

INVESTIGAZIONI E APPRENDIMENTO

Giuseppe Valitutti

Università di Urbino "Carlo Bo"

Marco Falasca

ITIS "Majorana" Grugliasco (TO)

Gabriella Guaglione

Scuola Media Falconara (AN)

Liviana Lucesole

Scuola Media Castelfidardo (AN)

Cominciamo con alcuni suggerimenti sulla gestione della classe che hanno l'obiettivo di facilitare l'apprendimento significativo. Prima di dare inizio a una dimostrazione in classe oppure a una investigazione, gli studenti sono invitati a porre domande, ma soprattutto a fare ipotesi su come l'evento si verificherà. Si avvia quindi la dimostrazione o l'investigazione e, al termine, si ridiscutono le ipotesi formulate, alla luce delle evidenze. Oppure, come nel caso seguente, si eliminano, una alla volta, le ipotesi che contraddicono le informazioni, raccolte dagli allievi durante l'indagine. Per rendere più agevole il lavoro, la classe si suddivide in più gruppi, ciascuno dei quali raccoglierà informazioni su una ipotesi. Proseguendo nell'indagine, si discutono le informazioni raccolte davanti alla classe e si eliminano le ipotesi errate. Il problema che gli allievi dovranno risolvere è questo: uno dei tre alberi del giardino della scuola ha perso quasi tutte le foglie. ***I bambini discutono e formulano le seguenti ipotesi sul precario stato fisico di uno dei tre alberi del giardino e le annotano sul proprio quaderno:***

1. La perdita delle foglie ha a che fare con l'eccesso di luce solare.
2. La causa della perdita delle foglie deve essere la troppa acqua.
3. La perdita delle foglie è dovuta all'acqua insufficiente.
4. Gli alberi sono diversi.
5. Alcuni alberi perdono le foglie prima degli altri.
6. Le foglie cadono perché ci sono veleni sul terreno.
7. I tre alberi hanno differenti età.
8. Gli insetti hanno invaso l'albero che perde le foglie.
9. L'albero è più vecchio degli altri due.

Allora decidono di **investigare** per trovare quale ipotesi è la più accurata. Formati in 9 gruppi, gli allievi raccolgono le informazioni dal giardiniere della scuola ed osservano da vicino gli alberi. Dopo aver messo insieme tutte le informazioni e dopo averle discusse in classe, gli allievi scoprono che la perdita delle foglie, da parte di un solo albero, è dovuta alla posizione dell'innaffiatore automatico, che fornisce troppa acqua a quel solo albero.

Dall'episodio raccontato si ricava un importante suggerimento didattico. Le investigazioni oppure le dimostrazioni in classe, che introducono un nuovo argomento, possono essere progettate e realizzate senza conoscere tutti i termini specifici e le definizioni dei concetti. Le osservazioni, la raccolta dei dati e le analisi dei fatti investigati forniscono il contesto per sviluppare le definizioni dei concetti scientifici implicati. Quindi il processo investigativo dovrà essere completato, in un secondo momento, dai nomi appropriati ossia dal "vocabolario". Appena gli allievi iniziano a comprendere le loro osservazioni e intendono costruire le spiegazioni, allora si può intervenire, fornendo i nomi di procedure e apparecchiature e definendo i concetti, che perfezionano il quadro degli eventi. Perciò le definizioni, costruite dopo l'esperienza, comportano la comprensione significativa piuttosto che la memorizzazione di vuote parole, come avviene nei corsi tradizionali.

Un altro consiglio, per favorire l'apprendimento significativo, viene fornito da due psicologi americani, Richard Paul e Linda Elder. "Noi insegniamo agli allievi come **'fare connessioni'** fra i concetti di un particolare insegnamento, in qualsiasi attività in classe e in laboratorio". Anche la lezione in classe dovrà subire delle modifiche, se si vuole la comprensione profonda. Il grafico seguente pone a confronto la lezione tradizionale con la lezione intervallata da spazi dedicati alla discussione. Come si vede dal grafico, la discussione in classe, durante la lezione, **mantiene costante l'attenzione** degli allievi e quindi contribuisce a migliorare l'apprendimento.

