Conoscenza di senso comune e conoscenza scientifica

Come individuare le conoscenze spontanee più diffuse e lavorare sul cambiamento concettuale

di Michela Mayer

Nucleo Trasversale

Valutazione

Autore

Michela Mayer

Ordine di scuola

Scuola Secondaria di Primo Grado

©ANSAS 2012 - http://formazionedocentipon.indire.it

Indice

Preconoscenze 3
Rappresentazioni mentali 4
Conoscenza di senso comune 5
Misconcetti 8
Un esempio di teoria di senso comune: la visione 13
Per concludere 19
Bibliografia 20
Sitografia 20

Preconoscenze, rappresentazioni mentali, concetti spontanei, conoscenza di senso comune, misconcetti: diversi sono i termini utilizzati in molte pubblicazioni, e anche nei percorsi PON, per indicare la necessità di tenere conto per costruire nuove conoscenze di quello che lo studente già sa, anche se in maniera implicita.
I termini non sono esattamente equivalenti e sono significativi dei diversi approcci che si possono avere al problema. Pertanto, questa unità teorica si propone di esplorarne i significati, anche attraverso esempi concreti, e di illustrare alcuni strumenti per la loro valutazione, collegati ai percorsi proposti e in parte già presenti tra le prove di valutazione proposte dal PON.

Preconoscenze

Il termine "**preconoscenze**" è un termine generico che indica un fatto ben conosciuto, anche se non sempre considerato quando si pianifica un intervento didattico: il fatto che, nel costruire conoscenza attraverso la riflessione su fenomeni naturali e di vita quotidiana, quello che viene proposto alla discussione non è solo il fenomeno ma anche 'l'alone culturale' che lo circonda, cioè il linguaggio che è stato utilizzato per descriverlo, le diverse situazioni in cui lo studente ne ha fatto esperienza, i ricordi anche emotivi che richiama. Questo alone può essere diverso da studente a studente, da contesto a contesto, ma può anche presentare delle caratteristiche comuni. Per fare un esempio, se si parla di acqua a diverse temperature, le esperienze individuali di uno studente/studentessa che già fa qualcosa in cucina, che abita al Sud vicino al mare o al Nord dove nevica quasi tutti gli anni, che pratica il nuoto come sport o che odia fare il bagno, saranno molto diverse, e diversi saranno quindi i tempi e le modalità necessari ad ogni studente per, ad esempio, interpretare, e se necessario costruire 'nuova conoscenza', sulla circolazione dell'acqua e sulla sua temperatura all'interno di un pannello solare termico.

Le preconoscenze non vanno ovviamente confuse con i **prerequisiti**. Mentre è necessario verificare la presenza dei secondi prima di iniziare un percorso – proprio perché si tratta di conoscenze che si vogliono dare per scontate, sulle quali non si vuole tornare e che quindi tutti gli studenti devono avere – le preconoscenze sono il materiale di partenza per la costruzione di qualunque concetto. Lo studente, infatti, a qualunque età, anche alla scuola dell'infanzia, non può essere considerato come 'una tabula rasa' (la tavoletta di cera vergine dei Romani sulla quale *in-segnare* ciò che si deve ricordare) ma come un insieme di esperienze/informazioni/termini già presenti, anche se spesso non organizzati, che, se non vengono collegati alle nuove conoscenze che si intende costruire, influiscono

sulla possibilità dello studente di padroneggiare conoscenze coerenti e utilizzabili. Il rischio, se non se ne tiene conto, è quello di un nozionismo slegato dalla realtà, utile solo per 'andare bene a scuola' ma non per la vita.

Le pre-conoscenze in campo scientifico a volte sono coerenti con la conoscenza scientifica che si vuole costruire e direttamente utilizzabili nell'apprendimento ma possono anche divergere in grado più o meno elevato, ed è allora necessario farle emergere per poterle mettere alla prova, per argomentarne la limitatezza, e offrire contesti e situazioni che ne favoriscano il 'cambiamento'. Una proposta di questo genere è offerta dal percorso "*Non solo calorie, il mio corpo non è una macchina*" che permette agli studenti di riconoscere e poi correggere le idee che, attraverso la scuola e l'esperienza personale, si sono formati sulla digestione. Nell'articolo allegato, "*Le rappresentazioni mentali e le competenze funzionali degli studenti*"[1], viene presentata e commentata la ricerca dalla quale ha origine il questionario utilizzato.

Rappresentazioni mentali

Il termine "**rappresentazioni mentali**" aggiunge, anche se implicitamente, un elemento a questa immagine della costruzione della conoscenza: si suggerisce infatti che il percorso di costruzione di conoscenze dello studente sia simile a quello del cittadino adulto e dello scienziato, e che i ragazzi spontaneamente costruiscano spiegazioni razionali, mini-teorie convalidate dalla pratica, sistemi coerenti di spiegazione (anche se puntuali, molteplici e variati) attraverso i quali comprendere il mondo che li circonda. Queste rappresentazioni, queste spiegazioni, cercano di tenere conto dei dati posseduti e, se sono utilizzabili - se permettono cioè, anche se in maniera puntuale e non generalizzabile, una 'previsione' e/o una spiegazione di quello che accade - si radicano nel pensiero e nella modalità di interpretazione dei fatti.

