

## **L'asse scientifico tecnologico**

### **Parole chiave e alcune esperienze**

*Eleonora Aquilini, Leonardo Barsantini*

Nella pagina di presentazione del documento sull'obbligo scolastico, relativamente all'asse scientifico tecnologico, si richiamano alcuni aspetti sui quali si può avviare una interessante riflessione: "...comprendere il valore della conoscenza del mondo naturale e di quello delle attività umane..."; "...l'apprendimento centrato sull'esperienza e l'attività di laboratorio assumono particolare rilievo..."; "...applicazione del metodo scientifico..."; "...operare scelte consapevoli e autonome nei molteplici contesti, individuali e collettivi...". A fianco di queste considerazioni sono poi, però, indicate conoscenze che sollevano non poche perplessità poiché, per esempio, si presenta una scansione di contenuti tanto tradizionale quanto inefficace, come nel caso del *Concetto di misura e sua approssimazione* (fra l'altro qui pare quasi che l'approssimazione sia del concetto piuttosto che della misura). *Errore di misura. Principali strumenti e tecniche di misurazione*. Anche in ambito tecnologico non si comprende quale ruolo educativo possano assolvere, se non nel far ripetere in bella forma quanto detto dagli insegnanti o letto sui libri di testo, i riferimenti all'architettura del computer o alla struttura di Internet.

Tuttavia è importante tenere presente che la premessa allo schema di competenze di base a conclusione dell'obbligo di istruzione propone una didattica di tipo laboratoriale in cui l'apprendimento è centrato sull'esperienza e sulla riflessione individuale e collettiva su di essa. Viene auspicato inoltre un continuo confronto fra Scienza e Tecnologia che ne fa individuare i confini reciproci ma anche le relazioni. In questo senso, è possibile operare nel biennio in modo da poter conseguire nell'ambito scientifico tecnologico le competenze di cittadinanza: imparare a imparare, progettare, comunicare, collaborare e partecipare, agire in modo autonomo e responsabile, risolvere problemi, individuare collegamenti e relazioni, acquisire e interpretare l'informazione. Per rendere efficaci le parole della premessa nella prospettiva del conseguimento delle competenze di cittadinanza, occorre tentare di intersecarle con le parole che esprimono la didattica, il 'fare scuola', in ambito scientifico e tecnologico.

#### **Alcune parole chiave**

Appare quindi necessaria una breve analisi di alcune parole chiave, caratteristiche del processo di insegnamento delle Scienze e della Tecnologia, sulle quali sviluppare una

approfondita riflessione, seguita dalla presentazione di due proposte operative per le Scienze e per la Tecnologia.

**Comprendere** significa seguire percorsi all'interno dei quali gli studenti possano elaborare concetti e non limitarsi a una mera memorizzazione nozionistica. È importante scegliere fenomeni che possano essere osservati, su cui si possano fare ipotesi e su cui sia possibile giungere a definizioni operative. Purtroppo è carente la riflessione che riguarda il sapere della scuola preuniversitaria: il modello di insegnamento specialistico viene riprodotto in tutti i livelli di scuola.

La **didattica laboratoriale** è il cardine dell'insegnare Scienze e Tecnologia e del fare scuola più in generale. È grazie a essa che si dà la possibilità concreta agli studenti di osservare, fare ipotesi e verificarle, parlare e scrivere, appropriarsi di un linguaggio via via più specifico collegando la dimensione operativa a quella ideativa. Il fare è centrale ma non è più un fare passivo bensì attivo, dinamico, emotivamente coinvolgente.

La **narrazione** è importante per impostare il confronto, la discussione collettiva, la revisione delle proprie osservazioni e convinzioni. La ricostruzione narrativa delle esperienze e dei fatti indagati permette la socializzazione delle conoscenze all'interno della classe in funzione dell'elaborazione di un pensiero condiviso. Se nella scuola di base la narrazione si può caratterizzare come descrizione e ricostruzione dell'indagine, nel biennio della superiore si affianca a questo aspetto una dimensione narrativa storica che guida la contestualizzazione e la comprensione dei problemi.

