

Maria Chiara Colao, Laura Dei, Santina Labate e Maria Rosaria Santo

Istituto di Istruzione Superiore "Anna Maria Enriques Agnoletti" Sesto Fiorentino (FI)

✉ mariarosaria.santo@iisagnoletti.it

La nascita del concetto di gas - un percorso didattico

RIASSUNTO Il percorso presentato è stato sviluppato nelle classi seconde del liceo scientifico A. M. Enriques Agnoletti (indirizzo matematico e scienze applicate) ed è il prodotto del lavoro comune di quattro insegnanti di scienze naturali.

La collaborazione in fase di progettazione, la compresenza durante le attività in classe e l'analisi condivisa dei risultati ottenuti costituiscono gli elementi caratterizzanti del lavoro di ricerca-azione in cui il nostro dipartimento di scienze naturali è impegnato da vari anni.

Il concetto di gas è stato introdotto attraverso osservazioni sulla materialità dell'aria che costituisce un punto di partenza non scontato per gli studenti del biennio. Su queste osservazioni si avvia un percorso che attraverso la narrazione e semplici prove sperimentali ricostruisce la storia del processo che ha portato i primi chimici alla scoperta dell'aria fissa.

Questo approccio allo studio della chimica è profondamente diverso da quello classico riportato nei libri di testo, in quanto ha come obiettivo di rendere partecipi gli studenti nella costruzione dei concetti assieme all'insegnante e non si limita a fornire definizioni in modo trasmissivo.

ABSTRACT This study programme was developed at the A. M. Enriques Agnoletti Scientific High School and it is the result of the collaboration of four natural science teachers. It was directed to students specializing in mathematics and applied sciences of the second year classes (age range 15-16 years).

Teamwork at the planning stage, compresence during class activities and a shared analysis of results obtained are characterising elements of the action research method which our department of natural science has been committed to for several years.

The concept of gas was introduced by making observations about the materiality of air. In fact, prior knowledge of the latter, in this age group, should not be taken for granted. On the basis of these observations, a study path was initiated through narration and simple experiments, enabling pupils to

recreate the history of the process which led early chemists to the discovery of fixed air. This approach to the study of chemistry is profoundly different from the classic method used in textbooks insofar as its objective is to encourage pupil - teacher interaction in the realisation of concepts and does not limit itself to providing ready-made definitions.

Introduzione

Seguendo lo sviluppo storico e concettuale della chimica, la nascita del concetto di gas precede le scoperte di Lavoisier che hanno posto le basi per la concezione moderna. Tuttavia, nei manuali questo argomento non viene introdotto affatto, o viene appena accennato, e le leggi ponderali sono solitamente proposte in modo assiomatico senza alcun collegamento al contesto storico, filosofico e tecnologico nel quale sono state formulate. Inoltre, l'esperienza degli ultimi anni mostra che mediamente gli studenti arrivano al primo biennio della scuola superiore con un bagaglio culturale carico di preconcetti, di nozioni non assimilate che usano spesso alla rinfusa e con la convinzione che le materie scientifiche si basino esclusivamente sullo studio di formule e leggi su cui si regge l'impalcatura concettuale delle discipline.

In questo lavoro viene formulata una proposta didattica che riguarda la scoperta dei gas: partendo da semplici osservazioni sulla materialità dell'aria si ricostruiscono, attraverso un percorso storico epistemologico, le fasi salienti del processo che ha portato gli scienziati del '700 alla scoperta dell'aria fissa, come gas chimicamente attivo, sia sperimentalmente che attraverso la narrazione.

Il metodo utilizzato è di tipo laboratoriale, infatti 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. Le esperienze pur non essendo tutte svolte dagli studenti in prima persona, non sono mai dimostrazioni di una teoria data a priori, 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.

La nascita del concetto di gas è preceduta da percorsi che, attraverso un'impostazione di tipo fenomenologico-induttivo, 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. Insieme alla storia della scoperta dei metalli e all'analisi delle proprietà operative di acidi e basi, si arriva quindi alla costruzione di una prima gerarchia compositiva della materia. A questo punto 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.

Elementi salienti dell'approccio metodologico

La metodologia utilizzata è basata su una didattica di tipo laboratoriale in cui gli studenti sono artefici del processo di costruzione dei concetti, mentre l'insegnante ha il ruolo di condurre gli studenti a cercare le risposte agli interrogativi che scaturiscono dalle esperienze effettuate.