Questa fiducia nella razionalità spontanea del pensiero anche in età infantile si fonda su molteplici studi, da Dewey a Piaget, da Montessori a Bruner, ed è condivisa dalle Nuove indicazioni per il curricolo (2012, p. 54):

> *"La valorizzazione del pensiero spontaneo dei ragazzi consentirà di costruire nel tempo le prime formalizzazioni in modo convincente per ciascun alunno"*

[1] Articolo di Anna Lepre, pubblicato in "Le scienze naturali nella scuola", periodico dell'Associazione Nazionale Insegnanti Scienze Naturali, N. 36-Fascicolo I-2009, Loffredo Editore.

Molte di queste 'rappresentazioni mentali' rimangono implicite e vengono allo scoperto solo quando viene espressamente richiesto di esplicitarle o quando entrano in conflitto con le rappresentazioni culturalmente accettate. Spesso queste 'rappresentazioni' nascoste ostacolano il percorso di apprendimento, che risulta frammentario, costruito per giustapposizioni e non per inglobamento coerente di nuove maniere di vedere il mondo.

In molti percorsi PON viene proposto un 'brain storming' iniziale con l'obiettivo di esplorare e mettere insieme le preconoscenze e le rappresentazioni mentali degli studenti. Spesso però le preconoscenze sono vaghe, a volte incoerenti, difficili da esplicitare con rapidità, e facilmente vengono 'sopraffatte' da altre idee che in una discussione circolano liberamente, espresse da studenti più estroversi. È bene allora, se si vogliono effettivamente raccogliere le rappresentazioni mentali iniziali per confrontarle con quelle finali, fare attenzione all'organizzazione del brainstorming, cercando sempre di proporre prima della discussione e della raccolta di idee, un momento di riflessione individuale (vedi Allegato 1 - Brainstorming).

Conoscenza di senso comune

In ambito scientifico molto spesso il 'pensiero naturale' ripercorre alcune delle tappe storiche della costruzione dei concetti e, se non è sollecitato ad un confronto con le teorie scientifiche, ripropone e applica 'rappresentazioni mentali' ormai superate.

Si parla in questo caso di contrasto tra '**conoscenza di senso comune**' e conoscenza scientifica, e della necessità quindi di costruire occasioni per favorire il 'cambiamento concettuale'. Il punto di partenza è quasi sempre quello della 'consapevolezza' delle proprie rappresentazioni mentali/teorie ingenue/ conoscenze di senso comune. Consapevolezza che si può ottenere richiedendo di usare i termini in frasi di senso compiuto (per esempio usando le parole forza o energia), proponendo semplici questionari a risposte aperte (in cui si chiedono più chiaramente possibile le rappresentazioni mentali sull'argomento da sviluppare), proponendo attività sperimentali che permettono di far emergere le conoscenze (come per esempio attività in palestra che permettono di discutere di forze e di sforzi).

Sulla base di questa consapevolezza iniziale occorre poi guidare gli alunni all'argomentazione: perché la spiegazione proposta dal senso comune non è esauriente? Perché la teoria scientifica è effettivamente più generale e più utilizzabile? Non basta

affermarlo, occorre dimostrarlo, a volte a fronte di quelle che a un primo sguardo sembrano evidenze.

D'altra parte anche i concetti scientifici sono stati costruiti nella storia, attraverso percorsi non lineari, superando ostacoli dovuti quasi sempre non alla mancanza di 'strumenti' – tecnologici o matematici – ma alle rappresentazioni mentali diffuse, all'atmosfera culturale dell'epoca, che impediva si pensasse a soluzioni diverse.
Diceva Bachelard nel 1938 che:

> "*Un'esperienza scientifica è allora un'esperienza che contraddice l'esperienza comune. D'altronde l'esperienza immediata ed usuale conserva sempre un carattere tautologico, e si sviluppa nel regno delle parole e delle definizioni: essa manca proprio di quella prospettiva di errori rettificati che caratterizza, a mio avviso, il pensiero scientifico".*

Per Bachelard è il superamento degli ostacoli 'epistemologici' che permette di costruire un pensiero effettivamente scientifico: non le definizioni, quindi, non i concetti appresi meccanicamente, ma la possibilità di esplorare il mondo secondo regole diverse e di imparare dai propri errori. Come ripetono anche le Indicazioni nazionali (2012, p. 54):

