

## Il laboratorio e la tecnica del problem solving

Questo materiale didattico non è tra i più recenti ma piuttosto che farlo finire nel dimenticatoio preferisco metterlo a disposizione: i colleghi docenti, soprattutto quelli che detestano la classica “ricetta di laboratorio”, potranno trovarvi spunti ancora interessanti per le esercitazioni mentre gli studenti potranno tentare un approccio diverso nell’affrontare le prove di laboratorio. L’ho raccolto durante un corso di aggiornamento rivolto ai docenti di chimica degli istituti tecnici industriali (bei tempi!).

Ha scritto Derek Hodson “È sufficiente dire che il modello di apprendimento attraverso la scoperta è stato abbandonato dai filosofi della scienza. È giunto il momento che pure gli insegnanti di scienze lo abbandonino” [1].

Sull’utilità del laboratorio come luogo più adatto per sviluppare la conoscenza ci sono anche altri punti di vista.

Dopo una breve introduzione dell’insegnante che spiega cosa deve essere fatto e come farlo, lo studente opera sui materiali e con le apparecchiature per raggiungere dei risultati. Poi deve trarre delle conclusioni su quanto fatto. Al termine dell’esercitazione, l’insegnante lavora con la classe per conoscere il punto di vista degli studenti su ciò che hanno osservato e sul suo “significato”. Questo modo “classico” di operare viene criticato innanzitutto dal compianto Miles Pickering [2]. Ecco, in rapida sintesi, il suo punto di vista:

- (a) gli allievi possono portare a termine una esercitazione, senza capire i concetti relativi in essa contenuti;
- (b) la pura e semplice attività di laboratorio non assicura la comprensione;
- (c) la nuova conoscenza è più efficacemente ritenuta quando può essere correlata ai concetti già posseduti;
- (d) le esercitazioni di laboratorio non devono avere come obiettivo il solo contenuto, ma pure il pensiero analitico che contribuisce alla comprensione.

Se proprio si è costretti a ricorrere alla tradizionale esercitazione, con tanto di ricetta dettagliata, Miles Pickering suggerisce un approccio più meditato. Secondo il ricercatore americano il laboratorio deve essere condotto senza avere sottomano la ricetta o il manuale, ma attingendo ogni suggerimento operativo da un “sommario” personalmente predisposto dallo studente. Lo scrivere un sommario conciso è indicativo dell’impegno speso dall’allievo per capire le procedure descritte dalla “ricetta”. Risultati anche migliori si ottengono quando il sommario contiene suggerimenti semplificativi o migliorativi delle procedure.

L’importanza del lavoro di laboratorio, come percepito e inteso dall’insegnante, è persa dagli studenti che navigano in un mare di segnali e rumore di fondo provenienti dal posto di lavoro. È noto, infatti, che quando uno studente viene a contatto con un nuovo fenomeno, innanzitutto deve porre attenzione allo stimolo che proviene da questo e decodificarlo (per dargli un significato) e quindi codificarlo con i propri termini. Per far ciò, deve tirare fuori idee e concetti dalla memoria a lungo termine e farli interagire con la nuova informazione, prima di poterla conservare. Questo processo avviene nella cosiddetta memoria di lavoro, che occupa uno spazio limitato nel cervello e si sovraccarica facilmente. La memoria di lavoro può padroneggiare solo sei pezzi di informazione per volta perciò, in tutte le attività di laboratorio, è molto alta la probabilità di sovraccaricarla. Difatti ci sono: (a) il manuale da seguire; (b) le raccomandazioni dell’insegnante; (c) i concetti da ricordare; (d) le tecniche da ricordare; (e) le nuove tecniche da usare; (f) le informazioni provenienti dall’esperimento da registrare come: numeri, colori, odori, ecc.

È praticamente impossibile, sostiene A. H. Johnstone [3], padroneggiare tutti questi dati e farli interagire nella memoria di lavoro.

L’apprendimento significativo in laboratorio è apparentemente un obiettivo difficile da raggiungere [4]. Una barriera insormontabile sembra ergersi tra quanto appreso in classe ed i fenomeni che gli

studenti osservano in laboratorio. Cosa fare perché si stabilisca un canale di comunicazione fra la conoscenza concettuale e le osservazioni che si fanno dentro e fuori il laboratorio?