Il percorso è stato progettato in modo da individuare per ogni fase gli obiettivi da raggiungere attraverso le intuizioni degli studenti e non attraverso una trasmissione passiva del sapere.

Il filo conduttore di tutto il percorso è la ricostruzione storico-epistemologica sia attraverso gli esperimenti che hanno avuto maggiore rilevanza nella costruzione delle conoscenze, sia attraverso la narrazione.

Si parte da semplici esperienze che offrono lo spunto per avviare l'indagine sui fenomeni da esplorare. Queste esperienze devono porre gli studenti di fronte a domande aperte per le quali è necessario trovare risposte che siano condivise.

Gli studenti verbalizzano le loro osservazioni in forma scritta su un "diario di bordo" che diventa un importante strumento di comunicazione e di confronto e che sostituisce, in questa fase, il libro di testo.

Le verbalizzazioni sono individuali e consentono la rielaborazione e l'analisi personale delle attività svolte. Segue una fase di condivisione attraverso una discussione collettiva il cui scopo è quello di formulare ipotesi e trarre delle conclusioni che siano accettate da tutti i componenti della classe. Su queste conclusioni si fonda la costruzione dei concetti.

L'insegnante guida la discussione e lascia spazio agli studenti per suggerire possibili strategie e procedere con le indagini sulla base delle conoscenze pregresse; vengono valorizzati quei suggerimenti che consentono di costruire un collegamento con le scoperte che nella storia della scienza sono state frutto di esperienze numerose e colpi di genio.

È di fondamentale importanza creare un clima di serenità in cui tutti gli studenti possano esprimersi liberamente, senza condizionamenti e timore di essere giudicati perché è grazie ai loro interventi che si potrà procedere verso gli obiettivi prefissati.

Questo tipo di didattica, ovviamente, richiede tempi distesi, ma nel biennio è fondamentale lavorare sul metodo, per cui bisogna scegliere pochi nuclei fondanti e su questi lavorare con la partecipazione attiva degli studenti.

Descrizione del percorso laboratoriale

Il percorso didattico è stato articolato in tre fasi distinte in ciascuna delle quali, dopo aver discusso ed individuato gli obiettivi, sono state delineate le possibili domande stimolo e le attività che ne consentono il raggiungimento.

Fase 1: la scoperta della materialità dell'aria.

Gli obiettivi individuati sono scoprire che l'aria è materia, quindi occupa uno spazio e ha un peso, e scoprire che l'aria si comporta come un fluido elastico.

Attività 1 - Il lavoro si avvia con una domanda stimolo che dà inizio ad un brainstorming: "Esistono prove che dimostrano l'esistenza dell'aria?" Questa discussione si svolge in modo differente nelle varie classi a seconda che l'insegnante di fisica abbia già analizzato alcune caratteristiche importanti dell'aria, con le ipotesi di Torricelli e di Boyle. In caso contrario è necessario introdurre alcuni concetti fondamentali (il concetto di vuoto e di pressione) che costituiscono un prerequisito indispensabile. Tra le idee che emergono le più ricorrenti sono che la presenza dell'aria è dimostrata dal vento, che se prendiamo un sacchetto vuoto e lo riempiamo d'aria, vediamo che non si comprime, che bruciando della carta in un bicchiere chiuso dopo poco la combustione si ferma, dimostrando che l'aria con i suoi componenti è indispensabile.

In seguito, sono state condotte e discusse tre esperienze fondamentali che hanno consentito di conseguire gli obiettivi prefissati.

- **Esperienza 1:** per dimostrare che l'aria esiste si mette un cilindro «vuoto» capovolto in una bacinella piena di acqua. Si osserva che il cilindro fa