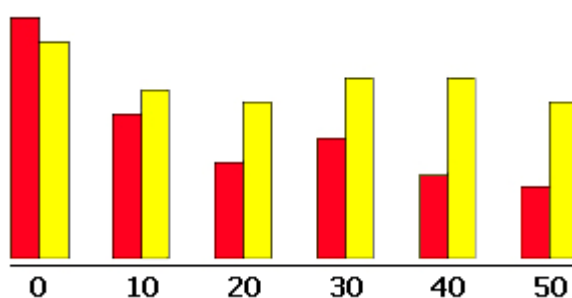


Fig. 1. Lezione frontale (in rosso) contro lezione con discussione (in giallo). Tempo in minuti.

L'imperativo di Patricia K. Cross: *fare connessioni fra i concetti*

I nuovi programmi, i nuovi approcci all'apprendimento, basati sui problemi e su tipiche attività investigative, richiedono di **fare connessioni** multiple fra quanto si conosce e le applicazioni. La nuova idea di classe è questa: dividere gli allievi in gruppi che interagiscono e collaborano, fra loro e con il docente, su tutti i problemi, per la costruzione della conoscenza – competenza. Secondo Patricia Cross bisogna cominciare a costruire in classe l'abitudine a **fare connessioni fra i concetti**. Le connessioni necessarie per apprendere possono essere di 5 tipologie: connessioni neurologiche, connessioni cognitive, connessioni metacognitive, connessioni sociali, connessioni esperienziali.

1. Connessioni neurologiche. Le ricerche hanno messo in evidenza che le stimolazioni sensoriali rafforzano le connessioni, mentre le connessioni o le sinapsi, che sono usate raramente, sono eliminate. Gli scienziati ritengono che il cervello dei bambini, appena nati, contenga 100 miliardi di neuroni e che il cervello stesso elimini le connessioni o le sinapsi raramente utilizzate. Perciò, si raccomanda ai genitori di fornire ai bambini continue stimolazioni sensoriali, per favorire le connessioni, essenziali per il futuro apprendimento. Ci sono seri indizi che le persone, impegnate nell'apprendimento e che stimolano la rete neuronale per tutta la vita, sono meno predisposte a sviluppare la malattia di Alzheimer.

2. Connessioni cognitive. La mente contiene schemi diversi per ogni disciplina. Lo schema è una collezione ordinata di informazioni che, insieme, costituiscono un determinato concetto. Quando pronunciamo la parola acido, sappiamo che cosa significa, ma l'immagine mentale che abbiamo del concetto è differente per ciascun individuo. Lo schema è una struttura mentale in evoluzione, che cambia in continuazione e per tutta la vita. Ogni nuovo evento, filtrato dalla percezione, arriva allo schema, dove è organizzato e **connesso** alla preesistente struttura, per creare il significato (J.Piaget). Gli schemi sono costruiti nella nostra mente. Gli allievi costruiscono la propria comprensione attraverso l'attività mentale, che rivede, allarga e **connette** i diversi schemi mentali, dopo ogni investigazione. **Gli insegnanti non possono trasferire la propria conoscenza ai loro studenti, già elaborata e organizzata.** Gli studenti ricordano ciò che hanno compreso,

che essi **connettono** ai propri schemi mentali, talvolta senza alcun riferimento a quanto spiegato dall'insegnante. Ciò che gli studenti apprendono dipende da quanto già essi conoscono. La teoria cognitiva spiega che, se lo schema è troppo labile, rispetto a un dato argomento, le *connessioni* sono dure da trovare e da fare, mentre se lo schema ha già un reticolo denso di termini e di concetti, è più facile fare le *connessioni* necessarie per l'apprendimento. L'istruzione tradizionale, purtroppo, si basa sull'immagine di una mente simile a un recipiente vuoto da riempire, in cui l'insegnante versa i concetti da apprendere, che si sommano alla precedente conoscenza. Tale apprendimento è superficiale e i concetti appresi, non consolidati e fra loro connessi nello schema, non possono essere usati per costruire la conoscenza e vengono rapidamente dimenticati.

- Le condizioni che promuovono un apprendimento profondo includono metodi attivi di apprendimento, incoraggiano l'interesse dello studente per l'argomento, favoriscono le interazioni con gli altri studenti e le nuove informazioni sono strutturate per consentire l'allargamento dello schema. **Gli allievi hanno bisogno di tempo per parlare, per scrivere, per riflettere e per costruire la propria comprensione.** Pertanto, i suggerimenti della ricerca educativa sono questi: 1. puntare sulla comprensione profonda delle grandi idee della disciplina; 2. migliorare l'organizzazione dei materiali da studiare; 3. proporre strategie efficaci per connettere i concetti e per apprendere.

