Motivare gli studenti nelle discipline scientifiche

Jack **Holbrook**[1], Miia **Rannikmae**[1], Liberato **Cardellini**[2]

[1]Centre of Natural Science Education, Università di Tartu, Estonia
[2]Dipartimento SIMAU, Università Politecnica della Marche, Ancona 60131, Italy

Riassunto

Uno dei problemi che tutti gli insegnanti incontrano è interessare gli studenti a ciò che si vorrebbe che essi imparino. L'esperienza degli insegnanti e studi sulle competenze che gli studenti acquisiscono a scuola dimostrano che esistono ampie possibilità di migliorare la qualità scolastica. Le conoscenze scientifiche e tecnologiche non sono in grado di per se di interessare e motivare gli studenti. L'istruzione scientifica viene vista come astratta e irrilevante, lontana dalla vita e dalle problematiche di tutti i giorni. In questo articolo la motivazione viene vista come un ingrediente fondamentale. Questo complesso costrutto viene costruito e stimolato dall'interesse degli studenti e dalla rilevanza di ciò che viene insegnato e dal modo in cui viene insegnato attraverso approcci didattici stimolanti e che sfidano le loro capacità.

Viene proposto un modello centrato sullo studente che attraverso tre stadi promuove la formazione scientifica attraverso un processo di inquiry. Vengono dati suggerimenti su come mettere in pratica questo nuovo metodo di insegnamento.

Abstract

This article sees motivation as a key ingredient in the teaching and learning of science subjects. Yet it recognises that motivation is a complex entity, comprising both intrinsic, within the student, and extrinsic aspects, largely supplied by the teacher. Intrinsic motivation is stimulated, or driven by both student interest and relevance and is associated with socio-scientific components, student-involvement and challenging teaching approaches. The article seeks to promote motivational learning through a 3-stage model, encompassing relevance, inquiry-based science education and socio-scientific decision-making.

Related teaching materials is promoted via a descriptive front-page with a meaningful title and focusing on the intended learning, a student-centred component providing the intended student learning in all 3 stages, a teacher guide component, assessment strategies and perhaps teacher notes to provide background and support materials.

Introduzione

Riuscire a motivare gli studenti nell'apprendimento scientifico a scuola costituisce un problema. Questo non tanto nell'affrontare il lavoro sperimentale o nelle altre attività che ruotano attorno allo studente, ma più che altro rispetto alle acquisizioni concettuali della materia, anche per la sua apparente irrilevanza nella vita di tutti i giorni. Questo articolo esamina la necessità della 'motivazione dello studente' e in special modo tratta di questo aspetto indicando maniere per divenire come docenti di scienze più utili agli studenti.

L'articolo presume che il primo dovere del docente sia di svolgere il programma scolastico con il massimo beneficio per gli studenti. Pur avendo usato 'studenti' al plurale, viene considerato all'atto pratico il ruolo del docente a supporto di ciascun singolo studente come si ritiene più appropriato. Che avvenga collettivamente in una classe di studenti, o valutando un compito individuale, si presuppone che si stia educando ciascun singolo studente. O, per dirla in breve – gli insegnanti insegnano in realtà agli studenti, non il programma scolastico!

Un'ulteriore considerazione arriva dal trend Europeo (EACEA/Eurydice, 2012), in combinazione con le considerazioni dagli USA sul futuro della scuola (NRC, 2012). Quello che vediamo profilarsi è un approccio relativo alle competenze in cui abilità e caratteri interdisciplinari (inclusi attitudini e valori) sono egualmente importanti. Così mentre il programma scolastico può svilupparsi su una cornice concettuale scientifica, noi docenti dovremmo avere la consapevolezza che l'intenzione dietro al programma è di promuovere gli aspetti rilevanti della materia, la crescita personale (compresa la crescita intellettuale) ed anche le abilità sociali (Holbrook & Rannikmae, 2007). Questa esigenza è molto correlata alla società e a come l'insegnamento scientifico possa giocare un suo ruolo nella formazione di cittadini responsabili, capaci di riflettere ad esempio sulle necessità di uno sviluppo sostenibile e anche per giocare un ruolo importante nell'assicurare un'occupazione nel mondo del lavoro.

Motivazione

Vogliamo suggerire che un ingrediente essenziale nell'insegnamento sia la motivazione dello studente. Gli insegnanti dovrebbero considerare attentamente le maniere per rendere l'educazione scientifica più stimolante per gli studenti perfino quando il programma scolastico è rigido.

Indipendentemente dal programma scolastico, una risposta ovviamente utile a questo riguardo, è di mettere al primo posto gli studenti e fornire un apprendimento che favorisca la fiducia in se stessi, la confidenza e certamente, la competenza personale. Mentre questo può essere molto aiutato con la creazione di una certa atmosfera positiva in classe da parte del

docente (troppo spesso l'unico stimolo delle lezioni scientifiche), l'offerta di un programma scolastico stimolante viene anch'esso considerato essenziale.

Questo articolo vede la 'motivazione' come molto importante nell'educazione scientifica, perché:

LA MOTIVATAZIONE —aiuta→ L'APPRENDIMENTO —per→ DIVENTARE UN MEMBRO DELLA SOCIETA' SCIENTIFICAMENTE E TECNOLOGICAMENTE PIU' PREPARATO

Nondimeno, il termine motivazione è alquanto complesso. E la 'motivazione dello studente' (studenti desiderosi), attivata dagli stessi studenti, può delinearsi attraverso un certo numero di prospettive differenti. Una di queste è che gli studenti possano percepire l'interesse (e il piacere), che, a sua volta, viene attivato dalla rilevanza (intesa come utilità, significatività o importanza) della situazione (Figura 2).