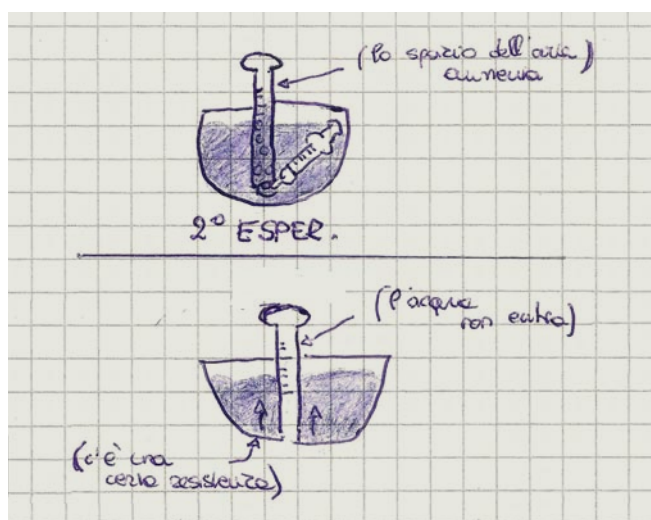


Fig. 1 Ricostruzione grafica ripresa dal quaderno di uno studente dell'esperienza sulla materialità dell'aria

resistenza perché in realtà è «pieno» di aria (Figura 1).

- Esperienza 2: per verificare che l'aria è comprimibile si sperimenta che quando si cerca di spingere il pistone di una siringa con il foro tappato, il volume si riduce.
- Esperienza 3: volendo dimostrare che l'aria fluisce, si «travasa» l'aria tra due recipienti immersi in una bacinella piena di acqua. Riportiamo dal diario condiviso il racconto degli studenti "A questo punto in laboratorio abbiamo provato a fare quest'ultima esperienza. Abbiamo visto che l'aria applica una forza opposta all'acqua e alla mano, quando si preme il becher, successivamente abbiamo provato a travasare l'aria da un becher ad un cilindro in una vasca d'acqua. 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."

I ragazzi sono sempre coinvolti anche quando solo alcuni prendono la parola; la sensazione, tuttavia, è che anche quelli meno attivi abbiano interiorizzato i concetti base e le conclusioni che si raggiungono richiamando idee che sono condivise. In questa attività è possibile lavorare a gruppi e questo stimola la discussione tra i ragazzi portandoli anche a cercare le risposte insieme.

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

Fase 2: la scoperta che l'aria è chimicamente attiva. Come nella fase precedente, l'insegnante delinea

una situazione problematica e i ragazzi propongono le attività che, attraverso passaggi di difficoltà crescente, permettono di verificare le ipotesi ed indagare sui quesiti emersi. In questo modo le esperienze svolte non permettono di trovare delle risposte, ma aprono nuove domande.

Gli obiettivi individuati sono comprendere che alcune trasformazioni chimiche si realizzano senza che ci siano fenomeni visibili e che in alcuni casi si producono sostanze allo stato gassoso che si liberano nell'ambiente circostante.

Attività 1 - La prima attività proposta è una calcinazione in ambiente aperto utilizzando carbonato di magnesio invece del classico calcare, dal momento che la decomposizione si realizza più facilmente alle temperature raggiunte dal becco Bunsen. Gli aspetti da sottolineare sono il parallelismo tra quello che si osserva e la trasformazione del calcare in calce, che ha avuto tanta importanza nella storia delle costruzioni, l'importanza del fuoco come fattore trasformante e della bilancia come strumento di misura quantitativo.

- Esperimento 1: variazione della massa.
Si pesa circa 1 g di carbonato di magnesio in una capsula vuota, si riscalda con un Bunsen per circa 10 minuti e in seguito si lascia raffreddare. 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. Alcuni alunni notano che "è come se stesse bollendo, anche se non è un liquido" e qualcuno, paragonando ciò che osserva al fenomeno all'effervescenza, dice che forse si sta formando un gas. In questa fase l'insegnante allestisce la prova, mentre gli studenti osservano e ad alta voce esprimono le loro ipotesi.

A questo punto si pone la domanda "secondo voi si è verificato qualcosa? Come facciamo a dimostrarlo?" Il fatto che sia stata usata la bilancia prima del riscaldamento induce l'idea che la misurazione della massa possa essere importante. Infatti, la sua diminuzione apre un dibattito in cui i ragazzi si confrontano facendo ipotesi su cosa sia successo. Emergono delle idee ricorrenti, cioè che se la massa è diminuita qualcosa si sia allontanato e quindi la sostanza iniziale potrebbe essersi trasformata in un'altra sostanza solida e una gassosa oppure che parte del carbonato di magnesio sia sublimato.

L'indagine procede su due fronti: cosa è rimasto nella capsula e cosa si è liberato.