> *"La ricerca sperimentale, individuale e di gruppo, rafforza nei ragazzi la fiducia nelle proprie capacità di pensiero, la disponibilità a dare e a ricevere aiuto, l'imparare dagli errori propri e altrui, l'apertura a opinioni diverse e la capacità di argomentare le proprie."*

Perché questo cambiamento concettuale dalla conoscenza di senso comune alla conoscenza scientifica avvenga 'rafforzando la fiducia dei ragazzi nelle proprie capacità' occorre tenere presenti alcuni punti:

- La conoscenza di senso comune non è necessariamente meno complessa o meno utile di quella scientifica: possiamo dire che 'obbedisce a regole diverse' e corrisponde a scopi diversi. Nell'Allegato 2 – Sensi e strumenti, si suggerisce un'attività che permette di riflettere su sensi e strumenti, e sul fatto che, anche se i nostri sensi non permettono di misurare quantitativamente una variabile, essi ci permettono di reagire efficacemente in caso di necessità. Le loro indicazioni sono

'qualitative' ma più 'complesse' rispetto alle indicazioni quantitative e relative ad una sola variabile fornite dagli strumenti.

- La conoscenza di senso comune è molto 'persistente', proprio perché si forma in maniera in parte inconscia, e perché spesso è rafforzata dal linguaggio comune, dai programmi televisivi, dalla stampa non specialistica: così si parla spesso della Terra come sfera, ma si ragiona come fosse piatta, con un alto e un basso assoluto, (vedi Allegato 3 - Terra piatta e Terra sferica, alto e basso), si sostiene che i satelliti escano 'fuori della gravità della Terra' spesso confusa con la sua atmosfera, o che i batteri 'diventino' resistenti agli antibiotici, invece di sottolineare la sopravvivenza di quelli già resistenti.
- La conoscenza di senso comune è spesso 'supportata' dall'ambiguità del linguaggio, non solo del linguaggio comune per sua natura 'polisemico' e ambiguo, ma anche del linguaggio scientifico, quando le definizioni e i modelli siano – come è giusto che succeda – parziali e non completamente generalizzabili. Le interferenze tra conoscenze di senso comune e conoscenze scientifiche spesso si risolvono a favore delle prime, o a compromessi – come vedremo nell'esempio sulla visione, descritto in seguito – all'interno dei quali le due conoscenze coesistono, e vengono utilizzate a seconda dei contesti.
- La conoscenza di senso comune ripercorre, non sempre ma spesso, il percorso storico del ragionamento scientifico. Questo mostra come ambedue siano operazioni razionali di attribuzione di senso, e anche come sia a volte difficile riconoscere le contraddizioni ingenue interne alle teoria e metterle in crisi. Il percorso ***"Vermi, puzze e illustrissimi scienziati"*** guida la classe alla scoperta e al superamento delle proprie teorie ingenue sulla 'generazione spontanea' ripercorrendo le diverse tappe storiche. Altre conoscenze di senso comune superate con il tempo, l'horror vacui, il flogisto, vengono proposte dal percorso ***"L'importanza della misura; l'alchimia una scienza bambina o altro?"*** Nell'Allegato 4 vengono riportate alcune delle conoscenze di senso comune relative a Inerzia e forze, mostrandone lo stretto legame con il processo storico di definizione di queste grandezze.
- Perché sia possibile un cambiamento concettuale, una 'conversione' da una teoria coerente anche se di senso comune ad un'altra teoria 'più scientifica', non basta

enunciarla ma occorre riflettere sui vantaggi che il nuovo punto di vista offre e sulle contraddizioni che permette di risolvere. Per Watzlawick et al. (1974) si tratta di un cambiamento concettuale di tipo 2, un cambiamento cioè di regole e non interno alle regole (vedi Allegato 5 - Il cambiamento concettuale), simile, nel suo piccolo, ad una rivoluzione scientifica.

Riflettere sul senso comune, sul linguaggio, sulle contraddizioni a cui portano alcune 'rappresentazioni mentali' è una parte integrante, e fondamentale, dell'apprendimento scientifico. Nel Rapporto Nuffield su l'Educazione scientifica in Europa (2008) Osborne e Dillon sostengono:

> *"La ricerca suggerisce che si ottiene una comprensione profonda e non superficiale se, oltre a sapere perché la risposta giusta è corretta, si sa anche perché la risposta sbagliata è sbagliata. Questo tipo di apprendimento richiede tempo per discutere, per pensare criticamente e considerare i punti di vista di altri. L'educazione scientifica odierna offre poche opportunità per un approccio di questo tipo."*

Misconcetti

Spesso il termine **"misconcetti"** è usato come sinonimo di conoscenza di senso comune, quando questa è in contrasto con la spiegazione scientifica. In questa unità preferisco limitare il significato del termine "misconcetti" a un particolare tipo di rappresentazioni mentali errate: quelle che si costruiscono a causa delle ambiguità o a volte addirittura delle informazioni sbagliate fornite dallo stesso insegnamento scientifico.