La scelta della strategia del problem solving in laboratorio è sembrata la sola strada percorribile, per ovviare agli inconvenienti del sovraccarico della memoria di lavoro e, contemporaneamente, abbattere la barriera fra teoria ed attività sperimentale.

La risoluzione di un problema, sia di natura teorica che sperimentale, comporta il superamento di uno o più ostacoli per raggiungere un determinato obiettivo. Gli ostacoli da superare, nel caso del problem solving in laboratorio, sono essenzialmente di natura tecnica.

Quelli che vogliono acquisire le abilità nella risoluzione dei problemi in laboratorio devono già possedere una buona struttura concettuale, conquistata nello studio della disciplina.

Sulla base di quanto è stato scritto in precedenza, si presenta il problema, il più semplice possibile, senza fornire indicazioni dettagliate delle procedure e del metodo. Una buona abitudine consiste nell'accennare al problema sperimentale durante la spiegazione in classe dei concetti teorici e delle idee rilevanti. Questa abitudine di lavoro favorisce il legame fra teoria e pratica, cosa che costituisce una difficoltà per lo stesso insegnante, ed è particolarmente indicata quando gli argomenti spiegati sono astratti. Spesso le idee per inventare nuovi problemi sperimentali nascono proprio in questo modo e i problem solving realizzati estemporaneamente sono i più adatti per la classe.

La presentazione in forma compiuta del problema costituisce l'inizio dell'attività sperimentale e può essere fatta anche in classe. La soluzione del problema può e deve essere trovata esclusivamente in laboratorio. Onde impedire il sovraccarico della memoria di lavoro, la soluzione del problema prevede come prerequisito la padronanza delle seguenti abilità e tecniche sperimentali:

- (a) uso della bilancia (si consigliano bilance digitali sensibili al centesimo di grammo);
- (b) uso dei seguenti strumenti di misura del volume: cilindro graduato, buretta, matraccio tarato, pipetta con aspira pipette, siringa, contagocce, ecc.;
- (c) corretto impiego dell'apparecchiatura per la distillazione semplice;
- (d) evaporazione in capsula;
- (e) tecnica di filtrazione;
- (f) tecnica di riscaldamento in crogiolo;
- (g) cromatografia su carta e su strato sottile.

Per completare l'addestramento iniziale, cioè imparare a usare le apparecchiature di base descritte, ci vogliono pochi turni di laboratorio. Prima di passare in laboratorio per l'esecuzione di ciascun problem solving, l'allievo deve chiarire la strategia di soluzione al proprio insegnante. Il piano proposto dal o dagli allievi viene corretto dall'insegnante e riconsegnato per l'esecuzione. Nella fase di progettazione, che precede di qualche giorno la vera esecuzione, è consentito l'uso di manuali e libri. Il lavoro di gruppo (meglio se di due alunni) si è dimostrato produttivo, specialmente in questa fase.

Per l'esecuzione del progetto e la compilazione del diagramma di Gowin, del quale parleremo più avanti, ci vuole al massimo un'ora e mezza.

La tecnica del problem solving in laboratorio rappresenta per gli insegnanti di chimica uno strumento di grande valenza educativa. L'effetto sulla motivazione e sulla creatività degli allievi, che si sentono protagonisti del processo educativo, è straordinario.

In virtù della padronanza delle tecniche e in assenza dei noiosi dettagli delle procedure, durante l'esercitazione si creano spazi di riflessione assai utili. C'è, insomma, il tempo per pensare, per trasferire le principali informazioni dalla memoria di lavoro a quella a lungo termine.

Per diventare esperti nella risoluzione di problemi sperimentali, bisogna affiancare alla conoscenza disciplinare (prerequisiti teorici) "l'abilità a trarre conclusioni e spiegazioni dai fatti osservati". Tuttavia, è bene ripeterlo, senza un'adeguata conoscenza di base, non si possono fare inferenze di nessun genere.