- L'apprendimento migliora se gli allievi usano strategie cognitive e metacognitive. Le strategie cognitive riguardano il **che cosa** dell'apprendimento (per esempio, ripetere l'argomento che si vuole apprendere), mentre le strategie metacognitive hanno a cuore il **come** dell'apprendimento (per esempio, la pianificazione, il monitoraggio, la modifica dei processi di apprendimento).

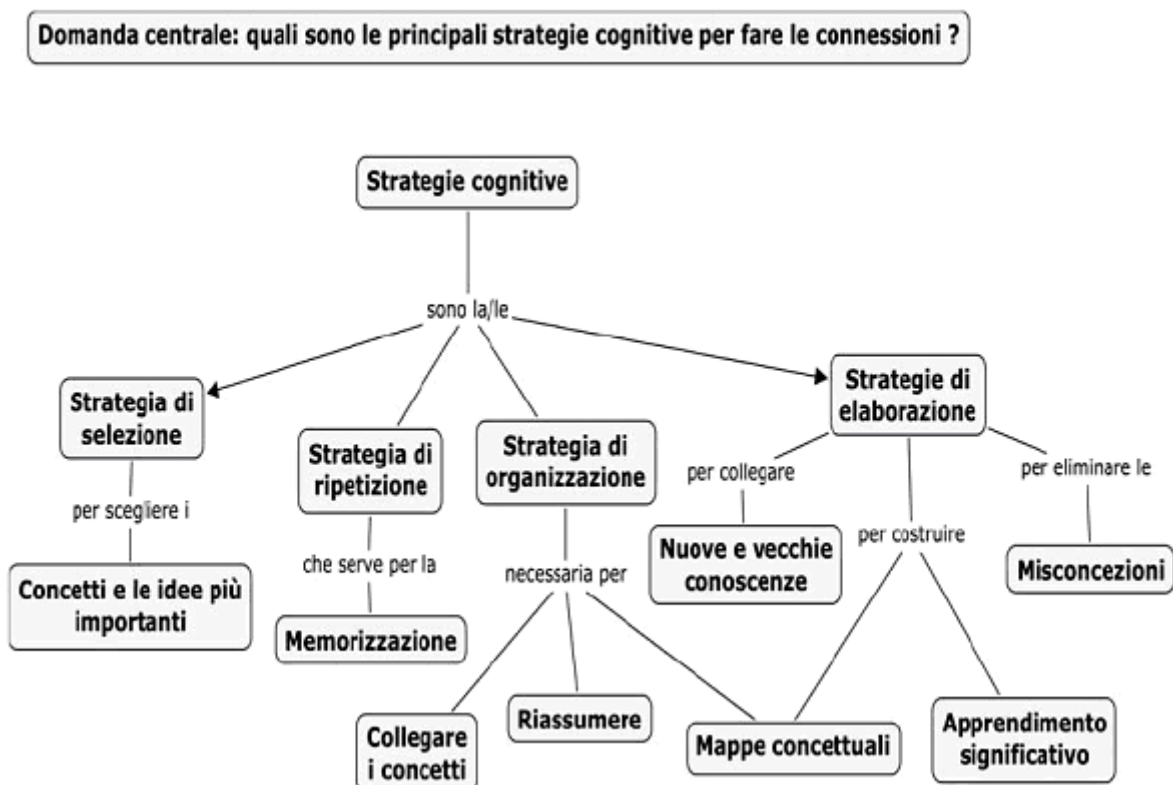
- **Strategie cognitive per apprendere.** Sono 4 le strategie cognitive per apprendere: di **ripetizione**, di **organizzazione**, di **elaborazione**, di **selezione**. Le strategie di ripetizione sono le più comuni a scuola. Gli psicologi dicono che tali strategie interessano la memoria a breve e che, per trasferire quanto appreso nella memoria a lungo termine, c'è bisogno di altre strategie cognitive, come la strategia di elaborazione e di organizzazione.