In un curricolo verticale l'attenzione alla correttezza dell'informazione è molto importante, ma la maniera con la quale si cerca di realizzarla può ottenere l'effetto contrario: si cerca infatti di dare informazioni e definizioni chiare, senza lasciare problemi in sospeso, fin dalle prime classi elementari, con il risultato spesso di fornire definizioni discutibili e radicare conoscenze errate.

Anche qui un esempio: in quasi tutti i libri di testo delle elementari – ma anche in alcuni delle scuole medie – si definiscono i solidi, liquidi e gas in maniera classica (hanno forma propria, volume proprio, riempiono tutto lo spazio a disposizione, ecc.) e questo già crea diversi problemi di applicazione: la maionese, la panna montata, una panna cotta, che una forma più o meno la mantengono sono liquidi o solidi? E le polveri? E il vetro che

sembra così solido ma ha comportamenti da liquido (visto che, anche se lentamente, le molecole scorrono le une sulle altre)? E i cristalli 'liquidi'? Le definizioni sono spesso, come in questo caso, parziali e approssimate ed è 'scientifico' invece che siano costruite collaborativamente, per tentativi e successive approssimazioni, e proposte come delle descrizioni, sempre provvisorie e perfettibili.

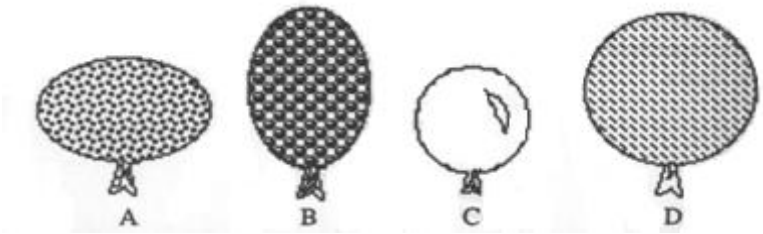
Nel caso di solidi, liquidi e gas poi, alcuni degli esempi forniti creano veri e propri misconcetti: quando si dà come esempio di 'vapore' il 'fumo che si vede uscire dalla pentola dell'acqua che bolle' o le 'nuvole', si dimenticano le caratteristiche del vapore acqueo di essere invisibile! L'attività sulle nuvole proposta nel percorso "*Cambiamenti climatici e disastri ambientali: i cicloni mediterranei*" (Attività 1 della parte dedicata alla Meteorologia) permette di discutere questo misconcetto .
Un altro esempio di come una definizione corretta (o parzialmente corretta) possa portare a misconcetti è quello relativo alla definizione classica di pressione come forza diviso superficie: P = F/S. Visto che gli esempi si riferiscono quasi sempre a forze peso e a superfici orizzontali, rimane in secondo piano il fatto che la pressione in un fluido sia diretta in tutte le direzioni, anche quando questa informazione viene comunicata.

La domanda che segue, relativa ad un palloncino portato sott'acqua in profondità, mostra come la 'misconcezione' che ne consegue – che la pressione in un fluido sia anch'essa diretta dall'alto verso il basso - permanga fino al biennio della secondaria. La maggior parte degli studenti ha infatti risposto scegliendo l'alternativa A.

DOMANDA PALLONCINO

Un palloncino viene gonfiato e fissato sul fondo di una piscina profonda 4 m.

Cosa succede al palloncino quando la piscina viene riempita d'acqua?



A. Il volume rimane lo stesso; la forma cambia e il palloncino si schiaccia come una frittella
B. Il volume rimane lo stesso; la forma cambia e il palloncino si allunga
C. La forma rimane circa la stessa; il volume cambia e il palloncino diventa più piccolo
D. La forma rimane circa la stessa; il volume cambia e il palloncino diventa più grande
E. Cambiano sia la forma che il volume. Come? .....
F. Se la profondità è sufficiente il palloncino scoppia
G. Non cambia niente

Spiegazione

.....

.....

.....

Il fatto che la pressione in un fluido sia diretta in tutte le direzioni è infatti una condizione 'talmente naturale' da essere trascurata; ci dimentichiamo di vivere immersi in un fluido – in un oceano d'aria - e mentre è comune la sensazione di 'oppressione' relativa ad un peso che ci spinge dall'alto verso il basso, scendere in acqua in profondità o salire in alta montagna non ci fornisce sensazioni di oppressione o di leggerezza, almeno per le variazioni di profondità e di altitudine che possiamo raggiungere senza attrezzature. Forse una descrizione più calzante, e quotidiana, di pressione in un fluido è quello fornito da uno studente durante una raccolta di 'preconoscenze': '*quel che senti quando ti trovi su un autobus pieno di gente*'.