Figura 2. Il ciclo interesse, rilevanza, motivazioni interconnessi

Il ciclo interesse, rilevanza, motivazione può essere attivato negli studenti fondamentalmente in due maniere.

1. Gli studenti sono stimolati da fattori esterni, soprattutto dagli insegnanti (ma potrebbe anche essere una pressione esterna come i genitori, le verifiche scolastiche, ecc.). Questa motivazione esterna la si può ottenere rendendo una situazione interessante per gli studenti (un ambiente di apprendimento interessante o stimolante in aula), o magari sottolineando il legame di quanto viene insegnato con la vita personale degli studenti. Un docente molto apprezzato è quello che riesce a motivare esternamente gli studenti e far loro sentire il bisogno di partecipare ovvero, è il docente che rende una situazione interessante e/o rilevante che a sua volta può portare alla motivazione dello studente. Il docente motivante è allora una figura potente che permette agli studenti d'imparare.

2. La 'motivazione dello studente' può anche essere fornita dall'apprendimento stesso, se questo viene visto come interessante e rilevante dagli occhi degli studenti.
Ma, in qualsiasi situazione, è importante che il docente ricordi che la 'motivazione dello studente' si trova internamente allo studente. Proviene dallo studente. Mentre può essere stimolata dal docente (come detto nel punto 1 sopra), la si può anche stimolare con l'apprendimento offerto (educazione scientifica). Così il docente può:

(a) stimolare 'l'interesse dello studente' incorporando situazioni nell'insegnamento che portano alla 'motivazione dello studente.' Questo deriva da un 'interesse per la situazione' (un'interessante situazione di apprendimento creata dal docente) che tuttavia, provenendo dal docente, tende ad avere una portata limitata. L'interesse dello studente tende a scemare nel tempo e con esso, se non riaccesa dal docente, anche la motivazione dello studente.
(b) utilizzare un approccio maggiormente dipendente dagli interessi dello studente per stimolare la 'motivazione dello studente' – più in particolare creando situazioni in cui gli studenti apprendano da soli. In questo caso è la rilevanza dell'apprendimento che tende a spingere la motivazione, o richiama l'interesse dello studente per il metodo di apprendimento che successivamente aziona la motivazione dello studente. Come la figura 2 cerca di esprimere, la motivazione può spingere, o essere spinta da, rilevanza e/o interesse. Questo serve per importanti considerazioni sull'insegnamento, in modo speciale riguarda l'insegnamento delle materie scientifiche.

La domanda da considerare è: come si può fare affinché il programma scolastico sia visto dagli studenti come rilevante e quindi motivazionale e come possono i docenti fare un uso appropriato di reali opportunità educative per motivare, non solo attraverso loro stessi che forniscono lo stimolo (interesse situazionale), ma in modo più potente, attraverso l'incorporazione di linee guida significative nel programma scolastico? Rispetto a queste domande, i seguenti elementi motivanti sono considerati importanti.

1. Rilevanza socio-scientifica/componente basata sul contesto
Nella letteratura che studia un approccio all'insegnamento più legato alla sfera sociale vengono fornite molte indicazioni di come questo aiuti a guadagnarsi l'interesse di molti studenti. Spesso il metodo consiste nel coinvolgere gli studenti nell'apprendimento costruttivista, avviato a partire da una base socio-culturale familiare in modo da permettere agli studenti di colmare il divario tra l'apprendimento interno all'ambito sociale nel quale vivono e l'apprendimento a scuola (van Aalsvorst, 2004).

La convinzione è che:
• l'insegnamento delle scienze a scuola è veramente 'educazione scientifica' e ci vuole attenzione nel riferirsi al compito del docente come 'insegnante di scienze', quando si dovrebbe intendere insegnare per mezzo della scienza (Holbrook & Rannikmae, 2007).
• L'educazione scientifica abbraccia un campo più ampio della scienza e all'interno della maggior parte dei programmi scolastici cerca di andare incontro alle necessità degli studenti come membri della società (come cittadini e in funzione di una carriera futura).

Se l'educazione scientifica vuole avere un peso nella vita futura degli studenti, sembra ovvio che questa debba avere una qualche rilevanza nella società. Mentre le possibili applicazioni della scienza sono tradizionalmente parte dell'insegnamento scientifico, la sua rilevanza risulta da una riflessione matura e come conseguenza logica; di conseguenza non aiuta molto ad apprezzare la grandezza della scienza nella fase iniziale - una fase in cui gli studenti cercano l'interesse. Come viene sottolineato in '*Science Education Now; A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*' (EC, 2007), una principale preoccupazione espressa in merito all'insegnamento scientifico, è che la 'scienza scolastica' è vista dagli studenti come essere sia "irrilevante" che "astratta" (p. 9). La rilevanza deriva dal suo valore all'interno del contesto socio-culturale e quindi un'iniezione della componente socio-scientifica nell'apprendimento delle scienze nelle scuole è da considerarsi una utile aggiunta alla promozione della rilevanza.

Volendo riflettere sul come la rilevanza della scienza influisca sulla società, ci si può aspettare che l'apprendimento venga posto in relazione ad un contesto familiare per lo studente. In questo modo l'apprendimento inizia partendo da un contesto della vita di tutti i giorni, magari basandosi su problematiche o preoccupazioni locali (in genere associate al discorso sul miglioramento della qualità della vita), ma volendo ci si potrebbe anche rifare a delle problematiche globali (ad esempio a temi come, riscaldamento della terra, fabbisogno energetico, risorse d'acqua). Quindi le problematiche socio-scientifiche, che vengono viste come rilevanti dagli studenti perché risultano a loro familiari, forniscono un'introduzione più significativa all'apprendimento scientifico rispetto a quella che deriva in genere dai capitoli del libro di testo nei quali gli argomenti scientifici vengono introdotti in modo concettuale ed astratto.