L'**intersoggettività** è una delle dimensioni caratterizzanti dell'impresa scientifica che ha nella collaborazione e nella condivisione, ma anche nel confronto costante, uno dei motori propulsivi della ricerca. Anche in classe questo aspetto deve essere valorizzato superando un approccio individualista che obbliga lo studente a una conoscenza non condivisa e acquisita soltanto per trasmissione.

I **metodi della Scienza** non devono essere confusi con le metodologie didattiche, che possono anche in parte rifletterli, ma che devono tenere conto dei contesti di apprendimento e dell'età dei soggetti a cui si rivolgono le proposte. Per esempio, si può pensare a un approccio prevalentemente induttivo con gli studenti del ciclo primario e ipotetico deduttivo per quelli della secondaria superiore.

## **Studio della dispersione di calore attraverso le pareti di una casa**

Nella nostra società le questioni ambientali sono portate frequentemente al centro dell'interesse. La problematica del consumo energetico può essere affrontata spostando l'attenzione dalla produzione sempre crescente di energia, al risparmio della stessa. Qui si propone lo studio di un modellino di casa, concentrando l'attenzione sul materiale con cui sono costruite le pareti, per valutare la variazione di temperatura interna rispetto a quella esterna.

La didattica laboratoriale è ancora al centro di questo percorso, tipico del procedere in campo scientifico e tecnologico, valorizzata dalla costruzione di modelli che in questo caso sono particolarmente pregnanti per l'indagine che si vuole eseguire. Nuovamente ci si distacca dall'impostazione tradizionale che privilegia la classificazione a priori delle modalità di trasmissione del calore. Si evidenzia anche un significativo aggancio alle problematiche ambientali, spesso sviluppate come educazioni, non ancorate alle discipline. L'attività, oltre a prevedere l'acquisizione di specifiche competenze, dovrebbe permettere agli studenti di sviluppare attitudini a considerare i problemi energetici o ambientali, non impostando la riflessione sulle emergenze, ma su criteri che permettano di pianificare azioni.

La proposta presenta elementi che fanno riferimento a problemi significativi per la società, utili a fare scelte consapevoli, per esempio rispetto al risparmio energetico, e motivanti per gli studenti vista la possibilità di svolgere un ruolo attivo nel loro apprendimento.

Sostanzialmente si tratta di costruire un piccolo parallelepipedo, come modello di casa, con pareti intercambiabili di materiali diversi, per eseguire misurazioni di variazione di temperatura interna, dopo aver portato la stessa a un valore superiore a quella esterna.

La significatività maggiore del percorso, a seguito di una riorganizzazione delle attività didattiche, sta nello sviluppo di fasi di lavoro che ancorino il fare operativo, costruttivo e dinamico, all'ideare, progettare, realizzare e verificare tutte le categorie tipiche del processo tecnologico. La dimensione sociale del lavoro emerge dalla necessaria riorganizzazione del gruppo classe con suddivisione dei compiti finalizzati alla collaborazione per il conseguimento di un obiettivo e, quindi, alla responsabilizzazione di ogni studente verso se stesso e gli altri. In questa dimensione non può essere trascurata la funzione del linguaggio, e il ruolo delle preconcezioni, come basi di partenza verso la costruzione del pensiero razionale.

Il problema da affrontare è quello relativo alla necessità di mantenere il "caldo" all'interno di una casa. Si stimolano i ragazzi a trasformare la problematica in problema

specifico, individuando l'aspetto caratterizzante della dispersione del calore attraverso le pareti.

Si raccolgono le ipotesi degli studenti, trascritte individualmente da ciascuno di loro, che, probabilmente, si baseranno su preconcizioni, sentito dire, conoscenze confuse e altro ancora, ma anche conoscenze appropriate acquisite in precedenza. Tutte le esperienze individuali sono da valorizzare.