- La strategia di elaborazione consiste nel parafrasare, nel proporre analogie, per collegare le nuove conoscenze con quanto già si conosce. L'uso delle analogie è una

potente strategia di elaborazione, perché inserisce il nuovo concetto in una cornice più familiare. Il computer può essere utilizzato per elaborare le frasi di un testo, attraverso l'uso accorto della lista dei sinonimi. Parafrasare è una tecnica di elaborazione efficace, che consente di spiegare un concetto utilizzando un linguaggio più semplice.

- Un'altra strategia di elaborazione può essere utile: chiedere agli allievi di riassumere sul proprio quaderno, **in 1 minuto**, la risposta alla seguente domanda "Qual è il più importante concetto appreso nella lezione odierna ?" Al termine del minuto di elaborazione si leggono, si confrontano e si discutono i principali contributi. Quando gli allievi riassumono, parafrasano o discutono i concetti si passa dall'apprendimento superficiale a quello profondo e gli schemi mentali si **connettono** per costruire il significato.

- Le strategie organizzative sono usate per fare connessioni e sviluppare le relazioni fra le idee. Le strategie organizzative, di riassumere i contenuti di una lezione o di un brano e la costruzione di una mappa concettuale, sono molto utili per stabilire le **connessioni significative** fra i concetti riassunti oppure collegati con frasi nella mappa. La classificazione in determinate categorie e la comparazione di oggetti sono due altre strategie utili per fare le connessioni in ambito scientifico.



3. Connessioni metacognitive. La metacognizione è talvolta definita come “una funzione esecutiva” della mente, perché monitorizza e dirige il lavoro sull’apprendimento. Ci sono 3 processi metacognitivi: **pianificazione, monitoraggio, autoregolazione**. La pianificazione consiste nello stabilire gli obiettivi da raggiungere, al termine dello studio. Ci sono semplici modalità per monitorare l’apprendimento. Il docente, per esempio, può fare domande a scelta multipla con la spiegazione della risposta data. Da tali quesiti formativi possono partire gli scambi di opinione fra gli allievi. L’insegnante, inoltre, concede attimi di riflessione per concentrare l’attenzione su un particolare concetto. L’auto valutazione contribuisce alla creazione di connessioni, perché l’allievo confronta i nuovi concetti, che sta apprendendo, e modifica i suoi schemi mentali. In questa fase si può tentare di cancellare gli errori concettuali. Per finire, la consapevolezza del proprio potenziale cognitivo rappresenta l’anello più importante della catena metacognitiva, riassunta dalla seguente mappa concettuale. Durante tutte le investigazioni, proposte in fondo al testo, bisogna concedere spazi di riflessione metacognitiva per connettere i concetti attivati durante l’investigazione. Lo strumento metacognitivo più adeguato, per fare tali connessioni fra i concetti, è la mappa concettuale. A questo proposito si consiglia di scaricare il software gratuito dal sito dell’Institute for Human and Machine Cognition www.ihmc.us. Tale software consente di costruire mappe concettuali e di conservarle sul proprio computer. Le mappe, trasformate in immagini, possono essere stampate e collocate in tutte le comunicazioni finali delle investigazioni.



4. Connessioni sociali. Se l'apprendimento lo consideriamo come l'insieme delle conoscenze che riusciamo a trasferire nella nostra testa, allora vuol dire che la conoscenza è qualcosa di esterno. Ma i teorici odierni sono interessati alle interazioni fra i processi interni della mente e come la mente fa proprie le realtà esterne. I costruttivisti sociali credono che la conoscenza sia socialmente costruita e che noi apprendiamo, non riproducendo la realtà, ma piuttosto attraverso i processi sociali di apprendimento, per esempio la negoziazione fra pari (Bruner, Vygotsky). I costruttivisti sociali ritengono che l'apprendimento consista negli sforzi delle persone a trovare i significati delle cose del mondo che ci circonda. Per costruire l'apprendimento si deve tener conto del contesto, del linguaggio e della cultura degli allievi che interagiscono. Nell'apprendimento collaborativo "gli studenti devono dire quello che hanno appreso, correlarlo alle passate esperienze, applicarlo a problemi reali, collaborare coi compagni, costruire i propri significati, tenendo conto dei punti di vista degli altri". Le comunità di apprendimento rientrano nel campo dell'apprendimento collaborativo.