2. Metodo d'insegnamento: elementi di sfida

Poniamoci ora la domanda: qual è il metodo appropriato per promuovere un apprendimento legato ad un contesto motivante all'interno della sfera dell'educazione scientifica? Un metodo che vale la pena menzionare è

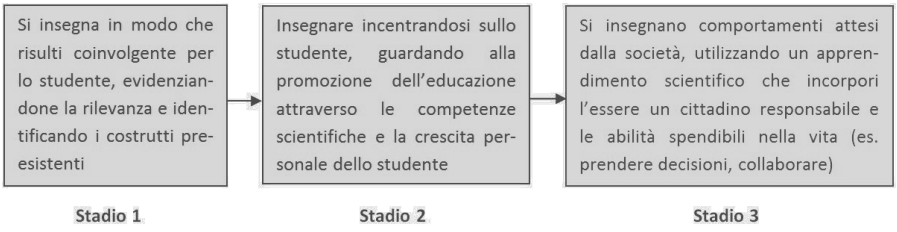
quello in cui s'incomincia da un contesto socio-scientifico, condito con l'apprendimento basato sulla ricerca (inquiry) e seguito da un sistema di consolidamento dei concetti scientifici appresi. In questo si può ritrovare un metodo d'insegnamento filosofico a 3 stadi, gestito dal docente; con un avvio incentrato sulla rilevanza, seguito da una consolidazione scientifica dell'apprendimento delle scienze con il coinvolgimento dello studente, specialmente in un contesto di rilevanza e nella considerazione del ruolo giocato dalle scienze (Holbrook & Rannikmae, 2010). Questo approccio si basa molto sul coinvolgimento dello studente. E di conseguenza, c'è bisogno di fondare l'apprendimento sui costrutti preesistenti degli studenti, che spesso derivano dalla società. Una comune pratica, quindi, è quella di stimolare le conoscenze preesistenti negli studenti attraverso il brainstorming e da lì partire, coinvolgendo gli studenti in lavori di gruppo (Cardellini & Felder, 1999) per sviluppare dei progetti che facilitino l'apprendimento concettuale scientifico futuro (valutazione di progetti, il metodo Jigsaw per lo sviluppo delle aree dell'apprendimento, ecc.).

Praticare l'educazione scientifica usando le componenti della motivazione

Affrontiamo l'argomento attraverso due prospettive:
(a) un modello teorico proposto, e (b) il metodo d'insegnamento.

a) Il modello teorico: pianificare l'insegnamento motivante in 3 stadi

Il diagramma sottostante illustra l'utilizzo della rilevanza socio-scientifica come elemento chiave per attivare la motivazione personale dello studente (o motivazione intrinseca allo studente) e per promuovere il coinvolgimento dello studente nell'apprendimento. Questa motivazione è quindi alimentata dalla partecipazione dello studente e anche sostenuta da qualsiasi altro aspetto motivante fornito dal docente.



Il 1° stadio – Un contesto coinvolgente e rilevante (Scenario)

L'utilizzo di uno scenario 'appropriato' nella fase iniziale è importante. Serve a stimolare l'interesse ma anche a farne capire l'importanza agli studenti. Ma certamente non tutti i contesti sono adatti. La ricerca ha dimostrato che gli studenti si identificano con specifiche espressioni o presenta-

zioni e questo fatto ricopre un ruolo importante nel determinare se lo scenario scelto funziona. Anche il titolo dato allo scenario svolge una sua funzione. Se fallisce nel catturare l'attenzione degli studenti, lo scenario difficilmente funzionerà. La rilevanza è quindi un utile precursore per lo sviluppo dell'interesse personale degli studenti ed è un potente stimolo per l'apprendimento scientifico. Fornisce gli studenti il desiderio di approfondire l'apprendimento, spingendosi oltre allo scenario proposto verso l'apprendimento delle nuove conoscenze scientifiche che il modulo deve contenere. Possiamo dire che qui è la rilevanza che sostiene la motivazione.

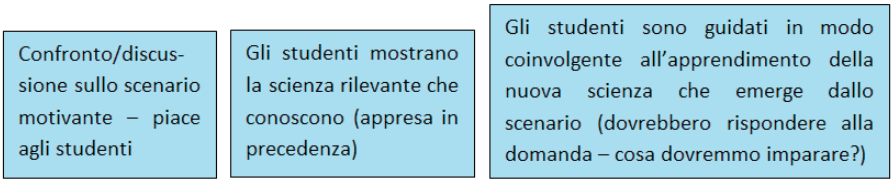
Il metodo d'insegnamento dovrebbe essere 'prima motivare', a cui segue l'apprendimento scientifico come secondo. Questo approccio contrasta con il metodo classico che presuppone che sia la scienza stessa interessante in modo che possa a sua volta motivare gli studenti (purtroppo, in moltissimi casi, sappiamo che non funziona!!). Sfortunatamente, i metodi standard d'insegnamento che suppongono implicitamente che la scienza sia intrinsecamente interessante per gli studenti se insegnata nel modo giusto, hanno però dimostrato nella pratica che non attraggono molti studenti nella scuola secondaria (Osborne et al., 2003).

Abbiamo visto che la motivazione si stabilisce per mezzo di uno scenario. Tuttavia, per far si che questo funzioni correttamente deve seguire quattro criteri:

(i) Deve piacere agli studenti.
(ii) È parte della vita quotidiana (anche se ricollegabile ad una problematica globale).
(iii) Ha associato un collegamento scientifico (che è parte del programma scolastico).
(iv) Viene presentato in modo coinvolgente.