Tutti assieme si riflette sulle ipotesi fatte e ci si confronta con le seguenti domande:

*Come possiamo dire che...?*

*Come possiamo fare a verificare che...?*

*A che cosa serve...?*

Queste domande, spesso formulate dagli studenti per una loro esigenza di finalizzare l'apprendimento, sono qui poste a fondamento del percorso. Sono comunque significative di un modo di affrontare le discipline che rifiuta il dogmatismo.

Le domande richiedono di ipotizzare possibili modelli, sui quali eseguire le attività sperimentali atte a simulare la situazione reale e in grado di fornire risposte.

Suddivisi in gruppi, si progetta un modello di "casa" realizzata con pareti intercambiabili di diversi materiali e si formulano ipotesi su come tale modello può essere utilizzato per condurre la sperimentazione, per esempio riscaldando l'interno con un asciugacapelli, rilevando la temperatura, variando lo spessore o il materiale utilizzato per realizzare le pareti. Il modello non deve rappresentare fedelmente un appartamento, ma deve conservare alcune caratteristiche indicative per lo studio in esame quale, per esempio, la chiusura del volume in cui si vuole mantenere il "caldo".

I ragazzi realizzano i modelli, in funzione delle scelte progettuali previste; descrivono verbalmente, anche con l'aiuto del disegno, le scelte progettuali, le fasi di avanzamento, gli errori rilevati e le correzioni apportate (*feed-back*).

Prima sperimentazione: riscaldando, con l'uso di un asciugacapelli o con un'altra fonte di calore, il volume interno del modello di casa, si simula il fenomeno del riscaldamento domestico, concentrando l'attenzione sulle variazioni di temperatura in funzione del tempo e dei materiali che di volta in volta sono utilizzati come pareti del modello di casa.

Questa prima fase può servire ad apportare eventuali modifiche per correggere errori che non permettono di procedere correttamente con la sperimentazione.

Si raccolgono dati in funzione delle misurazioni eseguite, riportandole in tabelle e tracciando i relativi grafici. È nuovamente necessario che gli studenti verbalizzino, per mezzo di una struttura narrativa, e quindi anche con una

certa libertà, ciò che hanno fatto. Tutto il percorso narrativo va nel verso di determinare le condizioni per una descrizione efficace, concentrando l'attenzione sia sugli aspetti generali sia su quelli specifici, creando una abitudine alla "documentazione in corso d'opera". La classica relazione che gli studenti sono chiamati a realizzare al termine del lavoro, magari su moduli prestampati forniti dalla scuola, va nella direzione opposta, ponendo gli studenti di fronte alla necessità di ricapitolare tutte le fasi del lavoro senza aver punti di appoggio e invitandoli a una genericità che demotiva e che non serve a riorganizzare i pensieri.

Siamo al momento della lettura dei dati ricavati dal confronto fra materiali diversi, della riflessione sui risultati e sulla loro elaborazione in funzione della necessità di rispondere alle domande:

*Come possiamo dire che...?*

*Come possiamo fare a verificare che...?*

*A che cosa serve...?*

Si tratta di mettere ordine fra quanto ottenuto da ciascun gruppo, fornendo un respiro più ampio e condiviso alle conclusioni raggiunte:

- validità del modello in un contesto più generale;
- ruolo della simulazione e ampliamento ad altre situazioni significative;
- classificazioni dei materiali in isolanti e conduttori; confronto con cataloghi e manuali del settore per valutare le caratteristiche dei materiali;
- contestualizzazione dei concetti di temperatura e calore in riferimento a uno specifico problema;
- realizzazione di una documentazione con funzione non soltanto comunicativa, ma generativa di nuove idee e significativa per la individuazione di possibili nuove soluzioni.

L'attività proposta investiga nell'ambito dei materiali e in quello dell'energia. La discussione su alcune problematiche ambientali è presente, collegandosi saldamente alle conoscenze degli ambiti scientifico e tecnologico e fornendo elementi di riflessione e di scelta.

