

L'insegnamento delle scienze sperimentali: dalla routine ad una didattica consapevole¹

1 - Insegnamento e apprendimento

Penso che tutti possiamo trovarci d'accordo se dico che la stragrande maggioranza degli insegnanti desidera che i propri allievi apprendano ciò che essi si danno la pena di insegnare. Ora, quando si persegue un obiettivo di apprendimento, lo si persegue con un *metodo di insegnamento*: ogni insegnante, anche se non ne è cosciente, ricorre ad un metodo di insegnamento che si presenta come un insieme di *dispositivi didattici* che utilizzano diversi *strumenti* e che vengono attivati in *situazioni* di apprendimento.

Possiamo allora chiederci se un insegnante che ha ricevuto unicamente una formazione disciplinare è in grado di operare consapevolmente una scelta tra metodi di insegnamento diversi.

Il solo metodo di insegnamento che essi conoscono è quello che hanno visto applicare dai propri docenti, soprattutto quelli della scuola secondaria e dell'università, ed è questo metodo che sono portati naturalmente ad utilizzare, in quanto per essi è l'unico esistente. Come molto spesso avviene, l'abitudine è diventata una seconda natura e quindi non permette di distinguere il metodo dal sapere che si insegna: si ritiene che il primo sia connaturato al secondo. Ogni metodo di insegnamento è fondato su un *modello di apprendimento*. Se un insegnante non è conscio di aver scelto un determinato metodo di insegnamento, così non è conscio di riferirsi ad un determinato modello di apprendimento che lo sottende. La maggior parte degli insegnanti fanno riferimento ad un modello di apprendimento senza esserne pienamente consci. Ora noi possiamo chiederci: qual è il modello di riferimento che oggi domina nella scuola italiana e soprattutto nella scuola superiore? Quali sono i suoi pregi ed i suoi inconvenienti? Esistono delle alternative?

2 - Il modello d'apprendimento dominante

Nella scuola italiana domina un modello d'apprendimento per trasmissione/ricezione di informazioni che si richiama ad una teoria dell'apprendimento di natura "sensualistaempirista". Secondo questa teoria, è sufficiente che l'insegnante esponga le conoscenze o le renda evidenti mediante

¹ Tratto da:

La Fisica nella Scuola, XXXVI, 2 Supplemento 2003 – XL Congresso Nazionale AIF, Senigallia, 2001 pp. 3-9

dimostrazioni o sperimentazioni per far sì che il soggetto che impara ne acquisisca una copia. L'apprendimento è assimilato ad una *impronta intellettuale* e la conoscenza sarebbe un contenuto di insegnamento che viene ad imprimeri nella mente dell'allievo come su una tavoletta di cera vergine. Obiettivo dichiarato dell'insegnamento è trasmettere, ad allievi che "non sanno", un insieme di informazioni o conoscenze possedute dall'insegnante. L'apprendimento è concepito secondo uno schema comunicativo emettitore/ricevitore dove all'allievo è riservato il ruolo di ricevitore passivo.

L'attività scolastica rimane rigidamente suddivisa in tre momenti: lezione frontale - studio individuale - interrogazione. La lezione frontale, nella quale l'insegnante espone e l'allievo ascolta, costituisce il dispositivo didattico principale. La *situazione di apprendimento* è di tipo impositivo. Questo modello è fondato sul presupposto che esista una specie *di razionalità comune* che, in certe condizioni, permetterebbe ad ogni allievo di interpretare le parole dell'insegnante in modo adeguato e, di conseguenza, acquisire i saperi che questi gli propone. Tale presupposto riposa a sua volta su tre ipotesi:

Ipotesi n. 1 - L'allievo è un soggetto neutro dal punto di vista concettuale: si tratta della *metafora del contenitore vuoto* nel quale è possibile immettere senza particolari difficoltà nuovi saperi.

