

**Bibliografia e note**

[1] Fensham, P. J., Nyholm Lecture, Conceptions, misconceptions and alternative frameworks in chemical education, *Chem. Soc. Rev.*, 1984, **199**, 13.

[2] Risposta – tipo dell’insegnante “tutto formazione”: “Tesoro, non importa sapere come si chiama questa conchiglia (o quel che sia): è importante osservarla bene, descriverla, capire come è fatta ecc. ecc.”. Pensiero – tipo del “tesoro” che ha avuto questa risposta: “XX censura XX”. Della serie “Continuiamo così, facciamoci del male” (film Bianca, di Nanni Moretti).

[3] Commissione Curricoli, *CnS – La Chimica nella Scuola*, 2000, **XXII**, fasc. 2, pag. 52; Fiorentini, C., Massidda, M. V., Olmi, F., Riani, P., in “Curricoli per la scuola dell’autonomia”, a cura di Colombo, A., D’Alfonso, R., Pinotti, M., cap 16 – Scienze della natura: Chimica, pag. 242, La Nuova Italia, Firenze 2001.

[4] È opportuno notare come, nel linguaggio comune, si parli spesso di “formazione” professionale intendendo con questa locuzione qualcosa che somiglia molto a una forma di “addestramento” professionale.

[5] Evidentemente è un addestramento molto diverso da quello che si intende comunemente: le operazioni vengono eseguite senza nessun contatto con la formazione consapevole che sta alla base, ma la consapevolezza stessa può in qualsiasi momento essere facilmente recuperata.

condizione  $a > c$ ; b costituisce un parametro abbastanza indipendente che non deve però diventare predominante.

## LA SCIENZA COME MAGIA

### RIFLESSIONI SU ADDESTRAMENTO, FORMAZIONE E INFORMAZIONE

---

ELEONORA AQUILINI\*

---

#### 1. Addestramento e apprendimento meccanico

Dare un giudizio sull’addestramento sembra banale; è ovvio che tutti vorremmo proporre un insegnamento significativo e usare, di conseguenza, il termine addestramento solo nell’accezione di <abilità acquisite>. Distinguere le abilità acquisite da apprendimento addestrativo non è invece così semplice.

Esiste un addestramento necessario all’apprendimento, che ha la funzione di rafforzarlo, facendo diventare automatiche certe operazioni della mente e di questo, certo, non si discute. Si pensa alla esecuzione di esercizi del pianista o all’imparare le “tabelline” a mente, alla ripetizioni di sequenze di azioni in laboratorio per acquisire “manualità” o all’imparare ad eseguire le quattro operazioni dopo che se ne è compreso il significato. Il non pensare più alla logica che presiede una sequenza di azioni e compierle velocemente ci ren-

de la vita più semplice, ci fa sentire più sicuri di noi stessi, ci permette di procedere nell’apprendimento successivo senza impaccio. Riteniamo che quello che chiamiamo *esercizio* sia una parte importante dell’apprendimento, a meno che non sia fine a se stesso.

Vorrei allora delimitare il campo della discussione a quella parte dell’apprendimento che di solito si chiama *meccanico*, in cui si capisce a fondo solo una piccola parte di quello che si studia. Mi riferisco a quando, per esempio, gli alunni degli Istituti Tecnici Industriali per Chimici devono imparare concetti legati alla meccanica quantistica e non hanno gli strumenti matematici e fisici per comprenderli o quando ai bambini delle medie si parla di cellule e di genetica come se fossero argomenti semplici e ovvi da capire e imparare. In sostanza si pensa a tutte quelle situazioni in cui fra l’argomento di studio e il livello cognitivo dell’alunno c’è un salto troppo grande e si deve far ricorso a strategie linguistiche e sintattiche per memorizzare, per ritenere l’argomento studiato. Dal momento che non c’è possibilità di legare la nuova acquisizione a schemi mentali costruiti precedentemente, si cerca di fare appello all’architettura linguistica del testo per *ripetere* il giorno dopo all’insegnante quanto si è cercato di imparare.

