si formano delle bolle. Dopo un po' otteniamo un liquido (nella provetta) simile all'esperienza dove abbiamo soffiato l'ossido carbonico.
- Ora proviamo con l'uso di una candela mettendola dentro un beker. Nella beuta mettiamo l'acido acetico e il bicarbonato e collegiamo con un tubicino. Osserviamo che la candela si spegne.

Viene effettuata anche la prova di spegnimento della candela, che in questo caso, dà un risultato migliore rispetto a quello ottenuto nel caso della calcinazione probabilmente perchè la quantità di gas sviluppato è maggiore

Diario di Sofia M.

Prius che finisse l'effervescenza, abbiamo però voluto testare ancora la nostra seconda ipotesi e cioè che l'ARIA FISSA (anidride carbonica) è DEBOLMENTE ACIDA.

Per fare ciò, alcuni gruppi hanno usato la FENOLFTALEINA, altri il BLU DI BROMO TIMOLO.



Comportamento a contatto con un indicatore: il viraggio del blu di bromotimolo da blu a giallo conferma il carattere acido del gas prodotto

Diario di Matteo D.

• Ora proviamo con l'indicatore. Mettiamo il blu di bromotimolo nella provetta e si diluisce con un po' di acqua.

Nelle tube mettiamo bicarbonato e acido acetico e colleghiamo con un tubicino.

Osserviamo che il liquido nella provetta diventa GIALLO

CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI:

Possiamo ipotizzare e confermare che il gas prodotto sia simile all'anidride carbonica.



Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

L'osservazione del fenomeno dell'effervescenza che si sviluppa quando si mette in contatto un carbonato con acido cloridrico richiama quanto osservato durante lo svolgimento del percorso "acidi e basi" a proposito del diverso comportamento della soda e della soda caustica.

Diario della docente

Si instaura un discussione collettiva in cui gli studenti sono chiamati a fare delle ipotesi. Sofia M. interviene dicendo che nella reazione con la soda (percorso acidi e basi) si sviluppava anche effervescenza mentre con la soda caustica no, Leonardo allora ipotizza che la soda abbia dentro di se l'aria fissa e che per questo sia meno basica della soda caustica (visto che l'aria fissa è una componente acida) e che si comporti quindi come un sale, mentre la soda caustica è più basica perchè ha perso l'aria fissa e infatti non sviluppa effervescenza a contatto con l'acido.

Fase 3 – Le caratteristiche dell'aria fissa

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.

Fase finale- discussione collettiva in vista della verifica

Nella lezione conclusiva i ragazzi in modo attivo ricostruiscono i passaggi chiave del percorso proposto.

Attraverso l'analisi dei diari di bordo, alle domande poste seguono risposte generalmente abbastanza precise e quando sorge un dubbio sono gli stessi studenti a rispondere ai compagni.

A questo punto, in vista della verifica conclusiva, si forniscono le dispense agli studenti, per integrare o correggere quanto scritto in autonomia.

In fase di discussione con gli studenti è emersa, tuttavia, la richiesta da parte di alcuni di avere a disposizione le dispense durante lo svolgimento del percorso.

Verifica degli apprendimenti

- **Test finale con quesiti a risposta aperta**
- **Controllo sistematico e valutazione dei quaderni**
- **Brevi domande orali**
- **Partecipazione e contributi significativi durante le attività didattiche**

La valutazione costituisce un aspetto critico su cui continuare a investigare.

La sola verifica finale, seppure con domande aperte, non può bastare a capire il livello di competenze raggiunto dagli studenti; è necessario considerare il modo di esprimersi, la capacità di osservare un fenomeno riuscendo a separare la descrizione dall'interpretazione dei fatti, la capacità di argomentare durante le discussioni collettive, la capacità di proporre strategie interessanti per arrivare a soluzioni condivise, il sapersi muovere in laboratorio.

Ciò che ancora ci risulta difficile è quantificare con un voto tutti questi aspetti che pure delineano mirabilmente il profilo delle competenze di uno studente.