S'incoraggia l'uso estensivo di internet e YouTube se aiuta visivamente a dare avvio a questo tipo di insegnamento. Altri scenari includono storie, cartoni animati e raffigurazioni. È importante assicurare un collegamento al programma scolastico, giacché lo scopo dello scenario è quello di attivare la motivazione negli studenti in funzione dell'apprendimento scientifico che segue. Con l'utilizzo dello scenario, i docenti desiderano che gli studenti si facciano avanti con commenti, domande, e/o delle discussioni. Attraverso questo ci aspettiamo che lo studente diventi interessato. Tuttavia, per il docente, il vero obbiettivo delle interazioni con gli studenti è far emergere le conoscenze precedenti che hanno e, magari, la scienza relativa che a loro piacerebbe apprendere (se presente nel programma scolastico).

Perciò, sebbene possa piacere agli studenti interagire attraverso uno scenario, non ci si può accontentare di discuterne semplicemente gli aspetti sociali. Il diagramma sottostante evidenzia i componenti principali.



Potenziali indicatori, o feedback, e aspetti importanti che il docente dovrebbe valutare:

1. Gli studenti partecipano in modo socialmente accettabile.
2. Gli studenti si accorgono delle componenti scientifiche nello scenario socio-scientifico.
3. Gli studenti sono in grado di riconoscere le conoscenze scientifiche antecedenti, se ci sono, relativamente allo scenario (sia i costrutti corretti che, all'occorrenza, le concezioni sbagliate).
4. Gli studenti sono in grado di proporre delle buone idee per approfondire l'apprendimento scientifico (una questione scientifica da risolvere e magari un'idea su come riuscirci).

Una volta catturata l'attenzione e stabilita la motivazione dello studente attraverso lo scenario, il docente può concentrarsi nell'approfondire l'apprendimento scientifico, che è, in sostanza, legato alla scienza concettuale attraverso degli indicatori di competenze da acquisire basate sul programma scolastico. L'intenzione è che, in questo ulteriore stadio, lo studente le acquisisca gradualmente. Gli stadi attraverso cui questo avviene possono essere proposti come una serie di sfide, anche se il grado fino al quale questo è possibile dipende dalle abilità scientifiche dello studente apprese in precedenza.

Preparare lo stadio 2

Mentre lo stadio 1 è un preliminare con cui si accresce la motivazione dello studente e sviluppa l'interesse per la scienza, lo stadio 2 è quello importante per l'acquisizione di nuovi concetti scientifici attraverso l'apprendimento basato nel coinvolgimento degli studenti in appropriate ricerche (inquiry-based learning). Tuttavia, l'esperienza ha mostrato che i docenti hanno bisogno di essere guidati per apprezzare come spostarsi dallo stadio 1 allo stadio 2 mantenendo la 'motivazione dello studente'.

Il processo atteso è:

(a) dare modo agli studenti di riconoscere che non sono in grado di comprendere la scienza riguardante lo scenario senza apprendere nuovi concetti scientifici, e allora -

(b) sviluppare problematiche scientifiche a cui si deve trovare risposta (da parte degli studenti se riescono, altrimenti il docente che li guida – *sforzandosi di dire sempre il minimo*). Lo stadio 2 consiste nel trovare le risposte alle problematiche, il che si presenta come una sfida coinvolgente per gli studenti.

Spostarsi dallo scenario allo sviluppo della problematica scientifica *dipende molto dall'abilità del docente*. È importante che il docente si renda conto che introdurre il libro di testo qui può guastare la sfida e, con essa, la motivazione dello studente di cercare la soluzione della problematica in una maniera investigativa.

Intraprendere lo stadio 2

Questo probabilmente è lo stadio dove **si spende la maggior parte del tempo insegnando/imparando** e dove gli studenti acquisiscono sia in modo concettuale che a livello personale e come formazione sociale (le componenti dell'*educare con la scienza*). È fondamentale riuscire a far arrivare l'entusiasmo generato dallo stadio 1 a questo importante stadio.

L'approccio qui usato è un portare al massimo l'apprendimento costruito dallo studente (Inquiry-Based Science Education o IBSE). Il passo con cui l'insegnamento procede dipende molto dalle capacità degli studenti, sviluppate in occasioni precedenti, il tutto sostenuto dal coinvolgimento estrinseco prodotto dal docente.

Nel caso in cui gli studenti abbiano acquisito in precedenza esperienze nelle abilità richieste per portare a termine un procedimento scientifico (come proporre la questione scientifica da approfondire, pianificare l'investigazione da intraprendere, condurre l'investigazione, ecc..), allora l'affrontare un apprendimento basato sulla raccolta di evidenze (*un elemento fondamentale del percorso scientifico*) diventerà più facile. Ci si può aspettare che l'apprendimento scientifico basato sull'investigazione richieda molto meno tempo quando si è già maturata esperienza che nel caso in cui gli studenti non hanno avuto occasioni precedenti di *apprendimento incentrato sullo studente*. (La crescita in esperienze precedenti dovrebbe essere un elemento chiave per l'insegnamento nei primi anni dell'istruzione scientifica superiore).

Spieghiamo l'apprendimento basato sull'indagine

I docenti devono avere una chiara nozione degli obbiettivi dietro l'apprendimento attraverso l'investigazione. Questa comprensione deve

andare oltre il semplice raggiungimento delle abilità manipolative da parte dello studente. L'inquiry learning vuole essere un apprendimento cognitivo costruito dallo studente, con l'insegnante che fa da facilitatore. **Di certo NON è semplicemente seguire uno schema di lavoro e trascrivere una certa risposta.** *Invero, si suggerisce che l'obbiettivo del docente sia cercare di lavorare il meno possibile con uno schema di lavoro. Più il docente semplifica e guida, più gli studenti riescono a crescere e costruire la fiducia in se stessi.* La cattiva notizia è, ovviamente, che l'apprendimento guidato dallo studente porta via tempo. La buona notizia è che, con la pratica, gli studenti diventano più produttivi e di conseguenza meno tempo sarà richiesto.