All'insegnante che voglia costruire problem solving, per i propri allievi, riteniamo di poter suggerire la seguente strategia: identificare il problema, definirlo, per esempio a partire dalle tradizionali esperienze di laboratorio, esplorare in laboratorio la sua fattibilità, nel pieno rispetto delle norme di sicurezza.

### **La valutazione**

La valutazione è formativa, ha scritto L.Calonghi, perché non mira soltanto a controllare l'aumento del patrimonio di conoscenza ma a far acquisire un metodo, un atteggiamento, un linguaggio.

Precedentemente abbiamo sottolineato il fatto che gli studenti sono liberi di scegliere il proprio piano di lavoro per la risoluzione del problema sperimentale e che l'insegnante li aiuta nella fase delicata di ideazione e controllo del progetto. Anche nell'ambiente più favorevole, come quello che proponiamo, l'apprendimento è scadente, se l'allievo non impara ad apprendere. Nel seguito della nota parleremo essenzialmente della valutazione dell'apprendimento legato all'attività sperimentale. Il diagramma a V di Gowin, che consigliamo, è stato ideato nel 1977 per aiutare a comprendere e valutare le attività di laboratorio. Tale schema "scompone" la conoscenza relativa, sia al campo chimico che al campo fisico e, più in generale, di qualsiasi disciplina scientifica. La sezione sinistra contiene la parte teorica, la sezione destra riguarda la metodologia, al centro troviamo, in alto, la formulazione della domanda principale o focale e in basso la procedura che si vuole utilizzare per trovare i dati necessari per rispondere alla domanda focale. Domanda focale e procedura sperimentale costituiscono il confine tra la vecchia e la nuova conoscenza. Da quali esigenze nasce tale schema di lavoro?

È raro che gli studenti siano capaci di fare riferimento a principi o concetti durante un'attività sperimentale. Essi sono completamente assorbiti in attività come osservare un fenomeno e registrare dati. Ci sono poche occasioni, nei turni di laboratorio, per pensare e riflettere su quanto avviene sotto i propri occhi. Le attività degli allievi non sono guidate, sostiene Gowin [5], dai modelli interpretativi teorici, come accade all'insegnante. In una parola, non c'è interazione fra il versante sinistro (della conoscenza) e il versante destro (dell'elaborazione sperimentale). Il diagramma di Gowin si propone quindi di abilitare gli allievi a coniugare l'aspetto teorico con quello sperimentale. Se i due versanti del diagramma, quello concettuale (conoscere) e quello metodologico (fare), saranno fatti interagire continuamente, l'allievo riuscirà a capire come può essere costruita la conoscenza in una situazione sperimentale. Vediamo come si struttura il diagramma a V più in dettaglio, in una situazione tipica di problem solving.