Esempio di verifica finale del percorso

Durata della verifica : 1h Risposte brevi

1. Cosa si intende con il termine calcinazione? (1 punto)
2. Quali sono i fenomeni che ti consentono di affermare che durante la calcinazione in ambiente aperto si è realizzata una trasformazione chimica? Descrivi in dettaglio il tipo di analisi effettuato in laboratorio. (4 punti)
3. Riferendoti alle calcinazioni discusse in laboratorio scrivi le trasformazioni che si realizzano. (3 punti)
4. Descrivi come si costruisce un bagno pneumatico. (3 punti)
5. Qual è la caratteristica del bagno pneumatico che lo ha reso tanto importante per i chimici del '700? (1 punto)
6. Hales afferma che l'aria è 'chimicamente attiva'. Spiega il significato di questa affermazione. (2 punti)

Esempio di verifica finale del percorso

7. Rispetto al Rinascimento, la rivoluzione scientifica del '700 trasforma lo scienziato da soggetto passivo in soggetto attivo. Spiega cosa si intende per 'interrogazione della natura' (2 punti)
8. Quali sono le ipotesi formulate dal chimico scozzese Joseph Black nel 1755 sull'aria fissa? (4 punti)
9. Quali sono le ipotesi che si possono formulare sull'effervescenza che si sviluppa in alcune reazioni chimiche? (4 punti)
10. L'aria fissa conferisce all'acqua proprietà acide? Come si può dimostrare? (2 punti)
11. Quale trasformazione chimica si realizza quando l'aria fissa gorgoglia nell'acqua di calce? (3 punti)
12. Sulla base delle esperienze che hai fatto in questo percorso e in quello sugli acidi e le basi, quali sono le somiglianze e le differenze tra la soda e la soda caustica? (4 punti)

Il punteggio attribuito ad ogni risposta ed il numero di righe date varia in base alle caratteristiche della domanda.

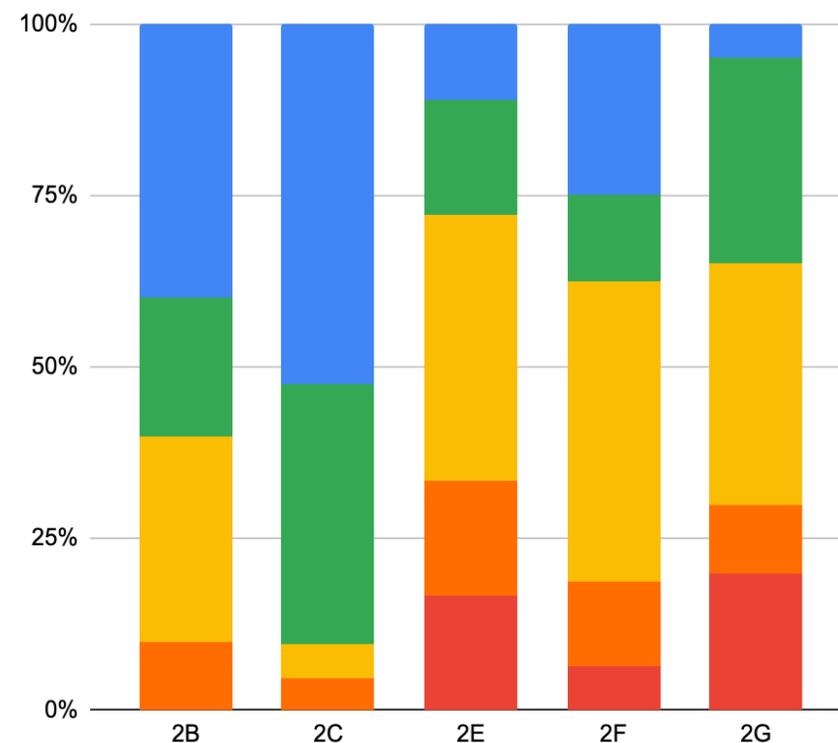
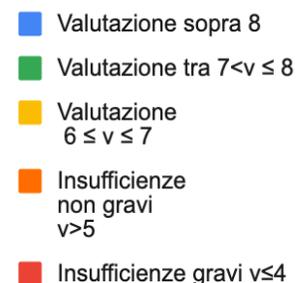
Risultati