Seguono quelle che all'incirca sono tutte le componenti dell'apprendimento basato sull'indagine (*anche se non tutte viste realmente come abilità di processo*):

- proporre questioni scientifiche (problematiche da approfondire scientificamente);
- (ove necessario, separare le problematiche in sotto-problemi da approfondire separatamente);
- sviluppare un piano per degli esperimenti;
- indicare strumenti e apparecchiature da usare (spesso basandosi su esperienze di laboratorio precedenti) e le necessarie precauzioni per la sicurezza;
- registrare in modo appropriato le osservazioni e interpretare i dati ottenuti in modo corretto.

Inoltre, a livello personale, ci si aspetta che gli studenti imparino ad usare le *abilità comunicative* per presentare le loro conclusioni in modo appropriato (scritte, orali, o ICT) e discutere sui limiti associati con le soluzioni da essi proposte nella soluzione del problema (come risposta alla questione scientifica). Per di più, l'apprendimento basato sull'indagine è anche molto indicato per lo sviluppo di abilità sociali, in special modo gli sviluppi interpersonali (studente-studente e studente-insegnante) e migliorare ulteriormente le proprie capacità, associate alle attitudini proprie dell'apprendimento per mezzo dell'investigazione, come l'iniziativa, l'ingegnosità, il lavorare in sicurezza e la perseveranza.

I differenti gradi dell'apprendimento costruito dallo studente (all'interno dell'IBSE)

Sebbene i componenti IBSE siano stati illustrati sopra, gli insegnanti possono certamente approfondire l'apprendimento con i propri studenti usando anche altri metodi. Qualsiasi sia il metodo usato, lo scopo finale è permettere agli studenti di affrontare l'approfondimento dell'apprendimento

senza, o al più con una minima intromissione del docente (ovvero sono gli studenti che intraprendono lo sviluppo di un progetto o un'indagine 'libera').

Per questo livello d'indipendenza dello studente, i docenti hanno bisogno d'insegnare agli studenti a costruire il loro modo di pensare rispetto ai diversi stadi dell'apprendimento attraverso l'indagine.

Dall'esperienza di moti insegnanti risulta che più pratica hanno gli studenti nei processi di inquiry, più facilmente e con maggiore abilità si ritroveranno a intraprendere i livelli più alti di IBSE incentrato sullo studente.

Riportiamo come esempio dei vari stadi (e sotto-stadi) che i docenti possono considerare nel progettare specifiche esperienze IBSE per gli studenti la seguente illustrazione di Smith (2011), che a sua volta modificò quella di Herron (1971), dove 'dato' significa 'fornito dal docente' e 'libero' significa 'fornito dagli studenti'.

Livello di ricerca	Quesito Scientifico	Materiale/ Equipaggiamento	Pianificazione/ Procedure	Risposta/ Soluzione
0*	Dato	Dato	Dato	Dato
1 Strutturato	Dato	Dato	Dato	Libero
2 Guidato ***(opzione A)***	Dato	Dato *(in toto o forse in parte)*	Dato *(in toto o forse in parte)*	Libero
2 Guidato ***(opzione B)***	Dato	Libero	Libero	Libero
2 Guidato ***(opzione C)***	Dato	Dato in parte *(mediante una selezione di materiali che però include anche ciò che serve)*	Libero *dalla* prospettiva dell'alunno *(ma fornito dal docente poiché devono usare i materiali come assegnati)*	Libero
2 Guidato ***(opzione D)***	In parte libero *(usa parametri generosi)*	Libero	Dato in parte *(ad es. attraverso passate esperienze di controllo delle variabili, analogia con altri esperimenti o forme di ricerche, ma libero perché non si dice cosa fare)*	Libero
2 Guidato ***(opzione E)***	Libero	Parzialmente libero *(questo è quanto abbiamo a scuola)*	Libero *(ma il docente deve stare attento sulla questione della sicurezza)*	Libero
3 Libero	Libero	Libero	Libero	Libero

*Non può considerarsi IBSE

La nostra esperienza come docenti ci fa comprendere che il percorso attraverso i metodi indicati in tabella NON ci si può aspettare che sia lineare. Così ad esempio, le varie differenze tra la tipologia 2 e la tipologia 3 (ricerca libera) dipenderanno dagli studi precedenti e dalla severità delle sfide portate avanti nelle lezioni di scienze.

Prepararsi per il 3° stadio

La soluzione della questione scientifica, dettagliata attentamente, registrata e collegata ad altri concetti scientifici, ci si aspetta che naturalmente

conduca ad un 3° stadio. Nondimeno, nello spostarsi verso il 3° stadio, è importante che agli studenti sia data la possibilità di consolidare quanto imparato attraverso validi sistemi di feedback/valutazione utilizzati dal docente come le mappe concettuali (vedi paragrafo successivo), semplici test, presentazioni orali o scritte.

Questi consolidamenti non solo sottolineano i collegamenti tra i concetti scientifici ma si possono estendere arrivando a collegamenti tra materie scolastiche (imparare da altre aree del sapere cosicché la scienza sia integrata nella mente dello studente e all'interno della società).

Quindi, nel 3° stadio, le conoscenze scientifiche apprese attraverso il processo di indagine possono essere usate per fare altre considerazioni sulla questione socio-scientifica che aveva avuto inizio nello scenario al 1° stadio.