5. Connessioni esperienziali. Fare connessioni fra esperienze e apprendimento ha due importanti implicazioni. La prima riguarda l'utilizzazione pedagogica dell'esperienza, per migliorare l'apprendimento; la seconda è l'uso dell'apprendimento per migliorare le prestazioni. Dire che "l'esperienza è il migliore docente" significa riconoscere che l'esperienza ha un alto valore formativo, dal quale deriva la migliore prestazione nelle prove di valutazione. John Dewey è il padre "dell'apprendimento attraverso l'esperienza". Gli studenti dovrebbero essere posti di fronte a problem-solving reali, che abbiano senso per loro. Oggi la didattica offre diverse possibilità al riguardo: problem – solving, studi di caso, problem – posing, webquest, mappe concettuali. Tali approcci esperienziali consentono di fare continue connessioni e riflessioni metacognitive in tutte le fasi del ciclo di apprendimento: domandare→investigare→spiegare→discutere→elaborare.



Le abilità fondamentali sulle quali si basa la costruzione della comprensione – competenza sono le seguenti:

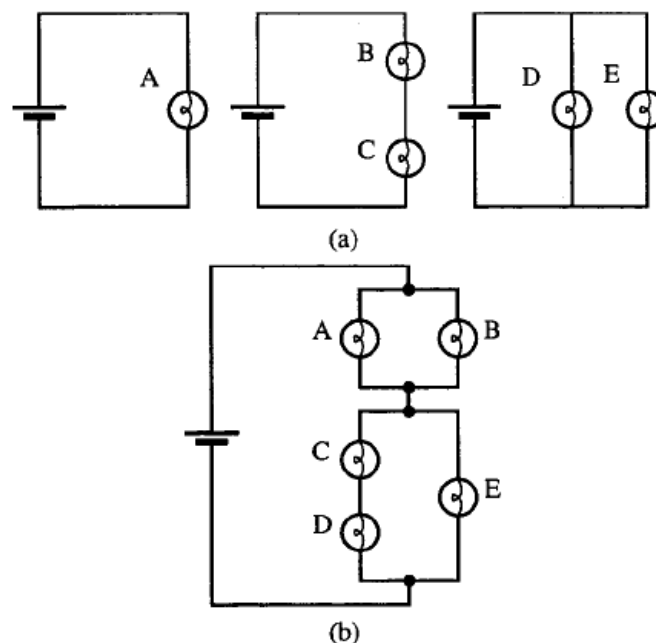
1. identificare il problema da risolvere, le domande, le ipotesi e i concetti che guideranno le investigazioni (gli studenti formulano una o più ipotesi e progettano come risolvere il problema).
2. Progettare e condurre una investigazione scientifica (usando le idee centrali della disciplina, le apparecchiature necessarie, le precauzioni di sicurezza personale ed ambientale, i collegamenti internet eventuali).
3. Usare l'evidenza sperimentale e applicare la logica disciplinare e il pensiero critico, per ricavare i dati necessari alla costruzione delle spiegazioni e della comunicazione finale.
4. Formulare e rivisitare i modelli esplicativi dei fenomeni usando l'evidenza, la logica e il pensiero critico.
5. Analizzare le spiegazioni alternative dei modelli e negoziare, dopo discussione coi propri colleghi e il docente, il modello interpretativo migliore.
6. Comunicare e difendere le spiegazioni scientifiche negoziate, sia in forma orale che in forma scritta.
7. Valutare la comprensione e la padronanza dei concetti e delle competenze.

Il pensiero di Lillian Mc Dermott

Il corso di *Physics by Inquiry* (Wiley) di Lillian Mc Dermott propone un curriculum basato sul laboratorio, per aiutare gli allievi a sviluppare una coerente struttura concettuale. Il corso non presenta definizioni e non fornisce spiegazioni. I moduli propongono esperimenti strutturati, esercizi, domande che si prefiggono di impegnare gli allievi,

attivamente, nella costruzione di importanti concetti, di modelli qualitativi, per poi applicarli al mondo esterno. L'approccio è tipico di una investigazione guidata, in cui prevalgono i modelli e le spiegazioni qualitative. Gli studenti, guidati dalle domande e dagli esercizi, conducono investigazioni aperte, realizzano semplici esperimenti, discutono le loro ricerche, confrontano e comparano le loro interpretazioni, collaborano con gli altri colleghi e con l'insegnante per costruire i modelli qualitativi, che possono aiutarli nelle osservazioni ulteriori e nelle previsioni. Grande importanza è data alla spiegazione del ragionamento, sia orale che scritta. Il docente non sale in cattedra per fare lezione, ma pone domande e motiva gli allievi a pensare criticamente su quanto stanno facendo con le proprie mani. La risposta del docente alle domande degli allievi non è mai diretta, ma è costituita da altre domande, le quali costringono gli allievi a riflettere sul proprio operato e/o ragionamento e a fare le connessioni giuste per arrivare, da soli, alla risposta corretta. Le domande richiedono, in genere, ragionamenti qualitativi e spiegazioni verbali, considerati necessari per la valutazione dell'apprendimento degli allievi.