Ipotesi n. 2 - Si ammette che esista una *trasparenza comunicativa* nel passaggio delle informazioni dall'insegnante all'allievo, ossia si ritiene che la trasmissione diretta di conoscenze dall'insegnante all'allievo sia possibile se si instaura una situazione di *comunicazione ottimale* tra chi detiene il sapere (l'insegnante) e chi lo deve acquisire (l'allievo). Tale situazione di comunicazione ottimale è realizzabile se l'insegnante padroneggia la disciplina, espone le nozioni in modo chiaro e rigoroso, usa un linguaggio appropriato, affronta le difficoltà in modo graduale, fornisce spiegazioni esaurienti, arricchisce l'esposizione con esempi e controesempi. È l'idea dei disciplinari, ossia di quanti ritengono che per essere un buon insegnante sia sufficiente conoscere bene la disciplina.

Ipotesi n. 3 - Si accetta l'ipotesi della *comprensione a posteriori*, ossia si ammette che ogni soggetto sia spontaneamente in grado di strutturare un sapere complesso attraverso la somma di saperi parcellizzati acquisiti indipendentemente l'uno dall'altro.

Pregi

Questa maniera di gestire le attività di insegnamento/apprendimento presenta indubbiamente un aspetto positivo, in quanto permette di fornire informazioni ad un numero elevato di persone in un tempo limitato. Essa inoltre può risultare efficace, a patto che si verifichino certe condizioni:

- l'uditorio è costituito di persone motivate;

- tali persone possiedono strutture mentali analoghe a quella dell'insegnante, in modo che le informazioni fornite da chi parla siano comprese da chi ascolta;
- tali persone possiedono già informazioni nell'ambito di ciò che viene insegnato in modo tale che una esposizione chiara e progressiva di un contenuto ben strutturato permetta loro di organizzare e ristrutturare le informazioni già possedute, ma lacunose e disordinate.

Si consideri, ad esempio, un corso di aggiornamento per dentisti tenuto allo scopo di presentare una nuova tecnica conservativa. È evidente che l'oratore potrà servirsi di conferenze e eventualmente di dimostrazioni, cioè adottare un modello trasmissivo, per comunicare le proprie idee ed è pure evidente che non avrà difficoltà a farsi capire. Gli uditori sono in effetti soggetti sicuramente motivati dal punto di vista professionale; possiedono strutture mentali, naturalmente per quanto riguarda gli aspetti professionali, analoghe a quelle dell'insegnante; infine possiedono già informazioni pertinenti dal momento che si tratta di specialisti del settore. L'informazione fornita corrisponde esattamente a quella attesa e richiesta, per cui non è possibile alcun malinteso. Usando un'analogia di tipo biologico, si può affermare che, in una situazione di questo genere, la forma dell'informazione corrisponde alla forma dei siti attivi nella struttura mentale di chi apprende; di conseguenza, l'informazione si colloca senza difficoltà in un sito attivo. Si ha innesto e integrazione della nuova informazione nella struttura mentale esistente che viene accomodata alle esigenze della situazione.

Le ragioni dell'insuccesso del modello trasmissivo

Purtroppo le condizioni elencate sopra non sono sicuramente rispettate nelle classi. Sono moltissimi gli insegnanti che si lamentano della scarsa o nulla motivazione di molti allievi, della loro mancanza di interesse. Alla mancanza di motivazione e interesse si è cercato di porre rimedio con stratagemmi diversi (uso dei giocattoli per insegnare la fisica, scienza del quotidiano, educazione ambientale, ecc.) ma i risultati sono ben lungi dall'essere soddisfacenti. Questa è senz'altro una delle ragioni della scarsa efficacia del modello trasmissivo, ma vi è un'altra ragione, ancora più importante.