Il percorso permette di attivare funzioni alla base del pensiero critico: classificare, documentare, riflettere, collaborare, contestualizzare, generalizzare, simulare, modellizzare, all'interno di un ciclo virtuoso che pone la necessità di pensare, realizzare, verificare per ripensare. La possibilità di costruire un'"opera" concreta, il modello di casa, collegata a una effettiva sperimentazione, costituisce il ponte verso l'astrazione e può fornire motivazioni agli studenti che richiedono "concretezza" in ciò che fanno.

**L' anidride carbonica: la nascita del concetto di gas e la costruzione delle basi della chimica**

Questa esperienza ci mostra come può essere utilizzata la storia della Scienza a uso didattico. Lo scopo è quello di costruire il concetto di gas. Usualmente nella scuola media superiore si dà per scontato che i gas siano “materia”, ossia che abbiano caratteristiche fisiche e chimiche ben definite. Gli intenti di questo percorso didattico sono molteplici.

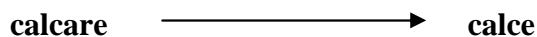
- 1) Dare materialità all’aria partendo da una *conoscenza macroscopica* che costituisce una *modellizzazione* necessaria prima dei modelli microscopici oggi accreditati.
- 2) Avviare al *concetto di reazione chimica* e di *composto* attraverso l’esempio specifico del calcare che decomponendosi forma la calce e perde un gas, l’aria fissa. Tale “aria” è capace di *rientrare* nella calce andando nuovamente a formare calcare.
- 3) *Comprendere* che lo studio e la caratterizzazione delle *arie* ha portato all’individuazione dell’ossigeno e poi alla comprensione del suo ruolo nelle combustioni e quindi alla nascita della chimica moderna.
- 4) Riflettere sul *dispositivo tecnologico* utilizzato per raccogliere “le arie”: il bagno pneumatico. Questo è uno strumento semplice, costituito da un cilindro pieno d’acqua immerso in una bacinella contenente acqua, inventato da Hales nel 1600 per raccogliere “le arie” che si formano nelle fermentazioni. Dispositivi semplici danno occhiali diversi per studiare e, come dice Geymonat, per *interrogare* la natura. Questo ci dà la possibilità di riflettere sul ruolo della Tecnologia nell’indagine scientifica.

A classe intera si pone il problema del “che cos’è l’aria”, inquadrandolo dal punto di vista storico e correlandolo allo sviluppo della chimica nel Settecento.

Si invitano i ragazzi a parlare di una sostanza che sicuramente conoscono, la calce, e si richiamano le loro esperienze in proposito.

In laboratorio si riscalda del calcare per formare la calce. L’esperimento si fa in un recipiente aperto (un crogiolo) e si pesa il tutto prima e dopo il riscaldamento. Gli studenti sono invitati a concentrare l’attenzione sulle variazioni di peso fra prima e dopo il riscaldamento. L’osservazione e le successive misurazioni metteranno in evidenza una diminuzione di peso.

Questa reazione è nota fin dall’antichità e può essere così schematizzata:



Si può chiedere agli alunni:

“Come potreste spiegare la diminuzione di peso?”