- Lillian Mac Dermott ha dimostrato che soltanto il 15% di 1000 studenti danno una corretta risposta e sistemano le lampadine secondo l'ordine decrescente di luminosità.



- Qual è l'ordine decrescente di luminosità delle 5 lampadine identiche nel circuito (a) e nel circuito (b) ?
- Per rispondere alla domanda si devono costruire i due circuiti.

A La facilità con cui si risolvono i problemi quantitativi, sostiene Lilliam Mac Dermott, non è un criterio appropriato per stabilire la comprensione significativa di un argomento. **Le domande, invece, che richiedono un ragionamento qualitativo e una spiegazione verbale sono più importanti di quelle quantitative, per valutare l'apprendimento dello studente, e sono una efficace strategia per aiutare lo studente ad apprendere.**

Sfidare gli studenti con domande qualitative, alle quali non si può rispondere con la nuda memorizzazione di definizioni e di formule, è considerata la strategia migliore per l'apprendimento significativo. Bisogna aiutare gli studenti ad imparare come rispondere alle domande qualitative ed insistere perché essi si impegnino nei necessari ragionamenti, per trovare la risposta corretta, negoziata con gli altri allievi, e per connettere i concetti.

B Nell'istruzione tradizionale mancano le pause di riflessione da dedicare alle **connessioni** fra i concetti, alle rappresentazioni formali, alle domande sul mondo reale. **Agli allievi necessita una pratica ripetuta per interpretare il formalismo della fisica e della chimica e correlarlo al mondo reale.**

C Certe difficoltà concettuali non sono superabili attraverso l'istruzione tradizionale e neppure studi più avanzati possono far lievitare la comprensione dei concetti di base. Una strategia di istruzione efficace, per assicurarsi l'impegno mentale degli studenti, si può riassumere con i seguenti verbi: **ricavare, confrontare, risolvere**. Si comincia creando una situazione in cui si espone l'errore. Dopo aver aiutato gli studenti a riconoscere l'inconsistenza dei risultati, si chiede loro di ragionarci sopra per risolvere le difficoltà. Inoltre, conviene dare agli allievi altre opportunità per **applicare, riflettere, generalizzare**. Ci vuole una certa cautela nell'uso del termine "misconcezione". La soluzione di un problema non consente di identificare e correggere le misconcezioni, ma ci vuole un impegno intellettuale più profondo. Le misconcezioni sono sintomi assai precisi di una certa confusione a livello dei fondamenti della disciplina.

D L'istruzione tradizionale non fornisce una coerente struttura concettuale. **Gli studenti devono partecipare al processo di costruzione qualitativa dei modelli, per prevedere e spiegare i fenomeni, se si vuole un apprendimento significativo e duraturo di fisica e chimica.** Una strategia efficace, per aiutare gli studenti a comprendere le somiglianze e le differenze fra i concetti, è quella di impegnarli attivamente nel processo di

costruzione dei modelli stessi. Come è stato discusso nel contesto dei circuiti elettrici, questo approccio fornisce una diretta e concreta esperienza sulla natura delle investigazioni scientifiche.

E Anche le abilità di ragionamento non vengono praticate durante le lezioni tradizionali. ***Le abilità di ragionamento devono, invece, essere espressamente coltivate.*** I modelli concettuali sono legati a particolari linee di ragionamento e il modulo sui ***Circuiti elettrici*** ne è un esempio.