- **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, ad esempio la solubilità in acqua, il comportamento in acido cloridrico e nella soda caustica, l'analisi mediante indicatore di pH e cartina tornasole. Quindi si verifica che il prodotto di calcinazione è diverso dalla sostanza iniziale perché in acido cloridrico non produce effervescenza ed ha comportamento basico. Qualche studente ipotizza che con il riscaldamento il carbonato, che è un sale, perda la sua parte acida e per questo dopo la calcinazione rimanga la sola componente basica.

Attività 2 - La seconda attività consente di esplorare l'altro filone di indagine e cioè capire cosa si è liberato dalla calcinazione. In questo caso l'obiettivo è ricostruire un bagno pneumatico come sistema per raccogliere e caratterizzare le sostanze gassose. Si inizia ponendo ai ragazzi la domanda stimolo "Come faresti a raccogliere il prodotto invisibile della calcinazione?" Quindi la costruzione del bagno idropneumatico non viene proposta dall'insegnante, ma emerge dalla discussione collettiva. Sono gli studenti a suggerire come costruire un dispositivo per la raccolta di gas sfruttando le riflessioni stimulate dalle attività sulla materialità dell'aria. Ad esempio, alcuni suggeriscono di usare una campana, mentre altri riflettono che se si usa un recipiente chiuso con un tappo dal quale esce un tubicino, si può raccogliere il gas che si forma convogliandolo in un altro recipiente per l'analisi. Ma come fare a raccogliere il gas in un recipiente «vuoto»? L'osservazione di quello che è accaduto nel travaso dell'aria, fa emergere l'idea di operare sott'acqua.

Solo a questo punto l'insegnante prepara un pallone da 50 mL che contiene carbonato di magnesio (1 g circa) e lo riscalda per 10-15 min. Il recipiente è in comunicazione tramite un tubo in gomma con un cilindro da 100 mL riempito con acqua distillata e collocato capovolto in un recipiente pieno di acqua (Figura 2). Nel diario di una studentessa viene riportata questa sintesi: "Nella lezione di oggi siamo partiti chiedendoci come riprendere la parte di sostanza volatilizzata. Riflettendo sugli esperimenti fatti a fisica e all'inizio di questo percorso, abbiamo ideato uno strumento per la raccolta del gas. Questo è composto da un recipiente chiuso con tappo di gomma dal quale parte un tubicino che termina all'interno di un cilindro

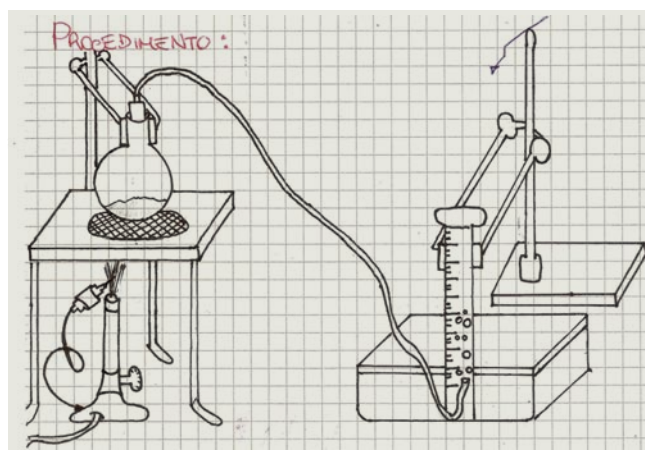


Fig. 2 Ricostruzione del bagno pneumatico ripresa dal quaderno di uno studente

graduato. Questo cilindro si trova pieno di acqua, capovolto all'interno di una bacinella, anch'essa riempita di acqua".

In questa fase non mancano gli aspetti critici che i ragazzi stessi evidenziano e che vengono discussi ed esaminati volta per volta; ad esempio, si nota che le prime bolle di gas che arrivano nel cilindro capovolto sono dovute alla dilatazione dell'aria già presente nel pallone, e si discute come si può fare per non raccogliercela o per separarla da quella derivante dalla calcinazione.

Si rivela a questo punto che quanto proposto dagli studenti per il recupero del gas prodotto, è stato realizzato nel '700 ed è conosciuto come "bagno pneumatico" di Hales, botanico e chimico, che per primo ideò un modo per "raccogliere il non visibile". Egli era riuscito, infatti, a isolare e raccogliere da molte sostanze l'aria liberata attraverso il riscaldamento dimostrando per la prima volta che è possibile recuperare e analizzare i gas.