Si sostiene che sono inconsistenti le ipotesi che costituiscono il fondamento del modello trasmissivo. Risulta infatti, sulla base dei risultati di innumerevoli ricerche, che non è sostenibile l'ipotesi della neutralità concettuale dell'allievo. Ogni allievo dispone di schemi mentali personali in base ai quali interpreta le informazioni che riceve, analizza le situazioni problematiche, assume decisioni. Di conseguenza, quando si parla di trasmissione di conoscenze, occorre tenere ben distinti i due momenti che la costituiscono: l'emissione di informazioni da parte di chi parla e la loro ricezione da parte di chi ascolta. Tra il significato che l'insegnante attribuisce al proprio messaggio e quello che gli attribuisce l'allievo vi è generalmente un'enorme differenza. Questo avviene perché chi fornisce le informazioni (l'insegnante) costruisce il proprio discorso secondo i propri schemi

mentali e usa i termini in relazione alle proprie conoscenze, mentre colui che riceve le informazioni (l'allievo) decodifica il messaggio che riceve con regole diverse, legate ai propri specifici schemi mentali, alle proprie conoscenze. Anche se l'insegnante cerca di essere chiaro, di selezionare con cura le idee, di usare un linguaggio chiaro e rigoroso, non si può escludere che il suo pensiero venga interpretato in modo distorto. Il discorso di un esperto (l'insegnante) ha un significato chiaro, non ambiguo unicamente per un altro esperto, ossia per una persona che padroneggi lo stesso contesto concettuale di chi l'ha prodotto. Però i non esperti, vale a dire gli allievi che vanno a scuola per apprendere, sicuramente non hanno avuto le stesse esperienze conoscitive degli esperti né possono richiamarsi al loro stesso campo teorico. Quindi è altamente probabile che si producano malintesi, interpretazioni distorte, errori anche gravi che sono all'origine delle cosiddette "concezioni difformi".

Naturalmente lo stesso pericolo lo corro io, in quanto la mia esposizione ha tutti i difetti delle lezioni frontali: ognuno di voi interpreta ciò che io dico con i propri schemi mentali e chissà quali cose eccelse o abominevoli mi potrete rinfacciare senza che la colpa sia né vostra né mia. Semplicemente così vanno le cose in un contesto trasmissivo.

L'allievo dunque si presenta all'insegnante con la mente piena di idee, conoscenze, modi di ragionare. I suoi schemi mentali sono diversi da quelli dell'insegnante. Quest'ultimo è un esperto della disciplina, l'allievo non lo è, visto che la sta studiando. Non vi è omogeneità di schemi tra i due e quindi non può esserci trasparenza comunicativa. Ma se non stanno in piedi le due ipotesi della neutralità concettuale e della trasparenza comunicativa, allora non è sostenibile neanche l'assioma della razionalità comune.

In buona sostanza, i fondamenti del modello sono inconsistenti e questo spiega la sua mancanza di efficacia per l'apprendimento delle scienze.

3 - Esistono alternative?

Negli ultimi trenta anni sono state proposte alternative al metodo di insegnamento espositivo che si collocano nel paradigma epistemologico costruttivista: si parla quindi di un modello costruttivista dell'apprendimento. Il termine costruttivista significa che si considera l'allievo attore del processo di apprendimento: è il soggetto che impara che costruisce le proprie conoscenze.

Per capire quali siano le caratteristiche principali di questo modello, conviene partire dall'idea che gli allievi sono portatori di *concezioni personali*. Tali concezioni sono gli strumenti mentali che gli allievi usano per decodificare informazioni, affrontare problemi, prendere decisioni. Si tratta di *concezioni di senso comune* che funzionano nell'ambito della vita quotidiana ma che, di norma, ostacolano l'acquisizione del sapere scientifico. Queste non sono idee nuove. L'aveva già capito *Gaston Bachelard* (1884-1962), fisico, filosofo, epistemologo, il quale già nel 1938 scriveva nella sua opera, *La formation de l'esprit scientifique*:

J'ai souvent été frappé du fait que les professeurs de sciences, plus encore que les autres si c'est possible, ne comprennent pas qu'on ne comprenne pas.

Sono spesso stato colpito dal fatto che gli insegnanti di scienze, più ancora degli altri insegnanti, se ciò è possibile, non capiscono che non si capisca.