Il problema nell'apprendimento meccanico è quindi individuare la logica sintattica all'interno del testo non legando il tutto a schemi mentali riferiti a contesti disciplinari già acquisiti in modo da rendere il nuovo apprendimento significativo. Ci si arrampica sugli specchi, per trovare il modo di memorizzare frasi che non rappresentano per noi niente di significativo. Si può parlare di apprendimento meccanico anche nel caso di esecuzione di operazioni manuali di cui non si riconosce il senso e l'utilità, come quando in laboratorio di chimica si fanno reazioni come se si eseguisse una ricetta di cucina.

Questi modi di fare, di concepire e vivere l'apprendimento, sono purtroppo frequentissimi e rovinosi per gli alunni perché, fra l'altro, incoraggiano alla pigrizia mentale, abitano a ricorrere ad espedienti, ad accettare l'idea che alla mancata comprensione si può rimediare agendo *come se* si capisse, mettendo al primo posto il successo nella "prestazione" (l'interrogazione, la verifica) ed agendo come se si trattasse di una recita. Spesso questo modo di apprendere è legato ad un'idea di insegnamento/apprendimento trasmissivo/ricettivo: l'alunno passivamente recepisce quanto trasmette l'insegnante.

## 2. Apprendimento significativo

Lydia Tornatore nel suo libro "Educazione e conoscenza", nella parte dedicata all'apprendimento e sviluppo cognitivo, scrive a proposito delle teorie di Ausubel:

"La massima parte dell'apprendimento che ha luogo a scuola, sostiene Ausubel, non può che essere *apprendimento ricettivo*. A differenza di quanto avviene nell'apprendimento per scoperta, nell'apprendimento ricettivo il contenuto viene presentato al discente <nella sua forma finale>, ed al discente si chiede di interiorizzarlo in modo da averlo disponibile e poterlo produrre in futuro. Condizione di un apprendimento ricettivo *meaningful* è la presenza nei contenuti di apprendimento di un <significato logico> che possa essere incorporato nelle strutture cognitive del discente. La distinzione tra apprendimento *meaningful* e apprendimento meccanico è vista da Ausubel sul piano delle modalità di incorporazione di nuovi elementi in una struttura cognitiva. Nel caso di un apprendimento *meaningful*, si ha un'incorporazione in cui i nuovi elementi divengono <una parte organica di un sistema concettuale particolare gerarchicamente ordinato...indipendentemente sia dall'integrità verbale del materiale che da specifiche, arbitrarie connessioni proprie del materiale>. Nell'apprendimento meccanico, rimanendo arbitraria la connessione tra elementi appresi e struttura concettuale, si ha solo una temporanea ritenzione di elementi isolati accolti come corpi estranei nella loro materiale identità (cioè verbalisticamente)" [1]

Ausubel pur criticando l'apprendimento meccanico sembra concepire l'apprendimento scolastico solo come ricettivo. L'apprendimento più che *ricettivo* o per *scoperta* dovrebbe essere *costruito*, nel senso che i significati dovrebbero essere costruiti, a mio avviso, in modo diverso a seconda dell'età scolare degli alunni. L'insegnamento costruttivo con maggiore "ricettività verbale" dovrebbe essere riservata alla scuola media superiore, dove però la *trasmissione* dei fatti della scienza dovrebbe essere fatta sempre in modo da costruire i relativi concetti.

Certo la modalità di conoscenza *ricettiva* è riferibile anche alle conoscenze che provengono dalla *divulgazione* e che costituiscono quel patrimonio di informazioni che sono importanti e motivanti in quanto destano curiosità e interes-

se. Per apprendimento formativo, intendiamo allora, quello in cui s'impara a ragionare costruendo il sapere, avendo come riferimento la struttura e la logica delle discipline ma utilizzando metodologie d'insegnamento in cui gli alunni sono protagonisti del processo di apprendimento anche quando la percentuale di ricettività è alta. Ovviamente occorre evitare di appiattirsi sulla logica della disciplina ma, attraverso un'analisi storico epistemologica, compiere delle scelte all'interno di essa in relazione all'età degli alunni. Si tratta cioè di fare un uso didattico delle discipline affinché esse diventino strumenti per aumentare la capacità di comprendere ciò che ci sta intorno attraverso il dialogo con le conoscenze e grazie a modalità d'insegnamento interattive. I saperi che ci vengono proposti possono essere così lontani da noi, dalla nostra capacità di comprensione, che invece di diventare "utensili" della mente rimangono "dei soprammobili di vetro" di cui non si sa cosa fare e che si rompono con grande facilità.