Creare mappe concettuali

Lo stadio 2 incorpora l'apprendimento di concetti scientifici e gli studenti incontrano idee scientifiche nuove.

Affinché sia utile, questo processo deve inserire i nuovi concetti in un contesto scientifico più ampio e, in particolare, questa nuova scienza va collegata ad altre conoscenze scientifiche del programma scolastico.

Novak & Gowin (1984) hanno mostrato come i concetti scientifici possano essere collegati tra loro attraverso le mappe concettuali.

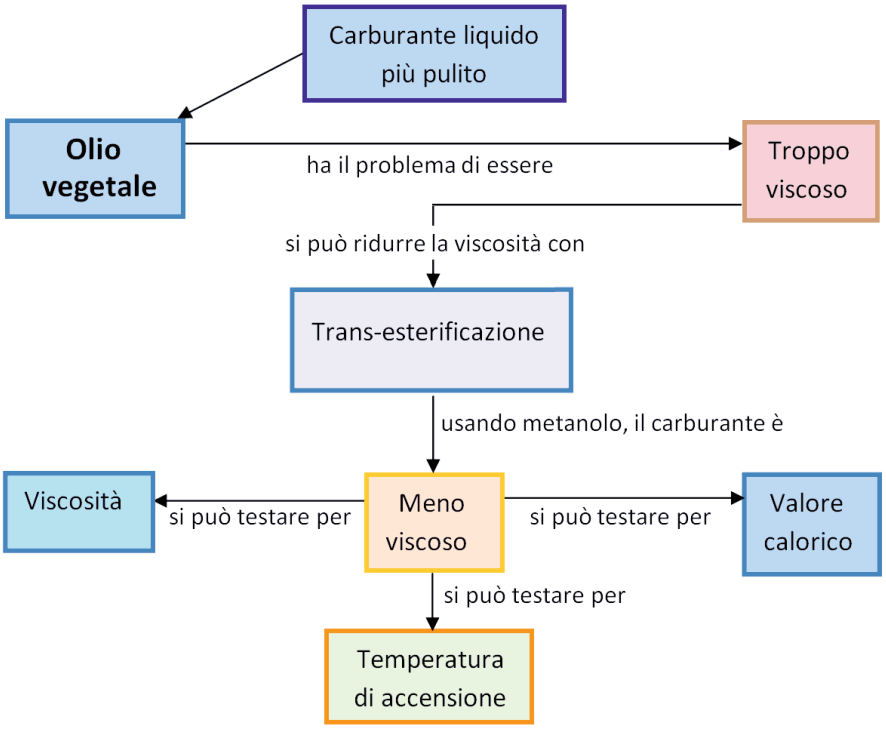
Le mappe concettuali sono un mezzo per rappresentare la conoscenza e sono basate su di un costrutto teorico (Novak & Cañas, 2006).

Così il creare queste mappe concettuali da parte degli studenti diventa un esercizio utile anche per la valutazione, in cui gli studenti illustrano quanto appreso sulla struttura dei concetti scientifici – aspetto importante per il collegamento delle idee scientifiche.

L'estensione dell'insegnamento scientifico delineato e portato avanti dal docente (il numero dei concetti scientifici) dipenderà da fattori quali:

- l'interesse del docente;
- l'abilità degli studenti;
- il livello d'interesse che può essere sostenuto dagli studenti, e, ovviamente,
- i fattori esterni quali il tempo a disposizione per l'insegnamento.

All'atto pratico, la seguente illustrazione mostra un esempio di una possibile mappa concettuale riferita al Biodiesel.



Affrontare il 3° stadio

Il 3° stadio consiste nel prepararsi per potenziali azioni comportamentali – la dimostrazione massima delle competenze acquisite. Qui gli studenti sono chiamati a utilizzare i concetti scientifici acquisiti, inserendoli nella situazione dello scenario originale, così da poter discutere la situazione dello scenario più approfonditamente, sfruttando le conoscenze appena acquisite. Questa è un'importante, valida e possibilmente coinvolgente, componente dell'apprendimento e aiuta a raggiungere due importanti obbiettivi dell'apprendimento:

(i) studenti che **trasferiscono** idee scientifiche in una **situazione nuova, contestuale**, e

(ii) studenti capaci di partecipare significativamente in un **esercizio sul processo decisionale** per giungere a una decisione giustificata in relazione con l'iniziale situazione socio-scientifica delineata con il titolo del modulo (azione comportamentale suggerita).

Il 3° stadio riguarda le interazioni tra gruppi di studenti, o di un'intera classe, mediante attività come dibattiti, giochi di ruolo, o discussioni. Gli studenti dovrebbero avanzare il proprio punto di vista, il docente assicurarsi

che l'integrazione della nuova scienza avvenga in maniera interessante e *appropriatamente corretta*. Gli studenti si ritrovano coinvolti in aspetti dell'*argomentazione* (difendendo il loro punto di vista o confutando il punto di vista degli altri), come anche nel dover comunicare nuove conoscenze scientifiche in maniera *concettualmente corretta*. Il risultato finale è un insieme di decisioni di piccoli gruppi, o un consenso unanime raggiunto dalla classe intera. La decisione definitiva non è, per se stessa, così rilevante come le giustificazioni avanzate, ma naturalmente le conclusioni dovrebbe soddisfare i valori accettati dall'intera società locale.

b) L'insegnamento

Mentre il modello a 3 stadi è una considerazione teorica, l'insegnamento deve basarsi su un metodo valido capace di guidare gli studenti nell'apprendimento. Così i moduli per l'insegnamento, basati sulla filosofia a 3 stadi (vista come l'esaminare il familiare; lo spaziare tra sociale e scientifico; il relazionarsi all'indietro dalla concettualizzazione scientifica all'apprezzamento sociale) vengono suggeriti come un utile supplemento. Vista l'importanza delle attitudini dello studente, assicurarsi che la motivazione sia incoraggiata e alimentata per tutto il modulo è di primaria attenzione. Tuttavia, il modulo non ha bisogno di indicare direttamente i vari stadi, soprattutto per non dar l'idea a docenti e studenti che l'apprendimento sia inteso a comparti e con delle suddivisioni. A dirla tutta, gli studenti non dovrebbero accorgersi della presenza dei 3 stadi.