Bachelard sta forse dicendo che gli insegnanti di scienze sono particolarmente ottusi? Credo di no, visto che appartiene alla categoria. Egli segnala un problema di fondo per lo sviluppo sia del pensiero scientifico, sia dell'educazione alle scienze. Si tratta del problema dell'ostacolo epistemologico. Ecco cosa scrive ancora Bachelard:

*Les professeurs de sciences imaginent que l'esprit commence comme une leçon, qu'on peut faire comprendre une démonstration en la répétant point par point. Ils n'ont pas compris que l'adolescent arrive dans la classe avec des connaissances empiriques déjà constituées: il s'agit alors, non pas d'**acquérir** une culture expérimentale, mais bien de **changer** de culture expérimentale, de renverser les obstacles déjà amoncelés par la vie quotidienne.*

*I professori di scienze ritengono che il pensiero inizi come una lezione, che si possa fare comprendere una dimostrazione ripetendola punto per punto. Essi non hanno compreso che quando l'adolescente arriva in classe possiede già conoscenze empiriche salde: si tratta allora non tanto di **acquisire** una cultura sperimentale, ma piuttosto di **cambiare** cultura sperimentale, di abbattere gli ostacoli già accumulati nel contesto della vita quotidiana.*

Bachelard sta dicendo che esiste un sapere di senso comune che fa da ostacolo all'acquisizione del sapere scientifico. Come egli scriveva:

L'observation première est toujours un premier obstacle pour la culture scientifique. En effet, cette observation première se présente avec un luxe d'images; elle est pittoresque, concrète, naturelle, facile. ... On croit alors la comprendre. En fait, on connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même fait obstacle à la spiritualisation.

L'osservazione primitiva è sempre un primo ostacolo per la cultura scientifica. In effetti, tale osservazione primitiva si presenta con ricchezza di immagini; è pittoresca, concreta, naturale, facile... Si crede allora di comprenderla. In realtà si conosce contro una conoscenza anteriore,

distruggendo conoscenze mal fatte, superando ciò che, nel pensiero stesso, costituisce un ostacolo all'astrazione.

Le concezioni personali di senso comune ostacolano l'acquisizione del sapere scientifico. Però sono gli strumenti mentali di cui l'allievo dispone e che dovrebbe trasformare, modificare oppure sostituire con altre idee, concetti, modi di ragionare più adeguati, più vicini a quelli scientifici. Il costruttivismo ritiene che l'attore di tali cambiamenti debba essere l'allievo stesso. Non è l'insegnante che gli sostituisce un'idea con un'altra, come si cambia una scheda difettosa in un calcolatore. L'insegnante può aiutarlo, può offrirgli situazioni di apprendimento che portino l'allievo ad usare le proprie concezioni per affrontare situazioni problematiche, in modo da poterne saggiare l'adeguatezza. Tali situazioni di apprendimento diventano occasioni di apprendimento quando l'allievo diventa consapevole dell'inadeguatezza delle proprie concezioni esente l'esigenza di acquisirne altre più adeguate, più vicine a quelle scientifiche.

Le situazioni di apprendimento devono quindi essere situazioni problematiche che vanno affrontate non dal singolo allievo (non si tratta di risolvere un problema) ma dal gruppo classe nel suo insieme. Gli allievi devono essere messi in condizione di lavorare come lavorano gli scienziati. Il gruppo classe deve funzionare come un gruppo di ricercatori novizi guidati da un ricercatore esperto: l'insegnante. Il sapere scientifico è un prodotto so

viale e collettivo: sia il sapere scientifico codificato e formalizzato, sia il sapere scientifico costruito a scuola. L'apprendimento è allora il risultato di un'attività collettiva (la comprensione) e individuale (la memorizzazione). La prima è svolta a scuola, la seconda a casa.

Il modello costruttivista colloca l'apprendimento in una **prospettiva tridimensionale** nella quale si trova:

- la dimensione costruttivista
- la dimensione sociale
- la dimensione interattiva.