Il ripetere frasi fatte (mostrare i soprammobili di vetro) che non si inseriscono in nessun schema mentale non ha niente a che vedere con l'apprendimento significativo, ossia formativo.

Il tipo di insegnamento che porta all'apprendimento "meccanico" ignora nell'educazione scientifica gli apporti che giungono dalla psicologia e dall'epistemologia in relazione alla disciplina che si sta studiando. Si identifica la logica della disciplina con la capacità che ha il bambino di acquisirla. Lo stesso Ausubel, come abbiamo visto, pone come "condizione di un apprendimento *meaningful* la presenza di un significato logico che possa essere incorporato nelle strutture cognitive del discente". Però, entrare in risonanza con "i contenuti nella loro forma finale", strutturati nella sequenza logica che è giustificata dalle attuali teorie scientifiche, come c'insegna Kuhn [2], non è facile, e va bene per i futuri scienziati, non per gli alunni della scuola preuniversitaria.

In *Come pensiamo* Dewey ci parla del pericolo dato dall'identificazione logico-psicologico, quando scrive: "Qualunque insegnante sensibile ai modi in cui il pensiero opera nell'esperienza naturale del ragazzo normale eviterà senza difficoltà tanto l'identificazione del logico con un'organizzazione bell'e fatta della materia di studio, quanto l'idea che per sfuggire questo errore non occorra prestare alcuna attenzione alle considerazioni logiche (...). Vedrà che lo psicologico e il logico, invece di essere opposti o anche indipendenti l'uno dall'altro, sono fra loro connessi come il primo e l'ultimo, o conclusivo, stadio dello stesso processo." [3]

Manca quasi sempre la consapevolezza della connessione che ci deve essere fra la logica proposta nell'insegnamento della disciplina e il livello cognitivo degli alunni. È invece esclusivamente la logica della disciplina adulta che viene presa come riferimento. In tutti i livelli di scuola e soprattutto nella scuola di base predomina l'adeguamento a tale logica, ignorando il livello di comprensione degli alunni. Allora nelle scienze s'insegna tutto a tutti, *adattando* il linguaggio, *senza fare scelte* nell'ambito della disciplina, senza dare importanza all'ordine cronologico con cui sono nate le idee, alla loro genesi. L'importante è, partire dall'oggi, dalle teorie attuali e spiegare i *fenomeni* utilizzando le teorie che riguardano il mondo microscopico. Se il singolo fenomeno di cui si sta parlando non si conosce c'è la spiegazione che metterà in chiaro tutto ugualmente. Questa mette sempre in gioco particelle dai nomi importanti che vengono recepiti come misteriosi e magici. Le storie sul mondo microscopi-

co vengono credute dagli alunni solo per il fatto che appartengono al mondo della Scienza: la scienza è credibile perché è *utile e serve*, la scienza è la tecnologia. Questo mondo della scienza identificato come tecnologico, non si capisce ma *attrae*, intriga perché l'assimilazione della scienza alla tecnologia, fa percepire la scienza come magia.

Questa è un'acquisizione di senso comune, vera per grandi e piccoli. Con questi fraintendimenti di concetti complicati e non banali, si alimenta, fra le altre cose, una mentalità che è il contrario di quella scientifica. Il non seguire sempre il filo che porta, passo dopo passo, alle conoscenze successive, con pazienza e rispetto della storia delle scoperte scientifiche e dell'età che hanno gli alunni, comporta l'assunzione dell'*atto di fede* come *prassi* dell'apprendimento scolastico. Qui nasce, accompagnata da motivazione affettiva (acquisendo un pezzettino di mondo che non capisco ma che mi affascina entro in un cerchio di eletti), la necessità di apprendere meccanicamente.