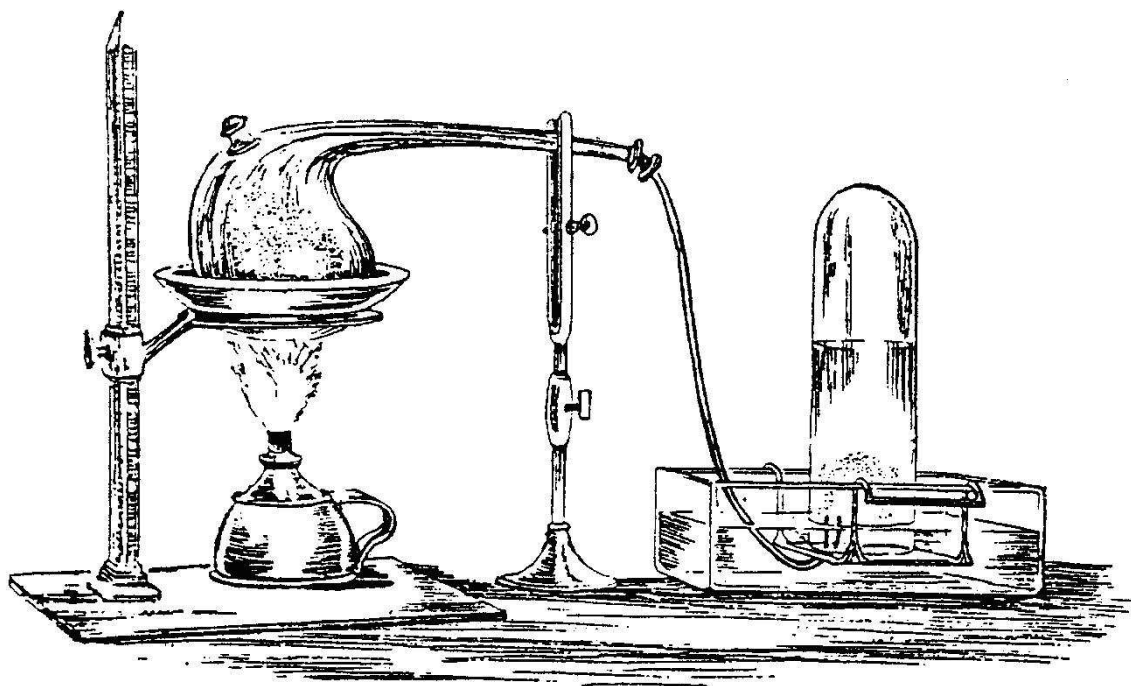
“Si può ipotizzare che venga perso qualcosa?”

La valenza storica del percorso sta proprio nella riproposizione delle domande che il chimico J. Black si era posto nel Settecento.

La risposta può essere fornita dall'esperienza dello stesso Black rappresentata di seguito.

Si utilizza un cilindro da 25 cm<sup>3</sup> riempito d'acqua e si colloca (dopo averlo tappato con un dito) in una bacinella piena d'acqua. Questo è il bagno pneumatico. Si riscalda una provetta contenente una punta di spatola abbondante di calcare mettendola in comunicazione, per mezzo di un tubo di raccordo (di vetro), con il bagno pneumatico.

Sarebbe auspicabile che ogni gruppo di studenti potesse operare con la propria strumentazione per realizzare l'esperienza, ma anche quando questo non fosse possibile, si può sottolineare l'importanza delle pratiche d'assemblaggio, alla base del progetto di esperimento. Le relazioni che si instaurano fra le varie parti dell'apparato sono, infatti, significative degli elementi in gioco sia dal punto di vista chimico sia tecnologico e delle interazioni caratteristiche della dimensione sperimentale.

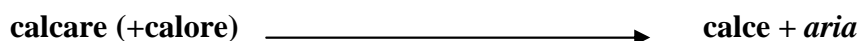


Si osserva che l'acqua scende<sup>1</sup>, spinta dall'aria che si forma dal riscaldamento del calcare.

---

<sup>1</sup> Il fatto che l'acqua contenuta nel cilindro capovolto non scenda è comprensibile dagli alunni se è stato fatto un percorso didattico sull'esperienza di Torricelli e il concetto di pressione atmosferica.

Si può chiedere agli alunni qual è l'interpretazione che può essere data del fenomeno. Si arriva all'ipotesi che si abbia decomposizione del calcare:



La riflessione con gli studenti sul bagno pneumatico porta a concludere che l'*aria* diventa un fatto osservabile grazie a uno strumento semplice, usato in modo intelligente.

Si utilizza, per descrivere le reazioni, un formalismo chimico minimo, adeguato alla comprensione degli studenti. Dalla descrizione narrativa del passaggio dal calcare alla calce si arriva all'idea di trasformazione chimica "descritta" dal simbolo della freccia. Lo stesso simbolo potrà acquisire – anche se non in questo percorso – una connotazione ancora più formale andando a caratterizzare le reazioni chimiche. La stessa evoluzione è presente anche nel lessico se si pensa alla concettualizzazione dei gas attraverso la comprensione delle "*arie*" della chimica del Settecento.