Al termine della verifica sono stati analizzati i risultati di ogni singola classe e successivamente si è operato un confronto tra le varie classi. Questa analisi ci è sembrata molto utile, perché ci ha permesso di capire l'efficacia delle modalità di verifica, ma anche dell'azione didattica. In questo modo abbiamo provato non soltanto a costruire una prova comune da somministrare in modo uguale in tutte le classi, ma anche di valutare le ricadute sugli apprendimenti del metodo utilizzato.

Dal confronto è emerso che la stragrande maggioranza degli studenti ha ottenuto una valutazione sufficiente o più che sufficiente a testimonianza del fatto che quasi tutti, anche ragazzi fragili, sono riusciti ad acquisire le competenze chiave, anche quando nel lavoro di formalizzazione abbiano mostrato la loro debolezza nell'esposizione dei concetti.

Le classi delle scienze applicate, nel complesso, si sono rivelate più deboli nella fase di restituzione, ma durante le fasi di lavoro hanno manifestato grande curiosità, spirito critico e senso di collaborazione.

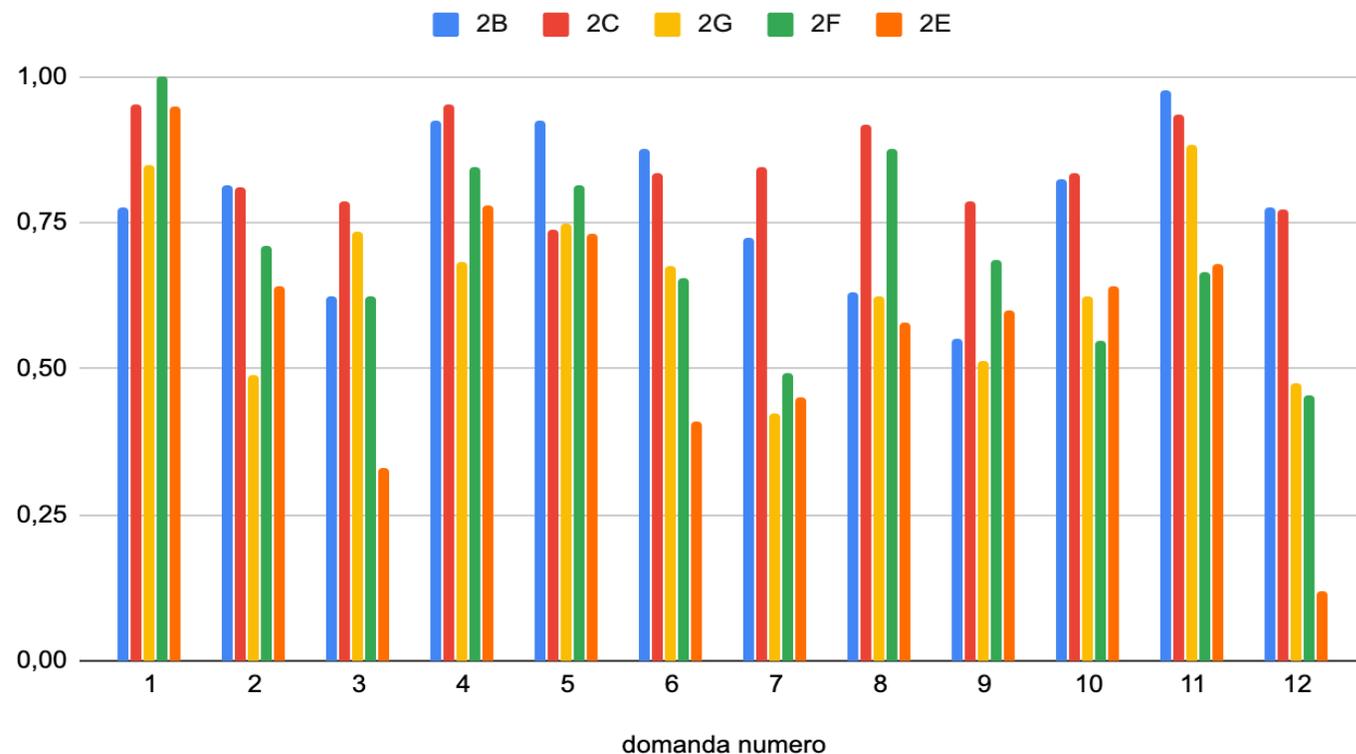
Da sottolineare che la partecipazione e le capacità operative degli studenti delle scienze applicate spesso sono risultate migliori.