### 3. La scienza sembra magia

Riporto alcune frasi dall'articolo di Umberto Eco *Se la scienza sembra magia* pubblicato sul quotidiano "La Repubblica" del 10 Novembre 2002:

"Che cosa è stata nei secoli e che cosa è, come vedremo ancora oggi, sia pure sotto mentite spoglie? La presunzione che si potesse passare di colpo da una causa ad un effetto per cortocircuito senza compiere i passi intermedi...La magia ignora la catena lunga delle cause e degli effetti e soprattutto non si preoccupa di stabilire provando e riprovando se ci sia un rapporto replicabile tra causa ed effetto.

La fiducia, la speranza nella magia non si è affatto dissolta con l'avvento della scienza sperimentale. Il desiderio della simultaneità tra causa ed effetto si è trasferito alla tecnologia, che sembra la figlia naturale della scienza". Eco prosegue poi evidenziando l'effetto amplificatore dei mass media sulla mentalità magica: "...vi sono condannati non solo per ragioni di audience ma perché di tipo magico è la natura del rapporto che sono obbligati a porre giornalmente tra causa ed effetto."

Ricerare le cause dell'attrazione irresistibile che ha per l'uomo la magia sarebbe, volendo usare un termine derivato direttamente da uno dei suoi effetti, letteralmente *affascinante*. In un certo senso vorrebbe dire scavare negli aspetti più profondi dell'essere umano e l'impresa è ardua. Si può dire che il pensare in modo magico consista nell'identificazione del pensiero con l'azione ("accade ciò che penso") ed è tipico dell'uomo di mentalità primitiva, ma anche del bambino nelle prime fasi del suo sviluppo psicologico. Narcisismo arcaico<sup>1</sup> è il nome che possiamo dare a questo atteggiamento mentale magico riferito al soggetto (autoriferito); c'è evoluzione da questo modo di ragionare anche grazie al rapporto con l'Altro, alla relazione con gli oggetti che è regolata da cause ed effetti. Credo che sia il prendere coscienza di questi rapporti che cambia la mentalità, che *slega* l'azione dal pensiero della stessa (che è "desiderio" che ...), e la porta sul piano della relazione con gli

<sup>1</sup> Mentre Freud riteneva che il narcisismo corrispondesse ad una forma d'immaturità affettiva e dovesse con il tempo trasformarsi in amore oggettuale, Kohut ha distinto due linee indipendenti di sviluppo affettivo, presenti sin dall'inizio: quelle del narcisismo e quelle dell'amore oggettuale. Questa non è una differenza da poco, perché finalmente libera l'amore di sé da un'ipoteca morale che nemmeno Freud era riuscito a sciogliere. Allora la fede nella magia è una forma di narcisismo arcaico, mentre per esempio l'autostima è una forma di narcisismo maturo.

oggetti (agisco sulle cose e questo provoca cambiamenti). Il coinvolgimento emotivo che *muove* l'azione nel cortocircuito magico, il desiderio che si identifica con il pensiero, è qualcosa che va salvaguardato, riconosciuto come valore, sempre, perché è la *motivazione* grazie alla quale indagiamo nel mondo degli oggetti con curiosità, con la voglia di saperne di più, di conoscere. Quando questa motivazione c'è, allora il mondo esterno diventa oggetto di indagine e quando da questa si consegue un'appropriazione di significati allora c'è ritorno affettivo sul soggetto. Infatti il diventare coscienti di alcune spiegazioni che, per esempio, la scienza ci dà dei fenomeni naturali, ci rallegra e ci soddisfa. Avere colto dei significati non ha solo l'effetto di illuminare il mondo interiore ma di riscaldarlo con l'amor proprio, l'autostima, perché si dà riconoscimento, si dà valore alla fatica e, appunto, al desiderio.

