Le rappresentazioni mentali e le competenze funzionali degli studenti

Appunti e spunti di ricerca su alcune analisi delle preconoscenze e sulla loro relazione con la literacy scientifica.[1]

di A. Lepre

Questo vuole essere un contributo di apertura per un dibattito-approfondimento, riguardo alle conoscenze-competenze dei nostri ragazzi e soprattutto al loro modo di costruirsi rappresentazioni mentali su argomenti e fenomeni che hanno a che fare con la conoscenza scientifica e con il loro vissuto.

Lo spunto per questo articolo proviene dall'aver partecipato in anni passati e recenti a numerose ricerche in questo senso e dalle riflessioni che oggi ci impongono i risultati delle indagini OCSE-PISA; i dati che presenterò provengono dai *progetti didattici* di alcuni specializzandi della SSIS Lazio e sono indicazioni di lavoro senza pretese di campionamento significativo sul piano statistico.[2]

Nel corso di Didattica della Biologia per la classe A060, di cui sono stata titolare fino ad oggi, ho introdotto per gli ultimi due cicli (VIII e IX) una esercitazione preliminare rispetto all'esame che verteva su un progetto didattico da attuare in classe. L'esercitazione consisteva nell'effettuare una sorta di test diagnostico, un test sulle *preconoscenze* appunto, relativo all'argomento scelto per il progetto.

Il test, carta e matita, o sotto forma di intervista libera, doveva essere somministrato alla classe accogliente nella quale lo specializzando svolgeva il tirocinio, tabulato e commentato, per poter successivamente organizzare il progetto didattico previsto per l'esame, con la consapevolezza che nasceva dalle risposte degli alunni. Possibilmente calato nella realtà del ragazzo, quindi con un chiaro contesto di senso, poteva essere costruito in modo semplice, con domande generalmente aperte e/o stimoli di vario tipo come figure o stralci da articoli, poteva anche richiedere come risposte, associazioni libere o disegni.

Lo scopo era quello di far venire allo scoperto quelle *rappresentazioni mentali* che attraverso le informazioni provenienti dalla scienza scolastica e dal senso comune vengono da ciascuno rimaneggiate e rielaborate in base al proprio vissuto e alla propria rete cognitiva dando luogo spesso a modellizzazioni ingenue e schemi interpretativi personali. Questi, interiorizzati,

---

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

[2] Gli esami si svolgevano con la discussione di un Progetto Didattico inviato con alcuni gironi di anticipo al docente e articolato intorno ad un argomento scelto dallo specializzando fra quelli proposti a lezione. Sul sito della SSIS del Lazio verranno quanto prima resi pubblici alcuni fra i progetti più significativi.

possono a volte divenire potenti al punto di permanere anche dopo un apprendimento scolastico apparentemente corretto. Si trattava quindi di qualcosa di molto diverso da un accertamento di *prerequisiti*, pratica comunque utile quando si affronta un nuovo argomento ma decisamente più tecnica e mirata a testare l'esistenza delle conoscenze di base necessarie per poter garantire un successivo *apprendimento significativo*.[3]

Il test sulle preconoscenze (chiamate in molta letteratura *concezioni* e a volte in modo un po' dispregiativo *misconcezioni*) è anonimo, non soggetto a valutazione, poiché mira a stanare quella rappresentazione del mondo che ciascuno di noi si fa in merito ad un determinato argomento e che interferisce in modo spesso implicito e a volte fuorviante con l'apprendimento successivo. Ha anche la funzione non secondaria di motivare i ragazzi che possono esprimere liberamente il proprio pensiero e mettere in discussione le proprie convinzioni in modo dialettico. In genere infatti i risultati del test vengono discussi in classe confrontando le diverse idee e ciò facilita l'interesse per l'argomento e accende il desiderio di saperne di più. Questo ovviamente su temi di una certa portata per il vissuto e non troppo specialistici. Nel migliore dei casi si crea in chi impara un *conflitto cognitivo*, una presa di coscienza cioè delle proprie idee che, se poco coerenti o poco in linea con le conoscenze più accreditate, devono essere riviste. Anche per questo, dopo lo sviluppo dell'argomento programmato può risultate molto utile riproporre agli alunni le stesse domande e chiedere loro di confrontarsi con le risposte date al primo test.

Come è noto, questo tipo di accertamento si ispira al lavoro di Piaget, che con le sue interviste cliniche, veniva man mano scoprendo "il mondo del fanciullo" (Piaget, 1926). È stato poi rinforzato dalle teorie di Ausubel, la cui famosa epigrafe che apre il testo ormai classico "Educazione e processi cognitivi" è diventata una sorta di precetto(Ausubel, 1983):

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.

Questa esortazione ha contribuito ad attivare un fertile filone di ricerca in molti contesti internazionali e generazioni di pedagogisti e di ricercatori disciplinari che hanno lavorato nell'ambito della psicologia cognitivista - costruttivista a partire dagli anni Ottanta del secolo scorso, hanno pubblicato risultati interessanti di cui purtroppo nelle scuole poco è arrivato.

Oggi questo tipo di approccio e con esso il test diagnostico, mai abbastanza utilizzato a scuola, appare particolarmente in linea con la cosiddetta *literacy scientifica* su cui indagano le prove PISA, che viene così definita:

[3] Nella sua teoria sull'assimilazione Ausubel distingue fra *apprendimento significativo* e *apprendimento meccanico*, due poli di un continuo che aiutano a comprendere le modalità di apprendimento nei processi reali.