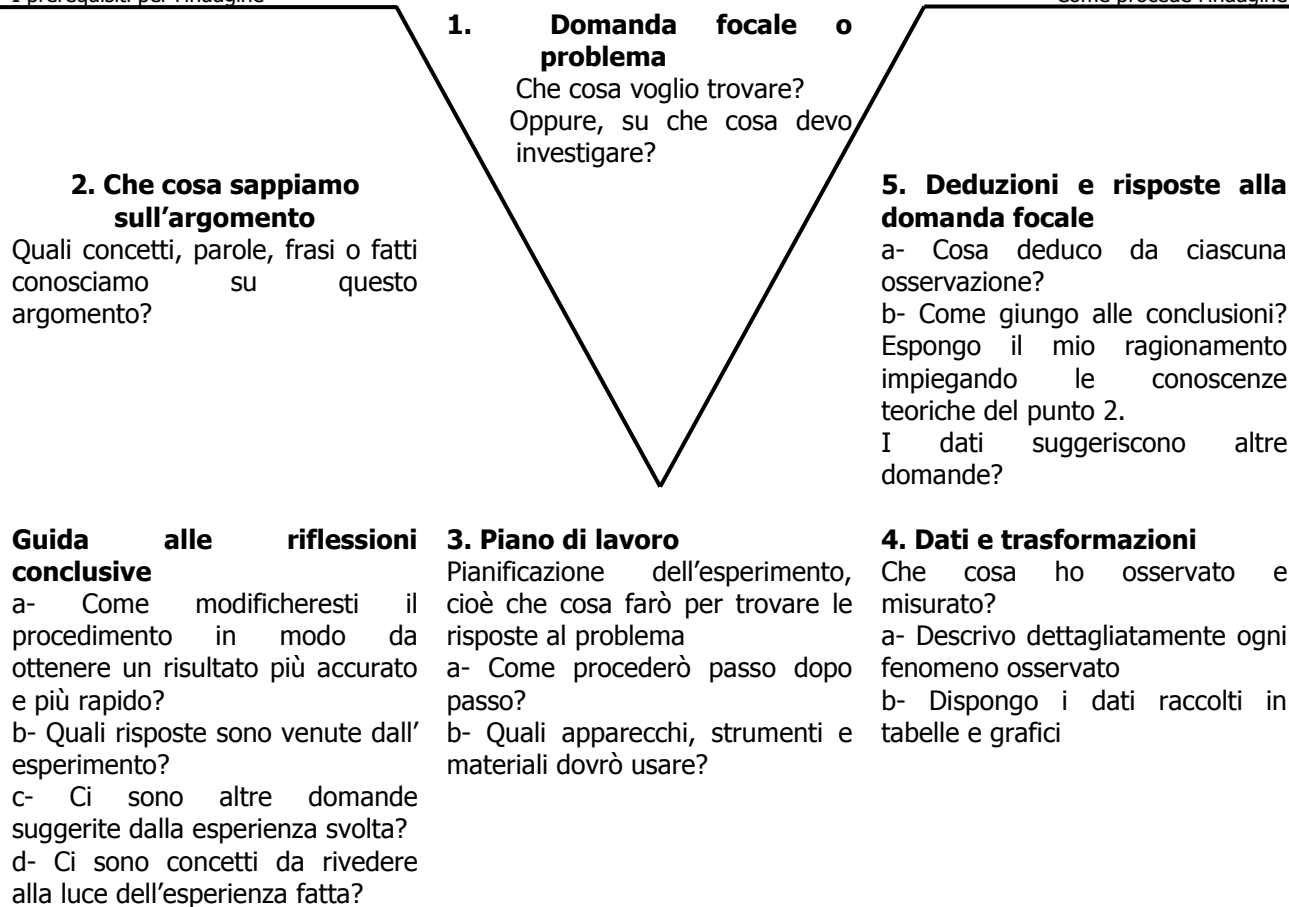
Inizialmente, l'attenzione dello studente viene convogliata su quanto egli conosce sull'argomento dell'indagine, poi si passa alla pianificazione dell'esperimento, alla raccolta dei dati e alle interpretazioni.

## Lato delle conoscenze

I prerequisiti per l'indagine

## Lato del fare

Come procede l'indagine



Ciò che sappiamo determina le domande che poniamo, la strategia predisposta per arrivare alla soluzione e il modo di interpretare i dati. "È la teoria che determina che cosa possiamo osservare" - Albert Einstein.

La mappa a V guida gli studenti nella ricerca della conoscenza e li aiuta a interpretare quanto hanno scoperto, ponendo domande appropriate e in ordine logico. Le domande generali, che guidano alla compilazione del diagramma, sono cinque.

1. Domanda focale o problema. Che cosa vogliamo trovare?
2. Parole e concetti associate. Che cosa sappiamo su questo argomento?
3. Progetto dell'esperimento. Che cosa facciamo per trovare le risposte alle nostre domande?
4. Dati e trasformazioni. Che cosa osserviamo e misuriamo?
5. Deduzioni e conclusioni. Che cosa significano le nostre osservazioni? Qual è la risposta al problema che se ne ricava?

Sebbene gli alunni debbano svolgere le dette sezioni in ordine sequenziale, la mappa ci informa rapidamente sulle relazioni complesse fra le varie parti. Un solo sguardo è sufficiente per decidere se e come l'attività sperimentale ha arricchito la precedente conoscenza.