E. De Martino all'inizio del suo libro "Sud e magia" scrive: "L'alternativa fra "magia" e "razionalità" è uno dei grandi temi da cui è nata la civiltà moderna." Nell'analisi che l'autore fa partendo dai riti magici che sopravvivevano in Lucania negli anni sessanta, fa affermazioni che, per certi versi, sono riferibili solo al problema storico che sta trattando, per altri, trae conclusioni relativamente alle motivazioni che portano gli uomini al pensiero magico che io trovo trasferibili alla realtà odierna. Se, infatti, è solo parzialmente utile per le nostre spiegazioni la frase "la precarietà dei beni elementari della vita, l'incertezza delle prospettive concernenti il futuro, le pressioni esercitate sugli individui da parte di forze naturali e sociali non controllabili, la carenza di forme di assistenza sociale, l'asprezza della fatica nel quadro di un'economia agricola arretrata, l'angusta memoria di comportamenti razionali efficaci con cui fronteggiare realisticamente i momenti critici dell'esistenza costituiscono...condizioni che favoriscono il mantenersi delle pratiche magiche." [4], ritroviamo le ragioni dell'uomo di oggi che si perde fra la scienza che non comprende e la tecnologia assimilata alla magia, quando De Martino scrive: "..... il significato psicologico di quanto abbiamo indicato come potenza del negativo...mette in luce un negativo più grave di qualsiasi mancanza di un bene particolare: mette in luce il rischio che la stessa *presenza individuale* si smarrisca come centro di decisione e di scelta, e naufrighi in una negazione che colpisce la stessa possibilità di un qualsiasi comportamento culturale"[5].....

### 4. La scuola tra razionalità e magia

Io credo che la scuola abbia il compito di ristabilire i confini fra la scienza e la tecnologia, stando dalla parte della razionalità, sviluppando la capacità di seguire la storia scientifica che sta tra le cause e gli effetti, che è fatta di ipotesi, esperimenti di conferma e prove di falsificazione. Ci sono degli aspetti comuni nello stato d'animo di chi si rivolge alla realtà esterna con delle aspettative che si fondano sull'immaginazione: c'è sempre l'attesa che la realtà confermi quello che si spera avvenga (sia che si aspetti l'esito della *fattura* o la conferma dell'*ipotesi* scientifica). Cambia la disponibilità ad accettare l'insuccesso, la realtà dei fatti, le ragioni "dell'altro da sé" (la Natura), come dato oggettivo. Nell'indagine scientifica si cercano le ragioni di quello che è esterno a noi, senza volerle piegare alla nostra volontà, senza assoggettarle al nostro mondo interiore.

Questa disponibilità, che è poi predisposizione interiorizzata ad accettare l'altro, s'impara nella convivenza tra individui nelle società evolute ma non si trasferisce automati-

camente all'accettazione delle "ragioni" della natura. La comprensione della scienza, dei suoi meccanismi s'impara a scuola, perché il modo di procedere della scienza, i suoi metodi li possiamo imparare solo se l'insegnante li ripropone con la pazienza dello storico e lo spirito critico del filosofo.

Se però a scuola si continua a presentare leggi e teorie come fossero slogan pubblicitari non si fa altro che alimentare l'effetto di cortocircuito magico di cui parla Eco.

Facciamo, per esempio, un confronto fra una formula magica e una definizione scientifica.

La formula contro la *fascinatura*<sup>2</sup>: <Chi t'ave affascinate? L'occhio la mente e la mala volontà. Chi d'adda sfascinà? Lu Padre, lu Figliolo e lu Spirito Santo > (6), ha un impatto molto diverso da <In tutte le trasformazioni chimiche la somma delle masse dei reagenti è uguale alla somma delle masse dei prodotti>?