Risultati

Se si analizzano nel dettaglio i risultati per singola domanda, emerge che la domanda n. 7 (relativa all'interrogazione della natura) ha ottenuto i risultati peggiori, probabilmente perché è di impianto più teorico. La n. 12 (relativa alla differenza tra soda e soda caustica) in particolare nella classe 2E ha dato un esito non sufficiente perché la docente non aveva espressamente affrontato l'argomento in classe con gli studenti, confidando nella loro personale capacità di rielaborazione.

In generale ci è sembrato che il tempo assegnato per la verifica si sia rivelato insufficiente, quindi bisognerà prevedere in futuro un tempo più disteso.



Valutazione dell'efficacia del percorso didattico sperimentato in ordine alle aspettative e alle motivazioni del Gruppo di ricerca LSS.

I risultati ottenuti sono molto soddisfacenti da diversi punti di vista.

Innanzitutto l'aver condotto **in parallelo su più classi il percorso**, ha consentito alle docenti un lavoro di condivisione costante e l'analisi di una grande quantità di materiali.

Le compresenze in orario curricolare hanno garantito un supporto prezioso in laboratorio ma anche la possibilità di scambio di idee, di riflessione su quanto di imprevedibile è accaduto a volte e hanno fatto emergere aspetti del percorso su cui non si era riflettuto abbastanza.

La progettazione condivisa del percorso su modello INDIRE, molto dettagliata e meticolosa, è stata un utile strumento per scandagliare a fondo i singoli aspetti da indagare.

Le osservazioni reciproche tra le docenti, verbalizzate e poi discusse, hanno ulteriormente arricchito l'esperienza di ricerca-azione intrapresa.

Gli studenti hanno partecipato con grande attenzione, frutto questo del lavoro svolto in prima con gli altri percorsi LSS; in vari casi hanno proposto soluzioni personali a problemi di tipo tecnico che si sono presentati durante lo svolgimento delle attività. **Sono riusciti a recuperare le competenze pregresse** (quelle relative al percorso sulle soluzioni, sulla combustione, su acidi e basi) **per trovare risposte alle domande che venivano fuori durante le varie fasi di lavoro.**

Un punto critico è stata la disponibilità degli ambienti di lavoro: una caratteristica della metodologia LSS è la possibilità di avere tempi distesi e di intervallare le fasi di lavoro in laboratorio con le fasi di discussione collettiva e di analisi di quanto effettuato sperimentalmente. L'utilizzo del laboratorio secondo giorni prefissati ha in qualche caso sacrificato il previsto ordine cronologico delle attività che sfuggono, necessariamente, ad una rigida impalcatura ma seguono, piuttosto, gli spunti che emergono durante lo sviluppo del lavoro.

Bibliografia

«Leggere il mondo oltre le apparenze. Per una didattica dei concetti fondamentali della chimica»

C. Fiorentini, E. Aquilini, D. Colombi, A. Testoni

Armando, Roma 2008