La dimensione costruttivista

La dimensione costruttivista fa riferimento al soggetto che apprende (l'allievo) e può essere sintetizzata in questo modo:

Le conoscenze scientifiche non possono essere trasmesse; è l'allievo che le costruisce a partire dalle conoscenze che già possiede con un processo dialettico tra vecchie e nuove conoscenze.

La dimensione sociale

La dimensione sociale fa riferimento ai vari soggetti presenti in classe: *gli altri allievi e l'insegnante.*

Nel contesto scolastico, le interazioni sociali costituiscono una componente essenziale dell'apprendimento, in quanto danno origine ai conflitti sociocognitivi. Questi nascono all'interno della classe dai confronti allievo-allievo, allievo-insegnante quando lavorano insieme a risolvere situazioni problematiche. La classe (allievi + insegnante) è equiparata ad un gruppo di ricercatori novizi (gli allievi) guidati da un ricercatore esperto (l'insegnante). Dal confronto di idee si originano conflitti sociocognitivi, di natura interpersonale, che si traducono poi in conflitti cognitivi di natura intrapersonale. Il comprendere è un processo sociale, condiviso; il memorizzare è un processo personale; l'apprendimento è la risultante dei due.

La dimensione interattiva

L'apprendimento è un processo che si sviluppa grazie alle interazioni con gli altri ma anche grazie agli *scambi del soggetto con l'ambiente*. La costruzione del sapere deve muovere da una base empirica. Si incontra qui un problema delicato di natura epistemologica relativo al ruolo dell'osservazione nell'elaborazione del sapere scientifico (e quindi anche nell'apprendimento). Non so quale sia la situazione tra gli insegnanti di fisica, ma il 99% dei miei allievi della SSIS (biologia, chimica, scienze naturali) pensano che il sapere scientifico derivi dai fatti che sono oggettivi e incontrovertibili; alla base del sapere scientifico sta la capacità degli scienziati di sapere osservare senza idee preconcepite, per ricavare poi, da attente osservazioni, le leggi e le teorie che sono scritte nei fatti osservati. Purtroppo gli epistemologi sono arrivati a conclusioni ben diverse, espresse in modo chiarissimo da Popper:

L'idea che la scienza proceda dall'osservazione alla teoria è così diffusa e così radicata che il negarla suscita incredulità... Ma, in effetti, l'idea che sia possibile partire unicamente da osservazioni, senza che intervenga alcun elemento d'ordine teorico, è un'assurdità... L'osservazione è sempre selettiva... È innegabile che ogni ipotesi presa in esame sarà stata preceduta da osservazioni, per esempio quelle stesse che l'ipotesi deve spiegare. Ma queste presuppongono a loro volta che si sia adottato un quadro di riferimento, una griglia di previsioni, un quadro teorico.

[Lo] sviluppo scientifico si può comprendere solo nel senso che al suo inizio è un problema, o una situazione problematica, vale a dire l'emergenza di un problema in una determinata situazione del sapere di sfondo. Questo punto è della massima importanza. La vecchia teoria della scienza insegnava? - e insegna ancora, di continuo - che il punto di partenza della scienza sta nelle nostre percezioni o nelle osservazioni sensoriali. Di primo acchito ciò suona del tutto convincente e ragionevole, ma si tratta di una completa falsità. ... Se, per esempio, ti dicessi: "Prego, osserva questo libro", tu non sapresti che cosa io voglio che tu propriamente osservi. Ma se io ti pongo un problema seppur del tutto banale, la

situazione allora cambia. Come esempio, si pensi al problema di stabilire in che città il libro è stato stampato".

Così come all'inizio del sapere scientifico stanno i problemi, all'inizio dell'apprendimento delle scienze stanno le situazioni problematiche che dovrebbero dare agli allievi l'occasione di verificare la portata, l'efficacia, l'adeguatezza delle proprie concezioni. I saperi disciplinari sono messi in interazione con la dimensione costruttivista e con la dimensione sociale grazie alle situazioni problematiche proposte agli allievi. Le tre dimensioni (costruttivista, sociale, interattiva) non funzionano indipendentemente l'una dall'altra. È grazie alle interazioni di queste tre dimensioni che si può effettivamente realizzare l'apprendimento scolastico. L'apprendimento viene dunque visto come un processo di *trasformazione* della struttura concettuale del soggetto che apprende, il quale deve prima "smontare" quella che già possiede per poi rimontarne una nuova che gli permetta di dare risposta alle domande che si pone. Si tratta di un processo senza fine, i cui risultati parziali corrispondono sempre ad un arricchimento delle potenzialità cognitive e dunque della capacità di apprendere.