Dopo aver chiarito che le trasformazioni osservate col carbonato di magnesio liberano lo stesso gas, chiamato 'aria', che si ottiene riscaldando il carbonato di calcio, si apre un dibattito su come possiamo caratterizzare questa sostanza invisibile. Qualche studente suggerisce, sulla base di una semplice somiglianza linguistica e deduzioni di senso comune, che si possa trattare di anidride carbonica, dal momento che i composti usati sono carbonati, anche se non ne conosce la composizione chimica.

Prima di procedere all'analisi del gas raccolto, ci si sofferma a riflettere sul ruolo delle esperienze nell'interpretazione dei fenomeni in natura attraverso la lettura del brano tratto da "Lineamenti di filosofia della scienza" di L. Geymonat. "Mentre fino al Rinascimento circa, si riteneva che tali procedure consistessero essenzialmente nel prendere nota di ciò

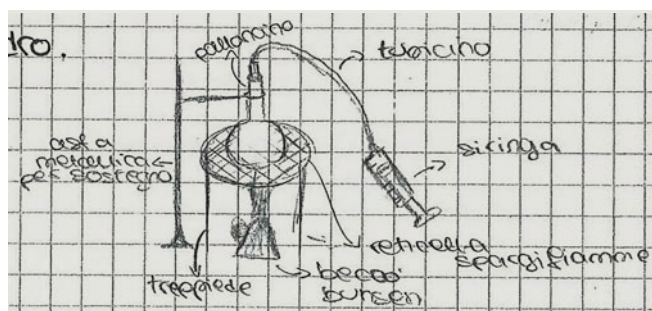


Fig. 3 Ricostruzione grafica dal diario di una studentessa dell'apparato per la raccolta del gas costruito con una siringa

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." Si mette in risalto che le esperienze effettuate in qualche modo hanno riprodotto le tappe principali del percorso storico che ha portato alla nascita del concetto di gas, ma soprattutto si punta l'attenzione su un fatto fondamentale: è stato necessario, per arrivare a formulare il concetto di gas e dare una interpretazione della natura, "andare oltre le apparenze".

Durante le due attività precedenti, gli studenti hanno potuto constatare che il fenomeno della calcinazione apparentemente non produce alcuna trasformazione.

È solo dopo aver pesato la capsula che ci si rende conto che qualcosa è successo e questo induce ulteriori approfondimenti e riflessioni. Una studentessa nel suo diario scrive: "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."

Fase 3: le caratteristiche dell'«aria fissa»

L'obiettivo della terza fase del percorso, che è stata articolata in tre attività, è comprendere che ci sono gas diversi dall'aria atmosferica che partecipano alle trasformazioni chimiche.

Attività 1 - Caratterizzazione del gas prodotto dalla calcinazione

A questo punto, visto che è stato detto che il gas prodotto nelle calcinazioni potrebbe essere anidride carbonica, si procede alla messa a punto di esperimenti che possano confermare tale ipotesi. Gli studenti non hanno ancora gli strumenti per arrivare da soli alle proprietà operative che consentano la verifica di quanto ipotizzato; sarà quindi l'insegnante a guidarli partendo da quello che sanno, per arrivare a caratterizzare il gas.

Si raccolgono quindi le idee su ciò che si sa riguardo all'anidride carbonica: è il gas che si libera dalla combustione e la ostacola, è presente nell'acqua gassata ma anche nell'aria, noi stessi lo rilasciamo con l'espiazione, è più denso dell'aria.

- **Esperimento 1:** Il gas prodotto durante la calcinazione del carbonato di magnesio non sostiene la combustione.

L'insegnante propone di osservare cosa succede convogliando il gas prodotto dalla calcinazione su una fiamma. Occorre, però, costruire un sistema che permetta di far fluire il gas senza disperderlo. Si discutono le proposte e si sperimentano quelle più significative: alcuni studenti propongono di raccogliarlo in una siringa (Figura 3) e poi di svuotarla su una candela posta in un becker; la fiamma si spegne, ma qualcuno obietta che probabilmente si sarebbe spenta anche con la siringa piena di aria: si svolge allora un esperimento di controllo, e in effetti si ottiene lo stesso risultato.

Seguendo un'altra proposta degli studenti, si prova a far arrivare direttamente, tramite un tubicino, il gas prodotto dalla calcinazione nel becker contenente la candela: in qualche classe la prova funziona e la candela si spegne, in altre no. Bisognerà mettere a punto meglio questa prova.