Dopo la proposizione del problema e la sintetica esposizione dei concetti posseduti, adattati all'oggetto del problema, si passa all'esperienza e alla raccolta dei dati. Tuttavia, prima di procedere all'esecuzione dell'esperimento, lo studente deve sottoporre il suo progetto all'approvazione dell'insegnante. Terminato tale confronto, si passa alla fase sperimentale e alla raccolta dei dati che

vanno inseriti nella mappa al punto 4. Le trasformazioni sono una serie di informazioni presentate in modo ordinato, per esempio, in tabelle e grafici.

Completata la raccolta dei dati, gli allievi rifletteranno sul significato delle proprie osservazioni e le trascriveranno al punto 5. Questa è la fase più delicata poiché richiede, in misura maggiore delle precedenti, l'integrazione e l'adattamento dei concetti ai fatti. Gli allievi tendono infatti ad assegnare percorsi distinti e vita propria alle due fasi, separate in realtà solo temporalmente. Non occorre, quindi, dimenticare che l'obiettivo principale della compilazione dello schema a V da parte dello studente consiste nel riconoscere in piena coscienza la necessità di concetti, leggi, principi o teorie particolari per la risoluzione del problema.

Il diagramma a V costituisce un valido strumento di lavoro, al cui uso gli allievi saranno guidati dall'insegnante, fino a rendersi conto della sua utilità nel raggiungere una miglior comprensione. Il diagramma elaborato, come prodotto dello studente, non risulta pertanto facilmente valutabile in sé: parcellizzandolo con vari punteggi assegnati ad ogni sezione, si perde di vista l'obiettivo principale di sussidio per la comprensione significativa.

Piuttosto, ricordando il valore formativo della valutazione, è importante tenere conto, oltre che delle riflessioni individuali, che tratteremo fra breve, anche del comportamento dello studente nelle fasi di progettazione ed esecutiva, interagendo il più possibile con esso. In particolare si dovranno stimolare e discutere in classe analisi critiche delle proposte operative e stimolare la creatività esaminando e consentendo pure, se possibile, lo svolgimento di procedure sperimentali differenziate o alternative. A questo punto, la mappa è quasi completa e mancano soltanto le importanti riflessioni finali. Queste saranno elaborate individualmente, a casa, seguendo una guida con domande specifiche, tendenti a verificare l'avvenuta comprensione, che l'insegnante predisporrà adattandole da questo schema generico:

1. Quali modifiche a quanto già conosciuto sono venute dall'esperimento?
2. Come modifichereesti il procedimento in modo da ottenere un risultato più accurato o più  
1. rapido?
2. Quali concetti o teorie hanno reso possibile risolvere il problema?
3. Ci sono altre domande suggerite dall'esperienza svolta?
4. Come spieghi le discrepanze fra previsioni e fatti riscontrati?
5. Quali nuove abilità sperimentali hai acquisito?
6. Ci sono concetti da rivedere alla luce dell'esperienza fatta?

Sull'importanza della fase autonoma di riflessione scritta si esprime così Paul Connolly [6]: "a scuola si dà eccessiva importanza al prodotto della scrittura e poca al processo dello scrivere e del pensare. È necessario guardare alla scrittura come a un vero e proprio processo cognitivo e non semplicemente come un mezzo per comunicare i risultati".

In conclusione un'ultima raccomandazione. C'è una condizione critica che deve essere tenuta presente, sostiene Lillian Mc Dermott, se si vuole rendere efficace l'istruzione. Si deve instaurare in classe e in laboratorio un'atmosfera serena. Gli errori devono essere visti come "opportunità per apprendere" e bisogna offrire agli allievi l'occasione per dimostrare che essi hanno appreso. Il sistema di valutazione deve essere abbastanza flessibile e tener conto del loro progresso.

## **Bibliografia**

[1] S.S.R. 256 Mar 1990

121 J.Coll.T. May 1991,350

[3] Chemed Jul. 1991

[4] Journal of Chemical Education Marzo 1994, 201

[5] Novak Gowin. Imparando a imparare - SEI

[6] J.C.E. June 1993, 478

[7] R.A. Hadden - Problem solving at the bench - 1991 The University of Glasgow

[8] G. Valitutti, M. Marinozzi, A. Tifi - La tecnica del problem solving per il laboratorio di fisica e chimica - Quaderni di "Innovazione e scuola"- IRSSAE Marche.