Purtroppo senza contestualizzazione, la comprensibilità delle due formule è la stessa e l'autoevidenza della verità non esiste per la seconda, solo per il fatto che noi la consideriamo scientifica. A scuola per spiegare la formula della fascinatura e quella del principio di Lavoisier si

usa la stessa tecnica. Vogliamo provare? Seguendo l'interpretazione di De Martino (6), nella prima si fa preliminarmente la traduzione in italiano (Chi ti ha affascinato? L'occhio, il pensiero e la cattiva volontà. Chi ti deve togliere il fascino? Il Padre, il Figliuolo e lo Spirito Santo), poi si spiega che prima si indicano i tre mezzi attraverso cui la *fascinatura* è stata esercitata: l'occhio (e quindi lo sguardo), la mente (il pensiero), la mala volontà (l'intenzione invidiosa); successivamente a queste tre forze nemiche si contrappone la potenza magica della Trinità, col compito di *sfascinare* le vittime [6].

Per il principio di Lavoisier, supponiamo spiegato in prima superiore, seguendo il suggerimento del libro "Le scienze della materia e dell'energia" di U. Amaldi [7], si può fare un esperimento (si suggerisce di aggiungere nitrato d'argento all'acqua salata e di osservare la formazione del precipitato) e si definisce la reazione chimica come "un fenomeno che trasforma le sostanze iniziali, i reagenti in altre sostanze diverse, dette prodotti", poi se ne fa un altro in cui si esegue una reazione in dei becher sopra una bilancia (ovviamente la reazione deve essere scelta in modo che non ci sia produ-

<sup>2</sup> *Fascinatura* o *affascino* in dialetto lucano è la fascinazione. Con questo termine si indica una condizione psichica di impedimento e inibizione, e al tempo stesso un senso di dominazione, un essere agito da una forza altrettanto potente quanto occulta, che lascia senza margine l'autonomia della persona, la sua capacità di decisione e di scelta. (De Martino "Sud e Magia" p. 13).

zione di gas, così non ci sono complicazioni). Si dà quindi l'enunciato della conservazione della massa. Dimenticavo: il concetto di massa è stato già affrontato nel secondo capitolo del libro fra i prerequisiti, insomma i preliminari che servono per poter giocare bene questa partita a colpi di definizioni.

Nella spiegazione della formula magica e del principio di Lavoisier ci si ferma, in entrambi i casi ad un livello verbale e sintattico (gli esperimenti che vengono proposti non servono a nulla). Nel primo caso, questo approccio funziona molto meglio, anche se non si dice nulla della storia di questa formula e non colloca la *fascinazione* in un contesto più ampio; dopo avere fatto la traduzione si capiscono le parole e si capisce lo scopo.

Nel secondo caso la *traduzione* dovrebbe essere fatta in termini di contestualizzazione storica ed epistemologica di concetti considerati evidentemente banali come quello di massa, di trasformazione chimica, di conservazione della massa. Inoltre questa "formula", al contrario dell'altra, non serve a niente nell'immediato, non serve neanche a scacciare il malocchio. L'inconsistenza di questa spiegazione e in generale di quelle che si danno in modo analogo è scoraggiante: non si formano in questo modo nuovi significati, si mettono insieme solo parole.

Imparare in questo modo le scienze è un modo per *addestrare* gli alunni a ripetere formulazioni incomprensibili e ad alimentare una mentalità magica.

I punti di riferimento culturali di cui parla De Martino, tali che "la presenza non si smarrisca", si creano quando si è protagonisti dell'apprendimento e non recettori passivi come nell'apprendimento meccanico.

Tornando quindi all'alternativa magia-razionalità, credo che la scuola debba stare dalla parte della razionalità tenendo conto che l'interazione con gli oggetti del sapere è viva e dinamica se è *mossa* dal sentimento e dal desiderio, proprio come la magia.

## Bibliografia

- [1] L. Tornatore, *Educazione e conoscenza*, Loescher Editore, Torino, 1974, p.286.
- [2] J. Dewey, *Come pensiamo*, La Nuova Italia, Firenze, 1994, p.153-154.
- [3] T. S. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino, 1995.
- [4] E. De Martino, *Sud e Magia*, Feltrinelli, Milano, 1966, p.66.
- [5] Ibidem. p.67.
- [6] Ibidem, p.15.
- [7] U. Amaldi, *Le scienze della materia e dell'energia*, Zanichelli, 2002, vol.1, p.148-149.