- **Esperimento 2:** Il gas prodotto fa precipitare l'acqua di calce

Per questo secondo esperimento l'insegnante si sofferma sulla presenza dell'anidride carbonica nell'aria espirata e propone ad una studentessa di soffiare con una cannuccia nell'acqua di calce: in poco tempo la soluzione diventa opaca, mostrando un evidente precipitato bianco.

Si chiede agli studenti di ipotizzare cosa sia successo; la risposta è quasi unanime: l'anidride carbonica espirata ha fatto precipitare l'acqua di calce (il precipitato bianco ricorda il carbonato di calcio in acqua).

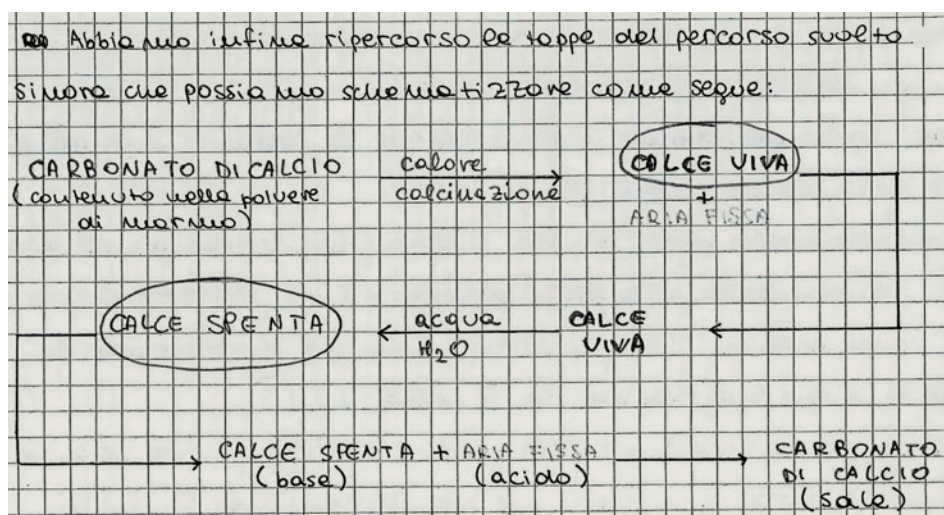


Fig. 4 Schema riassuntivo dal quaderno di una studentessa relativo alle trasformazioni chimiche effettuate

Si ripete quindi la calcinazione di una piccola quantità di carbonato di magnesio per vedere se il gas prodotto ha un comportamento analogo e quello dell'aria espirata; l'estremità del tubicino di raccolta del gas viene inserito in un becker contenente acqua di calce e anche in questo caso la soluzione si opacizza a causa della formazione di un precipitato bianco.

- **Esperimento 3: Calcinazione del carbonato di rame**

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 diverso (di rame) e si ripete la calcinazione. Il gas prodotto viene fatto gorgogliare nel becker contenente acqua di calce e si crea il precipitato bianco che si era formato con il carbonato di magnesio; gli studenti ipotizzano che anche in questo caso venga prodotta anidride carbonica.

Per quanto riguarda il residuo della calcinazione, gli studenti riconoscono nella polvere nera 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.

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

a rafforzare le osservazioni fatte e a generalizzare i concetti: tutti i carbonati contengono aria fissa e la liberano quando trattati col calore; il residuo è sempre una sostanza che in acqua ha comportamento basico.

Attività 2 - Ricostruzione del percorso epistemologico: Joseph Black e la funzione esplicativa dell'ipotesi dell'aria fissa

La seconda attività è di tipo narrativo (Figura 4): l'insegnante spiega che il passo successivo alla definizione di aria chimicamente attiva è stato effettuato da Joseph Black, che nel 1755 ha caratterizzato l'aria prodotta dalla calcinazione del calcare definendola aria fissa perché fissata nel carbonato di calcio. Questo ha dato il via alla scoperta di arie diverse dall'aria atmosferica.

Black ipotizzò che l'aria fissa non sostiene la combustione, può far precipitare l'acqua di calce e non permette la respirazione. Le prime due proprietà sono quelle che gli studenti hanno potuto sperimentare direttamente in laboratorio.

Attività 3 - Il fenomeno dell'effervescenza

L'ultima attività del percorso ha due obiettivi:

- 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);
- identificare le diverse arie con un approccio ipotetico deduttivo sfruttando le conoscenze e le esperienze pregresse.