Struttura dei moduli

Mentre la struttura dei moduli non va presa come una necessità, i seguenti 5 componenti possono avere un valore didattico: una pagina iniziale; attività o compiti dello studente; una guida del docente; i metodi di valutazione e gli appunti di approfondimento per il docente (sia la parte scientifica che quella pedagogica). Vengono spiegati più a fondo nei paragrafi seguenti per capirne il valore e dare indicazioni ai docenti su come fare il miglior uso appropriato dei moduli. Le sotto-sezioni spiegano più in dettaglio la struttura dei moduli su come si presentano in pratica. È importante che i docenti comprendano la NON assolutezza dei moduli ma il loro essere una linea guida. I docenti, possono, e sono vivamente incoraggiati a, modificare i moduli per meglio adattarli alla situazione della loro classe.

Presentazione

Consiste in un paio di pagine, con una stesura gradevole per attirare l'attenzione su (a) il titolo del modulo, (b) un sommario del contenuto scientifico, come anche (c) l'elaborato del fulcro dell'apprendimento 'educare con la scienza' rappresentato come *competenze da svilupparsi* attraverso l'insegnamento utilizzando il modulo. Le competenze sono importanti visto

che indicano l'*apprendimento desiderato* e quindi le parti dell'apprendimento che devono essere verificate durante l'apprendimento. Essendo relative alla 'educazione con la scienza', le competenze vanno oltre la conoscenza e comprendono abilità, attitudini e valori, pertinenti con la situazione e l'apprendimento voluto. Alcuni moduli sviluppati da insegnanti italiani si trovano all'URL: http://www.profiles.univpm.it/node/23.

Attività degli studenti

Nel preparare le attività per gli studenti, è importante tenere conto che questa sotto-sezione è destinata agli studenti. *È l'unica parte del modulo che è pensata per poter essere consegnata agli studenti.*

Va quindi realizzata in modo tale da coinvolgere direttamente gli studenti nella costruzione del proprio sapere. Tuttavia allo stesso tempo, non deve diventare un mezzo per sostituirsi all'insegnante e dettare all'insegnante come occuparsi di questo aspetto. Con questo in mente, le attività dello studente vengono proposte come un singolo insieme (non divise tra i 3 stadi). Però, c'è comunque da assegnare lo scenario (sul foglio delle attività dello studente, se stampato). Inoltre, anche se le attività dello studente sono elencate, non sono solitamente accompagnate dal programma di lavoro (*gli schemi di lavoro, se forniti con il modulo, sono di proposito inclusi tra le note del docente* cosicché il docente ha l'opzione di scegliere se questi fogli di lavoro sono appropriati per farne uso, o serve modificarli prima, o non servono affatto).

Guida del docente

La parte per il docente è una importante sezione del modulo. Ha il compito di guidare l'insegnante per fargli apprezzare la situazione creata dai progettisti del modulo e la maniera in cui si aspettano che si svolga l'apprendimento. Nondimeno, la guida offerta è consultiva e può essere tralasciata dal docente, se e quando l'insegnante lo ritiene opportuno. Chiaramente la libertà espressa per il docente è importante, giacché quello che interessa particolarmente è l'utilizzo della 'rilevanza per gli studenti' come fattore motivante e anche che sia sviluppato l'apprendimento in maniera costruttivista, basandosi sulle conoscenze precedenti che gli studenti in quel momento posseggono.

All'interno del modulo, la guida del docente può comparire in un formato lezione-per-lezione e può riportare sia un diagramma di flusso della sequenza di apprendimento attraverso i 3 stadi, sia una mappa concettuale che potrebbe essere utile per chiudere il 2° stadio.

Valutazione

Nel contesto di 'educare con la scienza', non tutte le competenze possono essere determinate utilizzando una valutazione del tipo matita e carta.

Inoltre, nelle nuove situazioni, vale di più determinare e supportare i progressi dello studente che non valutare in modo sommativo. Questo si presta a metodi di valutazione formativi e quindi la sotto-sezione di valutazione è pensata per guidare il docente nello sviluppo di metodi di valutazione che loro ritengono appropriati. Così, i suggerimenti vogliono solo essere puramente indicativi (a seconda delle circostanze) e non una guida per il docente da seguire senza una ponderata selezione delle parti e un adattamento al proprio insegnamento. Le idee per una valutazione formativa sono pensate

(a) basandosi su conoscenza/abilità/attitudini/valori che gli studenti devono acquisire, e/o
(b) valutazione lezione per lezione, e/o
(c) basandosi sul metodo preferito dal docente nel compiere la verifica.
Ovviamente i metodi non sono pensati per essere usati tutti e tre contemporaneamente dai docenti, anche se un mescolamento e adattamento è sempre opzionabile dal docente. La valutazione sommativa finale non è inclusa; certamente, come e se usarla spetta solo al docente.