F L'insegnamento dalla cattedra si è rivelato, per la maggioranza degli allievi, un metodo di istruzione poco efficace. ***Gli studenti devono essere attivi intellettualmente, per poter sviluppare una comprensione funzionale.*** Il ruolo del docente è certamente importante, ma non nel senso tradizionale del termine. Il docente guida, suggerisce di provare strade alternative nella soluzione di problemi, chiede, motiva gli studenti in ogni fase dell'apprendimento, che li vede protagonisti attivi. Gli studenti spiegano e raccontano la loro esperienza oralmente e quindi in forma scritta sul proprio quaderno. Da Singapore è venuto il suggerimento "Meno insegnamento, più apprendimento". L'apprendimento significativo richiede l'impegno mentale reiterato dell'allievo, l'abilità a "fare connessioni" fra i concetti e l'abilità a descrivere l'esperienza, prima in forma orale e poi in forma scritta. L'insegnante esercita la sua azione di consigliere e allenatore attraverso il colloquio individuale e concede spazi di riflessione, durante e alla fine della investigazione, per fare le connessioni fra i concetti implicati e le abilità sperimentali:

1. Mi puoi raccontare cosa stai facendo ?
2. Hai valutato tutte le possibilità ?
3. Cosa pensi di fare dopo ?

Riportiamo alcune semplici investigazioni, che non richiedono apparecchiature sofisticate e non sono ordinate per argomenti, durante le quali si può avviare il dialogo allievo – docente.

1. Pacchetto di caffè sotto vuoto da 250 g.

- Come puoi stabilire se il pacchetto di caffè galleggia o affonda, senza avere l'acqua a disposizione ?

- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

2. Bottiglia vuota con tappo e imbuto a gambo lungo.

- Come puoi stabilire che una bottiglia **non** è vuota ?
- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

3. Come puoi gonfiare il palloncino all'interno della beuta ?



- Prima di proporre la soluzione del problema osserva che nel palloncino c'è un piccolo strato di acqua.
- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

4. Acqua e ghiaccio. Due becher con due liquidi incolore e trasparenti.

- Un cubetto di ghiaccio galleggia in un becher e affonda nell'altro becher. Perché ?
- I due liquidi nei due becher sono identici ?
- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

5. Come puoi misurare una proprietà macroscopica come la densità di liquidi e solidi ?

- La densità di una sostanza pura ti può fornire informazioni sulla struttura microscopica ?
- Perché la densità dell'osmio, il metallo più denso della Tavola Periodica, è maggiore degli altri elementi che hanno atomi più pesanti, per esempio oro, piombo, uranio ?
- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

6. Come puoi estrarre con benzina la sostanza colorata dal doppio concentrato di pomodoro ?

- Cromatografia su strato sottile.
- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

7. La gelatina e il kiwi.

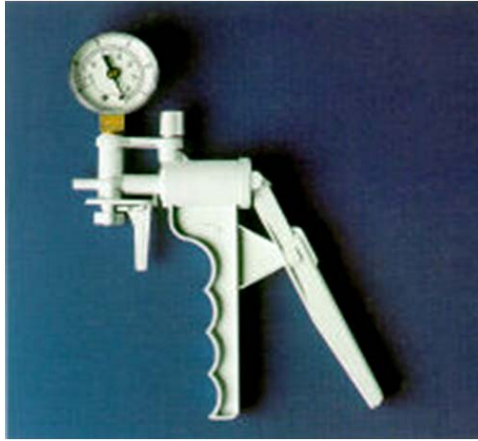
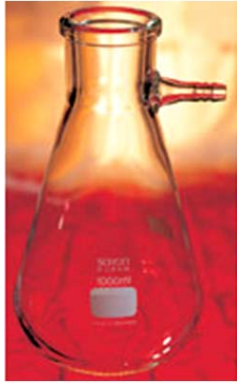
- Se versi il succo di kiwi sulla gelatina, cosa accade ? Perché ?
- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

8. Costruisci un conduttimetro con una pila da 9 V, una lampadina, un portalampadina e un filo di rame.

9. $\text{CaCl}_{2(\text{aq})}$, $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$, $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ ovvero la logica chimica.

- Come puoi riconoscere le tre soluzioni senza usare altri reagenti ?
- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

10. Come puoi determinare la densità e calcolare il peso molecolare medio dell'aria ?



- Come usi la beuta codata e la pompa da vuoto per calcolare la densità dell'aria ?
- Se la densità dell'idrogeno H_2 è 0,084 g/L, puoi calcolare il peso molecolare medio dell'aria, nelle stesse condizioni di temperatura e pressione ?
- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

11. Quale massa di sale si deve sciogliere in acqua per far galleggiare un uovo fresco ?

12. Fotografa due recipienti contenenti acqua distillata e acqua minerale. Dopo evaporazione, cosa rimane nei due recipienti?