Poiché gli alunni non possono avere idea che l'*aria* formata dalla decomposizione del calcare sia diversa dall'*aria* atmosferica, si contestualizza storicamente l'esperienza di J. Black che, nel 1755, ipotizzò che quest'*aria* non fosse uguale all'*aria* atmosferica.

A supporto del racconto si realizza una nuova esperienza, che consiste nel dimostrare che l'*aria* in questione non mantiene la combustione, inserendo una candelina da compleanno sostenuta da un filo di ferro nel cilindro contenente l'*aria* raccolta.

Si racconta inoltre che Black dimostrò anche che l'*aria* fissa non permette la respirazione: provando a far vivere dei ratti in un ambiente fatto da quest'*aria*.

Si conclude il percorso facendo gorgogliare nella calce in soluzione dell'*aria* fissa, ottenendo così il calcare come precipitato.

All'*aria* così caratterizzata, a cui oggi diamo il nome di anidride carbonica, è stata inizialmente dato il nome di "*aria fissa*" perché *si fissa* nella calce per ridare il calcare.

A questo punto si può ampliare il percorso ad altre esperienze, per lo studio di alcuni fenomeni, come l'effervescenza dovuta allo sviluppo di anidride carbonica.

La caratterizzazione dell'*aria* fissa dà inoltre la possibilità di trattare temi ambientali come l'*effetto serra* e in generale i gas serra, dando concretezza all'anidride carbonica, di cui si parla spesso, conoscendone, nell'impostazione tradizionale, magari solo la formula.

Il percorso permette di attivare funzioni alla base del pensiero critico: contestualizzare, documentare, riflettere, collaborare, generalizzare, simulare, modellizzare. La necessità che gli studenti scrivano le ipotesi che fanno,



documentino il lavoro svolto in classe o in laboratorio, giungano a delle conclusioni, sottolinea la struttura narrativa dell'attività. È importante evidenziare che nella didattica tradizionale questa esperienza, vicina alla comprensione degli studenti e significativa per la costruzione di concetti importanti, quale quello di gas, è completamente trascurata. La possibilità di riflettere, invece, sul fatto che si è potuto dare risposta a una problematica fondamentale, che cos'è l'aria, grazie a uno strumento tecnologico semplice, utilizzato in modo geniale, sottolinea l'intersezione fra gli ambiti scientifico e tecnologico e la sfera dell'operare e quella del pensare. Il percorso storico, collegato a una effettiva sperimentazione, costruisce un modo per procedere verso concetti scientifici sempre più formalizzati. Ciò dà motivazione agli studenti che richiedono un aggancio forte con la concretezza dei problemi.

### **Bibliografia**

F. Abbri, *Le terre, l'acqua, le arie*, Il Mulino, Bologna 1984, p. 169-184.

L. Barsantini e C. Fiorentini (a c. di), *L'insegnamento delle scienze verso un curriculum verticale. I fenomeni chimico-fisici*, Irsae Abruzzo, S. Gabriele (Te), Editoriale Eco 2001.

J. Bruner, *La cultura dell'educazione*, Feltrinelli, Milano 1997, p. 55.

G. Cavallini, *La formazione dei concetti scientifici*, La Nuova Italia, Firenze 1955, p. 38-52.

N. Grimellini Tomasini, G. Segrè, *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*, La Nuova Italia, Firenze 1991, p. 254.

C. Fiorentini "Quali condizioni per il rinnovamento del curriculum di scienze?", in Franco Cambi (a c. di), *L'arcipelago dei saperi*, Firenze, Le Monnier 2000.

C. Fiorentini, E. Aquilini, D. Colombi, A. Testoni, *Leggere il mondo oltre le apparenze*, Armando, Roma 2007.

L. Geymonat, *Lineamenti di filosofia della scienza*, Mondadori, Milano 1985, p. 38-39.