Appunti per il docente

Questa sezione, che può o anche no essere presente, è pensata come materiale di supporto aggiuntivo da offrire al docente per assisterlo nell'insegnamento. Visto il potenziale inter-disciplinare dei moduli (derivante dai collegamenti con la società), questa sezione può fornire appunti su un più ampio contenuto scientifico che potrebbe essere non familiare per il docente: schemi di lavoro suggeriti da usare con gli studenti, provvista di risposte alle domande sollevate nelle attività degli studenti, o dettagli sugli aspetti sperimentali e sulla sicurezza. Le note del docente possono trovarsi sotto forma di spiegazioni dirette o appunti, o possono più semplicemente essere indicazioni di riferimenti adatti, soprattutto su internet.

Conclusione

La motivazione viene proposta come chiave per l'apprendimento scientifico. Questo si basa sulla filosofia per cui la motivazione personale è un metodo migliore per l'apprendimento che lo stipare fatti senza alcuna rilevanza nella mente dello studente. E l'obbiettivo altri non è che promuovere l'alfabetizzazione scientifica e tecnologica che permette agli studenti di far fronte a ulteriori studi nella materia, acquisire attitudini e attributi che lo rendano cittadino responsabile e guadagnare abilità utili per l'impiego. Le abilità, le competenze, comprese le attitudini che questo metodo d'insegnamento permette di sviluppare sono parte integrante dei descrittori di Dublino (Dublin descriptors, 2004; European Communities,

2007). L'impatto dei moduli, che favorisce l'insegnamento innovativo e l'integrazione delle idee teoriche sottostanti, è illustrato nei seguenti articoli, come anche in altre pubblicazioni (Bolte, Holbrook, Mamlok-Naaman & Rauch, 2014; Bolte, Holbrook & Rauch, 2012; Special issue of Science Education International – accessibile su www.icaseonline.net/seiweb). L'accesso a molti moduli in Inglese è possibile attraverso il sito www.profiles-project.eu.

Riferimenti

Bolte, C., Holbrook, J. Mamlok-Naaman, R. & Rauch, F. (Eds.). (2014). *Science Teachers' Continuous Professional Development in Europe. Case Studies from the PROFILES Project.* Berlin: Freie Universität Berlin (Germany)/Klagenfurt: Alpen-Adria-Universität Klagenfurt (Austria).

Bolte, C., Holbrook, J., Rauch, F. (Eds.) (2012). *Inquiry-based Science Education in Europe: Reflections from the PROFILES Project*. Berlin: Freie Universität Berlin.

Cardellini, L. & Felder, R. M. (1999). L'apprendimento cooperativo: un metodo per migliorare la preparazione e l'acquisizione di abilità cognitive negli studenti. *La Chimica nella Scuola*, **21** (1), 18-25.

Dublin descriptors. (2004). Online at: http://www.tcd.ie/teaching-learning/academic-development/assets/pdf/dublin_descriptors.pdf

European Commission (EC). (2007). *Science Education Now: A renewed pedagogy for the Future of Europe.* Brussels: Author.

European Communities. (2007). *Key competences for lifelong learning. European reference framework.* Luxembourg: European Communities.

EACEA/Eurydice. (2002). *Key Competencies: A Developing Concept in General Compulsory Education* (Vol. 5). Ministry of Education.

EACEA/Eurydice, (2012). *Key Data on Education in Europe 2012*. Brussels: Eurydice.

Fernandez, C., Holbrook, J., Mamlok-Naaman, R. & and Coll, R. K. (2013). How to teach science in emerging and developing environments. In: I. Eilks & A. Hofstein (Eds.). *Teaching Chemistry – A Studybook. A Practical Guide and Textbook for Student Teachers, Teacher Trainees and Teachers*. (pp. 299-326). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *School Review,* **79** (2), 171- 212.

Hofstein, A., Eilks, I. & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education: a pedagogical justification and the state of the art in Israel, Germany and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **9** (6), 1459-1483.

Holbrook, J. & Rannikmäe, M. (2010). Contextualisation, de-contextualisation, re-contextualisation – A science teaching approach to enhance meaningful learning or scientific literacy. In: I. Eilks & B. Ralle (Eds.). *Contemporary Science Education* (pp. 69-82). Aachen, Germany: Shaker.

Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education,* **4** (3) 275-288.

Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, **29** (11), 1347-1362.

Novak J. D. & Cañas A. J. (2006), *The theory underlying concept maps and how to construct them* (Technical Report No. IHMC CmapTools 2006-01). Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.

Novak J. D. & Gowin D. B. (1984), *Learning how to learn.* New York: Cambridge University Press.

National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas.* Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield foundation*. London: Nuffield Foundation.

Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education,* **25**(9), 1049–1079.

PROFILES project (2014). Professional Reflection Orient Focus on Inquiry Learning and Education through Science. Access from www.profiles-project.eu.

Sjöström, J. (2011). Towards Bildung-oriented chemistry education. *Science & Education* online retrieved doi 10.1007/s11191-011-9401-0.

Smith, C. (2011). Scientific Thinking. ICASE newsletter April 2011. Accessed online: www.icaseonline.net/news.html

Science Education International (SEI) (2014). Special Issue – PROFILES. Access from: www.icaseonline.net/seiweb

Tytler, R. (2007). *Australian education review: Re-imagining science education engaging students in science for Australia's future*. Victoria: ACER Press.

Van Aalsvoort, J. (2004). Logical positivism as a tool to analyse the problem of chemistry's lack of relevance in secondary school chemical education. *International Journal of Science Education*, **26**(9), 1151-1168

Compilato il 15 febbraio 2016, ore 11:00
con il sistema tipografico LaTeX 2_ϵ

Finito di stampare nel mese di febbraio del 2016
dalla tipografia «System Graphic S.r.l.»
00134 Roma – via di Torre Sant'Anastasia, 61
per conto della «Aracne editrice int.le S.r.l.» di Ariccia (RM)