4 - Strumenti didattici e situazioni d'apprendimento

Ho detto in precedenza che ogni insegnante, anche se non ne è cosciente, ricorre ad un metodo di insegnamento che si presenta come un insieme di *dispositivi didattici* che utilizzano diversi *strumenti* e che vengono attivati in *situazioni di apprendimento*.

Gli *strumenti d'apprendimento* possono essere semplici e tradizionali (parole, gesti, lavagna, forbici, colla, scheda di lavoro, libro, provetta, documento, ecc.) oppure più recenti e più o meno complicati (lavagna luminosa, lucido, diapositiva, computer, ecc.). Tutti questi strumenti sono normalmente disponibili a scuola, ma l'uso di quelli meno tradizionali, dalla lavagna luminosa al computer, è ancora molto limitato e sovente riservato a settori specialistici (le scienze sperimentali, le lingue straniere). Qualche anno fa venne lanciata l'idea di introdurre in modo massiccio gli audiovisivi; oggi si parla di computer e dei suoi annessi (floppy, CD, DVD, Internet, ecc.) sottolineando giustamente l'importanza che avrà, per i cittadini di domani, la padronanza di questo strumento. Però ciò che domina a scuola è la parola: questo è lo strumento principe e gli altri funzionano da comprimari. Se si insiste molto sugli strumenti d'apprendimento, oggetto di attenzione e di promozione da parte dei responsabili politici e dei produttori di strumenti, il contrario avviene per le situazioni di apprendimento; quanto più si parla dei primi, tanto meno ci si ricorda delle seconde. Ciò accade perché non è raro che si confonda uno strumento d'apprendimento con una situazione d'apprendimento, come si evince da molti discorsi e scritti relativi all'introduzione delle nuove tecnologie dell'informazione nel contesto scolastico. Si dimentica semplicemente che sostituire la parola dell'insegnante con un nastro registrato, una serie di diapositive, un film, una videocassetta, un CD, un DVD,

ecc. non muta in nulla la situazione di apprendimento, in quanto la relazione allievo-sapere rimane la stessa.

5 - Conclusioni

Adottare consciamente un nuovo modello d'apprendimento non è facile, come ho appreso in tutti questi anni di formazione continua degli insegnanti. Torna qui a proposito quanto scriveva Bachelard:

Au cours d'une carrière déjà longue et diverse, je n'ai jamais vu un éducateur changer de méthode d'éducation. Un éducateur n'a pas le sens de l'échec précisément parce qu'il se croit un maître. Qui enseigne, commande.

Il modello d'apprendimento costruttivista e i metodi d'insegnamento che ne discendono non sono un'utopia, un sogno, qualcosa che appartiene al regno del *desiderabile ma non realizzato* e forse non realizzabile. Vi sono insegnanti delle elementari, delle medie e delle superiori che mettono in atto sequenze didattiche concepite e progettate sulla base di questo modello. Lavorare nell'ambito di questo modello non significa rifiutare *a priori* il modello d'apprendimento trasmissivo. Significa, per un insegnante, passare dall'insegnamento inteso come routine, ossia come riproposizione acritica di un modello di apprendimento tradizionale, ad un'attività della quale è pienamente consapevole. Tale consapevolezza si esplica nel progettare e nel gestire le attività di insegnamento e apprendimento, in modo tale da scegliere il modello d'apprendimento di riferimento, e quindi il metodo di insegnamento, in funzione del contenuto da insegnare e delle caratteristiche cognitive degli allievi ai quali deve essere insegnato.