Altre occasioni in cui è facile creare misconcetti è quando si lavora con i modelli e non si fa attenzione ai limiti e alle eccezioni dei modelli stessi: nell'immagine nel riquadro, presentata in una scuola elementare, le molecole d'acqua si allontanano tra loro quando il ghiaccio fonde. Ma purtroppo l'acqua è un'eccezione rispetto alla maggior parte delle sostanze, e quando passano da solido a liquido le molecole di acqua si avvicinano e il volume diminuisce!

Un misconcetto frequente:
anche nell'acqua le molecole sono più vicine nel solido che nel liquido

In questi casi, soprattutto quando i 'misconcetti' sono presenti nei libri di testo, può essere molto interessante utilizzarli come oggetto di 'argomentazione' e invitare gli

studenti a trovare nella loro esperienza, o in altre che gli si possono presentare, le ragioni per dubitare dell'affermazione che viene loro proposta. Nel caso del ghiaccio e dell'acqua, ad esempio, è abbastanza facile portarli a ragionare sul fatto che il ghiaccio galleggi sull'acqua per poi concludere che in questo caso il modello che prevede che le molecole si avvicinano non funziona e che evidentemente le molecole nel ghiaccio sono più lontane tra loro che nel liquido.

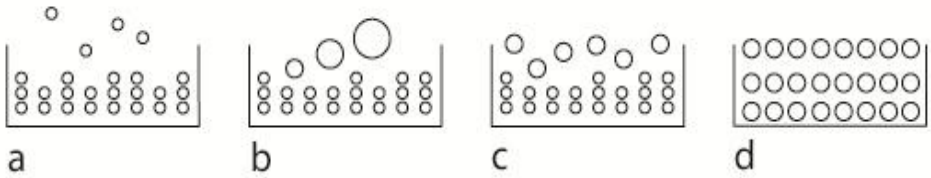
Un esempio di come investigare su possibili misconcetti sul 'modello particellare' è dato da una delle domande della prova PON Educazione scientifica relativa al percorso.

DOMANDA SUI MISCONCETTI CORRELATI AL MODELLO PARTICELLARE

Un pentolino d'acqua messo sul fuoco comincia lentamente a bollire e ad evaporare.

Se rappresentiamo l'acqua con delle palline, quale delle seguenti figure rappresenta meglio quello che succede?

Metti una crocetta sulla lettera corrispondente.



Spesso gli studenti trasferiscono al modello le proprietà delle sostanze che conoscono: quindi pensano che le palline – che rappresentano le molecole - possano cambiare di volume se scaldate come una pallina reale e, visto che si tratta di acqua, diventare più leggere ed evaporare, proprio grazie a questo aumento di volume.

Un altro classico misconcetto, proposto da diversi libri sia di scuola elementare sia di scuola media, sul quale può essere interessante invitare gli studenti ad argomentare è quello per il quale il fatto che dell'acqua venga risucchiata all'interno di un barattolo che copre una candela accesa e che la candela si spenga spontaneamente sia una prova che l'ossigeno costituisca circa il 20% dell'atmosfera. In realtà, chimicamente i conti non tornano – si forma del CO_2 – e le cause sono da ricercare nella variazione di volume dell'aria riscaldata. Una discussione di questo esperimento è proposta nel percorso "*Cambiamenti climatici e disastri ambientali: "i cicloni mediterranei*"(Attività 2 della parte sull'Atmosfera) ma può essere utilizzata anche all'interno di altri percorsi per esercitare gli studenti di scuola media ad argomentare le loro conclusioni, comparando le loro

spiegazioni con altre informazioni ed esperienze. Una spiegazione esauriente del fenomeno, rivolta agli insegnanti, si trova al link: http://www.funsci.com/fun3_it/candela/piatto.htm

I misconcetti si ritrovano anche nei libri di Scienze delle scuole superiori, soprattutto quando gli argomenti, per essere trattati in profondità, richiedono conoscenze relative a più discipline scientifiche. Uno dei più comuni riguarda le maree e il ruolo della forza centrifuga.

> "*Professoressa, le cose che lei ci ha detto sono sbagliate! Il libro di Scienze dice che le maree sono una manifestazione dell'equilibrio tra l'attrazione lunare e le forze centrifughe, e lei ci ha detto che le forze centrifughe non esistono!*"

L'argomento è stato abbondantemente discusso nei corsi PON Educazione Scientifica e da parte del prof. Govoni nel suo forum tematico. La spiegazione corretta delle maree, senza far uso di forze apparenti, è riportata nell'articolo di Silvia Pugliese Iona.
A livello di scuola media, se se ne parla, è probabilmente sufficiente **non suggerire** la forza centrifuga come causa e se qualche studente la propone (non è spontaneo, ma può averlo letto), nel percorso "*Ci vuole forza per non partire per la tangente*" si discute il problema e si propone una spiegazione qualitativa convincente anche senza formule. Nello stesso percorso poi si discutono, soprattutto a livello insegnante, le misconcezioni relative all'equilibrio tra forza centripeta e forza centrifuga, causate da molti libri.