L'insegnante chiede quali reazioni tra quelle già incontrate comportano lo sviluppo di gas: viene subito ricordata l'effervescenza osservata nella reazione tra marmo e acidi in un precedente percorso. I

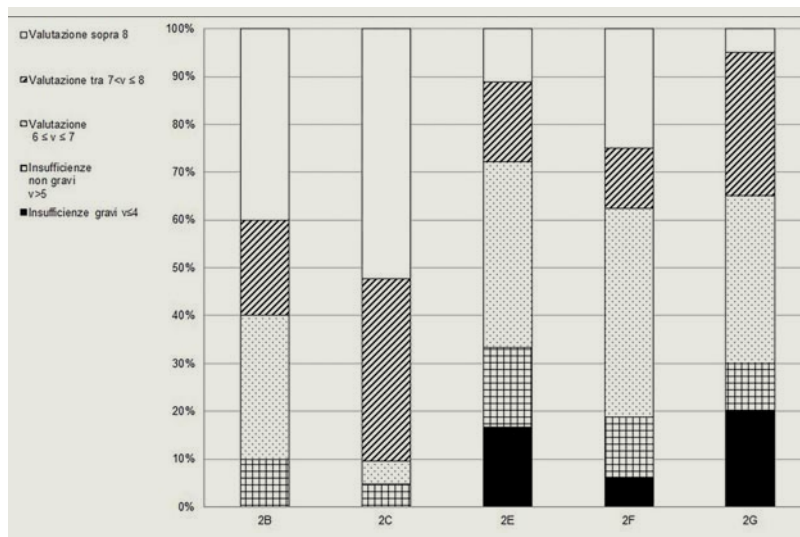


Fig. 5 Diagramma dei risultati della verifica svolta nelle classi

ragazzi lavorano a gruppi allestendo loro stessi le prove da effettuare per caratterizzare il gas prodotto. In alcuni casi, invece di carbonato di calcio e acido cloridrico, vengono forniti bicarbonato di sodio e aceto: in questo modo si fa capire agli studenti che le reazioni analizzate avvengono anche tra materiali di uso comune, più economici o ancora, più facilmente reperibili; si riesce inoltre a generalizzare i fenomeni studiati in modo più esteso.

Le prove per il riconoscimento del gas prodotto, ad esempio l'uso dell'acqua di calce o di bario ma anche di indicatori di pH, vengono proposte dai ragazzi in base a quelle già effettuate nel caso della calcinazione dei carbonati. 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 perché la quantità di gas sviluppato è maggiore.

Conclusioni

Al termine del percorso è stata proposta una verifica comune a domande aperte e sono stati analizzati i risultati di ogni singola classe e successivamente si è operato un confronto tra le varie classi (Figura 5). Questa analisi ci è sembrata molto utile, perché ci ha permesso di capire l'efficacia delle modalità di verifica, ma anche dell'azione didattica.

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.

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, 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 altri percorsi basati sulla stessa metodologia; in vari casi hanno proposto soluzioni personali a problemi 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.

Ringraziamenti

La collaborazione con il C.I.D.I. di Firenze (E. Aquilini, C. Fiorentini) e la partecipazione alla rete L.S.S. (Laboratori del sapere scientifico) della Toscana è stata preziosa per avviare il nostro percorso di ricerca-azione. Inoltre, la collaborazione con I.N.D.I.R.E. è stata fondamentale per la stesura di una progettazione efficace del percorso. ■

Bibliografia

- [1] C. Fiorentini, E. Aquilini, D. Colombi, A. Testoni, *Leggere il mondo oltre le apparenze*, Armando editore, 2007.
- [2] L. Geymonat, *Lineamenti di filosofia della scienza*, UTET Università, 2006.
- [3] D. Laurillard, *Insegnamento come scienza della progettazione*, Franco Angeli, 2015.
- [4] <http://www311.regione.toscana.it/lr04/documents/15427/442618/Le+soluzioni/19a355c4-9dd9-4047-b285-5f74138e0537?version=1.0>
- [5] http://www311.regione.toscana.it/lr04/documents/15427/522304/gas_LSS_seconde.pdf/b9c66ff6-4413-49be-8d1e-4edf42127efd?version=1.0
- [6] Percorso *Acidi e basi* validato su <http://www311.regione.toscana.it/lr04/web/lss/prodotti>