13. Un falegname può costruirti un parallelepipedo di legno con le seguenti dimensioni 5 cm 10 cm 20 cm ? Dopo aver determinato, alla bilancia, la sua massa in kg, calcola prima il suo peso in newton N e poi le tre pressioni esercitate dal solido, a seconda della sua superficie di appoggio.

- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

14. Come puoi fondere un cubetto di ghiaccio nel modo più veloce possibile ? Discuti con i compagni e prova le proposte più convincenti.

- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

15. Poni in freezer due bicchieri. Il primo è semipieno d'acqua. Il secondo contiene olio. Segna i livelli dell'acqua e dell'olio con nastro adesivo colorato. Dopo 1 ora

estrai i due bicchieri. Quali sono i volumi dei due solidi ? Sono maggiori dei due liquidi ? Fotografa le varie fasi dell'esperimento.

- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

16. Quale solvente separa in modo efficace i colori componenti (miscuglio) di una penna a sfera nera ?

Per l'esperimento userai i seguenti solventi: acqua, alcol etilico, acetone. L'esperimento va condotto con la seguente modalità:

- si disegna un punto nero, con Bic o altra penna a sfera, al centro di una carta assorbente di 10 x 10 cm;
- si versa sulla macchia una o più gocce del primo solvente e si osserva come si allarga la macchia;
- si disegna un punto nero su altri due fogli 10 x 10 di carta assorbente;
- si ripetono le operazioni 1. e 2. col secondo e col terzo solvente su ciascun foglio con la macchia nera.
- Quale solvente separa meglio i componenti colorati della penna a sfera nera ? Documenta l'esperimento con due o tre foto digitali.
- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

17. Devi riscaldare una pentola d'acqua fredda sul fornello a gas metano, GPL oppure sul fornello ad alcol. Dimostra, con una foto digitale, che uno dei prodotti della combustione del metano, dell'alcol e di tutti gli altri idrocarburi, è sempre l'acqua.

- Qual è l'altro prodotto della combustione ? Qual è il combustibile che produce solo acqua e calore durante la combustione ?
- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

18. Fotografa mezzo chilo di mele e mezzo chilo di uva. Quanti chicchi d'uva e quante mele ci sono in mezzo chilo ?

- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

19. Non è possibile fotografare una singola molecola, ma si può farlo con una mole di sostanza.

- Scegli tre sostanze, due solide e una liquida, e scatta le foto digitali delle tre moli.
- Dopo aver investigato, discuti coi tuoi colleghi i concetti e le abilità implicate nell'indagine e riassumi brevemente quanto discusso.

20. Fotografa una mole di alluminio ritagliando la corretta quantità in grammi del foglio di alluminio per avvolgere i cibi. Fotografa una mole d'acqua.

Tutte le investigazioni elencate sono realizzate dai gruppi che collaborano, discutono, progettano e costruiscono le investigazioni, negoziano le spiegazioni qualitative dei risultati e i modelli interpretativi. Il docente vigila sulla condotta degli allievi e chiede a qualche studente di *raccontare* la sua esperienza. Ciascun allievo possiede un quaderno su cui annota ogni cosa, comprese le riflessioni personali sui risultati dell'indagine.

Bibliografia

1. Angelo T.A., Cross P.K. *Classroom Assessment Techniques*. San Francisco: Jossey – Bass, 1993
2. Cross P.K. *Learning Is about Making Connections*. Princeton, NJ: Education Testing Service, 1999
3. Dewey J. *Democracy and Education*. New York: Free Press, 1967
4. McDermott L.C. Oersted Medal Lecture 2001: Physics Education Research—The Key to Student Learning. *Am. J. Phys.*, 69, 11, November 2001
5. McDermott L.C. () – *Physics by Inquiry*, John Wiley, 1996
6. Mintzes J.J., Wandersee J.H., Novak J.D. (Eds.), *Assessing science understanding*, Academic Press, San Diego, 2000
7. Paul, R.W. The critical connection: Higher order thinking that unifies curriculum, instruction, and learning. In R. Paul, *Critical thinking: How to prepare students for a rapidly changing world* (pp. 273-289). Santa Rosa, CA: Foundation for Critical Thinking, 1993
8. Vygotsky L.S. *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press,