Un esempio di teoria di senso comune: la visione

Le conoscenze di senso comune su 'come vediamo' costituiscono un esempio emblematico di come si possano costruire teorie coerenti in contrasto con le teorie scientifiche. La 'visione' fa parte dell'esperienza di ogni essere umano, la conoscenza di senso comune che si costruisce spontaneamente è circa la stessa in tutte le culture e ripercorre, almeno in parte, il percorso storico che ha dato vita all'Ottica geometrica (Bevilacqua, Ianniello, 1982). Anche in questo caso è importante il linguaggio, e l'uso quotidiano delle parole.
Per il senso comune la domanda principale non è tanto quella relativa alle caratteristiche della luce, quanto quella, molto più necessaria, 'come vediamo?' La luce è sicuramente una condizione per vedere, ma sono i nostri occhi che vedono: se c'è un ostacolo non possiamo 'vedere attraverso', però possiamo prendere la 'mira' e allineare più punti, possiamo vedere nelle specchio retrovisore della macchina, mettere a fuoco una

macchina fotografica o un microscopio, e durante tutte queste azioni la luce è una condizione per vedere ma non abbiamo nessuna sensazione di 'raggi di luce' che colpiscono i nostri occhi (anzi se ci colpisce un raggio di sole riflesso non ci vediamo più!). L'occhio, più della luce, sembra l'elemento attivo della visione – si butta uno sguardo, si lancia un'occhiata –e la luce va troppo veloce perché ci si possa render conto della sua propagazione.

Un primo 'ostacolo' allora è costituito da ciò che intendiamo per 'luce': in quasi tutte le lingue la parola è usata sia per denominare uno stato dello spazio che ci circonda - '*non c'è abbastanza luce in questa stanza*', '*di notte non c'è luce*' – sia un'entità non materiale, un 'raggio di luce', che si origina nella sorgente, che si propaga, che va a 'illuminare' un ostacolo, uno specchio, etc. È solo nel Medioevo, con Avicenna, che si comincia a distinguere il primo tipo di luce, LUX, sostanza immateriale origine della luminosità, dal LUMEN, che corrisponde alla luce nei suoi effetti, e quindi nella propagazione e interazione con gli oggetti.

Eppure al tempo di Avicenna, l'ottica geometrica, quella di Euclide, era già stabilita e accettata. Ma infatti Euclide, come anche il senso comune, quando astrae l'idea di raggio, e di raggio che si propaga in linea retta finché incontra un ostacolo, non si riferisce ai raggi di luce ma ai **raggi visuali,** a raggi cioè che escono dagli occhi e che in qualche modo interagiscono con gli oggetti.

Le teorie in proposito sono diverse (raggi come tentacoli, raggi che raccolgono particelle che provengono dagli oggetti, raggi che escono dagli occhi e incontrano altri raggi che provengono dagli oggetti) ma tutte assumono la luce come condizione per vedere (quindi Lux e non Lumen) e gli occhi come parte attiva del processo. E' Keplero che riformula i postulati di Euclide in termini di raggi luminosi, che si propagano dalla sorgente in tutte le direzioni, all'infinito.

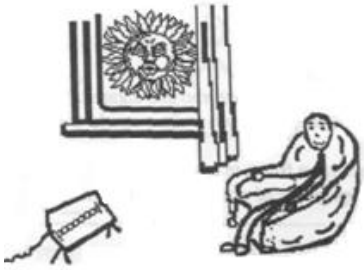
Le due 'teorie', quella di senso comune dei raggi visuali e quella scientifica, sono ambedue 'efficaci' e si sovrappongono talmente che lo studente inconsciamente si rifà ad entrambe ed è difficile riconoscere quale delle due stia utilizzando. E' utile quindi poter disporre di alcune domande che ci permettono di riconoscerle, prima di affrontare i percorsi che trattano di luce e di visione.

Le domande che seguono , tutte molto simili se si risponde scientificamente, risultano di difficoltà molto diversa per il senso comune, e permettono quindi di riconoscerlo: per il senso comune infatti la luce rimane intorno alla sorgente, e arriva più lontano di notte che di giorno, e questo molto più quando la sorgente di luce è 'impropria' (non ha cioè come effetto principale il fare luce, come una stufa o una sigaretta accesa).

DOMANDE SU LUCE E VISIONE

- È giorno e stai usando una stufa elettrica

La stufa emette luce?



A. No
B. Sì, e la luce rimane intorno alla stufa
C. Sì, e la luce arriva fino a mezza strada tra te e la stufa
D. Sì, e la luce arrivo fino a te ma non va oltre
E. Sì e la luce si propaga finchè non incontra un ostacolo
F. Sì e la luce .....
un'altra risposta se le precedenti non ti sembrano giuste)

Spiegazione
.....
.....
.....

- È notte e stai usando una stufa elettrica

La stufa emette luce?

A. No
B. Sì, e la luce rimane intorno alla stufa
C. Sì, e la luce arriva fino a mezza strada tra te e la stufa
D. Sì, e la luce arrivo fino a te ma non va oltre
E. Sì e la luce si propaga finchè non incontra un ostacolo
F. Sì e la luce .....
(un'altra risposta se le precedenti non ti sembrano giuste)

Spiegazione
.....
.....
.....

DOMANDE SU LUCE E VISIONE

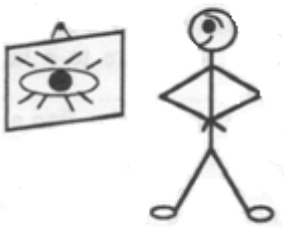
- È notte. È buio ma vedi distintamente la brace di una sigaretta che qualcuno sta fumando a diversi metri da te.

La brace della sigaretta manda luce?

A. No
B. Sì, manda un poco di luce che rimane tutta intorno alla sigaretta
C. Sì, manda un poco di luce che arriva circa a mezza strada tra te e la persona
D. Sì, manda un poco di luce che arriva fino a te ma non va oltre
E. Sì, manda della luce che si propaga finchè non incontra un ostacolo
F. Sì, manda della luce che .....

Spiegazione
.....
.....

- Stai guardando un quadro in una stanza illuminata.



Il quadro manda luce?

A. No
B. Sì, manda un poco di luce che gli rimane intorno
C. Sì, manda un poco di luce che arriva circa a mezza strada tra te e lui
D. Sì, manda della luce che arriva fino a te ma non oltre
E. Sì, manda della luce che si propaga finchè non incontra un ostacolo
F. Sì, manda della luce che .....

Spiegazione
.....
.....

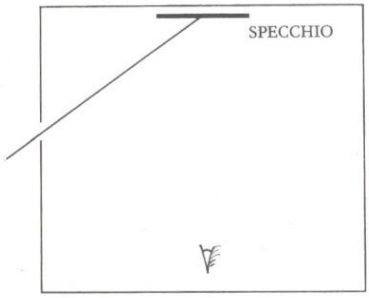
Per un'alta percentuale di studenti (nel caso della sigaretta si arriva all'80% nel biennio delle superiori) la luce è un alone luminoso – che si crea istantaneamente (alla velocità della luce) – quando accendiamo una sorgente, e la cui estensione è limitata dalla luce di altre sorgenti (di giorno predomina la luce solare) ed è data dall'intensità della sorgente (per cui anche se vedo la luce emessa dalla brace della sigaretta, essa non 'mi fa luce' e quindi non 'arriva' fino a me). È chiaro che chi risponde così sta disaccoppiando i raggi luminosi dal meccanismo della visione che rimane quindi indipendente e dovuta ai raggi visuali. Ancora più evidente il disaccoppiamento nel caso del quadro: per una grande maggioranza di studenti il quadro 'non manda luce' (anche se lo vedo) e se la manda gli rimane attorno.

Nelle prove di valutazione associate al percorso "*Ne vediamo di tutti i colori*" vengono riproposte, in forma leggermente diversa, due domande simili a quelle qui presentate (la domanda 1 della prima prova relativa alle sorgenti di luce, la domanda 2 della seconda prova relativa al processo di visione), che possono essere riproposte alla fine del percorso per verificare il cambiamento.

Un'altra domanda proposta nella prova (domanda 3 tra quelle sulla propagazione) e che permette di disaccoppiare le due teorie è la seguente:

DOMANDA SULLA VISIONE IN UNA STANZA BUIA

In una stanza buia, con pareti nere, senza pulviscolo o fumo, entra attraverso un foro sottile un raggio di luce nella direzione indicata in figura. Un osservatore è nella stanza posto dove è raffigurato l'occhio.



Quale delle seguenti affermazioni è corretta?

A. L'osservatore può vedere solo il raggio di luce
B. L'osservatore può vedere solo lo specchio
C. L'osservatore non può vedere né il raggio di luce né lo specchio
D. L'osservatore può vedere sia il raggio di luce che lo specchio

La domanda non è facilissima da capire: la stanza che si deve immaginare è non solo completamente buia, ma anche priva di pulviscolo e con uno specchio perfettamente pulito (in caso contrario si avrebbe della luce diffusa).

In realtà queste condizioni 'ideali' sono difficili da cogliere solo per chi condivide una versione ingenua, e risponde quindi che se c'è luce l'occhio vede sia la luce sia lo specchio, non importa in che direzione sia diretto il raggio.

Le teorie di senso comune riguardano anche i colori e le loro combinazioni: infatti il senso comune invita gli studenti a ragionare in analogia alle loro esperienze, e quindi principalmente a 'mescolare' come le tempere il colore dell'oggetto con il colore della luce, o a considerare la luce come 'coprente' rispetto al colore originario. Difficilmente infatti viene 'memorizzata' e utilizzata la teoria scientifica, per cui il colore di un oggetto è dato dalle caratteristiche della luce che riflette.

Il percorso "*Ne vediamo di tutti i colori*" esplora alcune di queste teorie ingenue e amplia l'esperienza comune sui colori, la prova di valutazione associata verifica il 'cambiamento' attraverso alcune domande: (dalla domanda 2 alla 6).

Per concludere

" Se dovessi condensare in un unico principio l'intera psicologia dell'educazione direi che il singolo fattore più importante che influenza l'apprendimento sono le conoscenze che lo studente già possiede. Accertatele e comportatevi in conformità nel vostro insegnamento" (Ausubel, 1968)

Questa massima è molto famosa, e le ricerche sulla conoscenza di senso comune, le rappresentazioni mentali, i misconcetti, ci dimostrano che effettivamente in gran parte dei casi gli ostacoli alla comprensione delle idee scientifiche siano da ricercare nella mancata integrazione delle nuove conoscenze che vogliamo costruire con quello che lo studente già sa.

A questo punto i problemi per l'insegnante sono due:

- deve 'accertare' quello che lo studente sa, ed è quindi importante farlo esprimere, chiedere di motivare le risposte, invitare a esporre il proprio ragionamento. Per questo a tutte le domande che indagano su possibili conoscenze di senso comune - e qui ne abbiamo presentate solo alcune – è bene sempre far seguire la richiesta: spiega il perché della tua risposta;
- deve proporre percorsi che stimolino un 'cambiamento concettuale': che allarghino le esperienze dello studente da quelle di senso comune a quelle più costruite e controllate, che permettano agli studenti di prendere consapevolezza delle proprie rappresentazioni mentali prima di confrontarle con altre esperienze e altre rappresentazioni, che invitino gli studenti ad argomentare le proprie interpretazioni dei fenomeni e a confrontarle con altre).

Tutti i percorsi proposti nel PON propongono una o più di queste azioni di cambiamento, così come tutte le prove proposte per la valutazione cercano di accertare l'acquisizione di competenze ma anche un cambiamento concettuale profondo. Nella convinzione però che la conoscenza di senso comune sia la base indispensabile della conoscenza scientifica e che 'rappresentazioni mentali' errate, e anche misconcezioni, possono sempre essere tramutate in occasioni di approfondimento.

Bibliografia

Ausubel, D. (1968), *Educazione e processi cognitivi*. Franco Angeli, Milano 1983.
Bachelard, G. (1938), *La formazione dello spirito scientifico. Contributo a una psicoanalisi della conoscenza oggettiva*. R. Cortina, Milano 1995.
Bevilacqua, F., Ianniello M. G. (1982), *L'ottica dalle origini all'inizio del '700*. Loescher, Torino.
Mayer, M. (1987), *Conoscenza scientifica e conoscenza di senso comune,* Tesi di dottorato, CEDE, Roma, (fonte di gran parte delle domande proposte e dei dati forniti)
Vicentini, M. , Mayer M. (1996), *Didattica della Fisica*. La Nuova Italia, Firenze.
Osborne, J., Dillon J. (2008), *Science Education in Europe: Critical Reflections*, Nuffield Foundation.
Piaget, J. (1926), *La rappresentazione del mondo nel fanciullo,* Boringhieri, Torino 1966.
Ruggiero, S., Cartelli, A., Dupré, F., Vicentini M., *Gravità e pressione dell'aria. Schemi di rappresentazioni mentali in ragazzi di III media*. *La Fisica nella Scuola*, n. 2 pp. 83-89.
Vicentini, M., Torosantucci, G. (1987), *L'insegnamento delle scienze nella scuola elementare*, La Nuova Italia, Firenze.
Watzlawick, P., Weakland, J., Fisch, R., *Change*. Astrolabio, Roma 1974.

Sitografia

Negli anni 90 una serie che trattava questi argomenti è stata girata per Rai Educational, il titolo della serie era Fisica e Senso comune. I video sono rivolti alla scuola secondaria superiore, ma possono esser utilizzati per corsi di aggiornamento insegnanti, e in parte anche per la scuola media.
Estratti dei video girati si trovano all'indirizzo:
http://www.raiscuola.rai.it/cerca.aspx?s=Fisica%20e%20senso%20comune

Questo materiale di studio è stato realizzato nel 2012 da INDIRE – ANSAS con i fondi del Progetto PON Educazione Scientifica, codice B-10-FSE-2010-4, cofinanziato dal Fondo Sociale Europeo.

La grafica, i testi, le immagini e ogni altra informazione disponibile in qualunque formato sono utilizzabili a fini didattici e scientifici, purché non a scopo di lucro e sono protetti ai sensi della normativa in tema di opere dell'ingegno (legge 22 aprile 1941, n. 633).