"L'insieme delle conoscenze scientifiche di un individuo e l'uso di tali conoscenze per identificare domande scientifiche, per acquisire nuove conoscenze, per spiegare fenomeni scientifici e per trarre conclusioni basate sui fatti riguardo a temi di carattere scientifico, la comprensione dei tratti distintivi della scienza intesa come forma di sapere e di indagine propria degli esseri umani, la consapevolezza di come scienza e tecnologia plasmino il nostro ambiente materiale, intellettuale e culturale e la volontà di confrontarsi con temi che abbiano una valenza di tipo scientifico, nonché con le idee della scienza, da cittadino che riflette."

Ho voluto riportare l'intera definizione che a volte viene sintetizzata con i termini *competenze funzionali* perché a mio avviso mette a punto obiettivi alti e affatto scontati puntando sull'uso delle conoscenze scientifiche quanto e più che sul possederle. Come dimostrano le prove PISA (scaricabili da www.invalsi.it)[4] infatti molti *item,* che apparentemente potrebbero sembrare poco significativi da un punto di vista valutativo tradizionale, riferito generalmente ai contenuti dei curricoli scolastici, sono pensati in modo da valutare quanto e come vengono usate le conoscenze per individuare e risolvere problemi che possano porsi nella vita di un cittadino medio dei nostri giorni. Il fatto che questo obiettivo sia stato condiviso da più di 50 paesi al fine di costruire, somministrare e valutare prove per i loro quindicenni e i risultati non proprio incoraggianti ottenuti dai nostri, ci devono far riflettere proprio sulle rappresentazioni mentali sottese. L'analisi di queste infatti dimostra come la scienza scolastica incida poco sulle competenze funzionali e quindi sugli esiti delle prove che su queste si basano. Si è in qualche modo autorizzati a pensare che i nostri ragazzi, messi in situazione, preferiscano riferirsi ai loro modelli ingenui più immediati, piuttosto che a quanto hanno studiato a scuola.

D'altra parte alcuni studi commissionati dalla Comunità Europea sull'insegnamento delle Scienze negli Stati membri, hanno evidenziato che la maggior parte degli insegnanti adotta un metodo di tipo trasmissivo e deduttivo mentre ormai da più parti le comunità accademiche raccomandano approcci allo studio delle scienze basati su un metodo investigativo o *Inquiry-Based Science Education* (IBSE)[5] che coinvolga i ragazzi in modo più attivo e partecipato proprio per riuscire ad incidere maggiormente sulla loro rappresentazione del reale e quindi sulla loro interazione con esso. Il nostro piano ISS (Insegnare Scienze Sperimentali), sia detto per inciso, con l'attivazione di processi di ricerca-azione, con i suoi principi guida come la didattica laboratoriale e l'attenzione ai contesti di senso, alla verticalità e trasversalità dei percorsi didattici, vuol essere una risposta a queste istanze non più rinviabili, al fine di

[4] Le prove rilasciate, quelle cioè somministrate e non, che hanno avuto il placet per essere divulgate, possono essere scaricate dal sito dell'INVALSI (www.invalsi.it) dove è stato attivato un portale riguardo al Piano di Sensibilizzazione e Formazione sulle prove, realizzato di concerto con il MIUR con il supporto di ANSAS (ex Indire).

[5] L'insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa. Politiche e ricerche, Eurydice, 2006 (www.eurydice.org)

promuovere una società la cui economia sia basata sulla conoscenza come auspicato dagli *Obiettivi di Lisbona* 2000-2010.

Tornando ai dati raccolti nella mia esperienza alla SSIS, questi vengono qui presentati in forma qualitativa e raccontata, come spunto didattico e per ulteriori riflessioni e approfondimenti ed è utile inquadrarli in una cornice non valutativa ma puramente investigativa e motivazionale perché questo era l'obiettivo di chi li ha raccolti e presentati. Gli argomenti di indagine e di progettazione generalmente scelti da un buon numero di specializzandi, ormai specializzati, della SSIS riguardavano temi ampi come: alimentazione e digestione; ereditarietà e flusso di informazione; evoluzione; percezione. In questo articolo mi soffermerò sui primi due, in un prossimo numero affronterò gli altri, in particolare mi riferirò a test effettuati nei bienni che costituiscono proprio il *target* privilegiato dalle prove PISA.

Perché mangiamo?

È una delle domande, esplicite e dirette, più frequenti nei test sull'alimentazione.

Scrive Francesca Marazzotti, del IX ciclo, che attua il tirocinio in un Istituto di Istruzione Superiore, riferendosi ad un campione di 28 studenti (17 provenienti dal liceo linguistico e 11 da quello psicopedagogico):

"A questa domanda molti studenti hanno risposto che il nutrimento è una condizione essenziale per la *sopravvivenza* di ciascun individuo, un *bisogno primario*. Due ragazze in particolare scrivono, esprimendosi in modo quanto meno tautologico: *Perché sono un essere vivente e ho bisogno di nutrirmi.* Un'altra ha dato una risposta in cui emerge con chiarezza la metafora a volte insidiosa del *corpo macchina*: *L'uomo mangia per sopravvivere, il cibo è il nostro carburante.*

Un ragazzo dà una risposta che investe invece un diverso livello di organizzazione, quello cellulare dicendo: *Mangiamo per nutrire le cellule.*

Un altro dà una risposta più dettagliata *Mangiamo per fornire al nostro organismo le sostanze necessarie a far funzionare l'intero corpo; es. proteine, calcio, grassi, vitamine A, B, C ecc.* mentre qualcuno fa un po' di confusione mettendo insieme indistintamente nutrienti e calorie: *Mangiamo così nutrendoci di proteine, calorie, vitamine, queste ci aiutano a vivere la giornata.*

Un'altra lapidaria risposta è *Perché il nostro corpo chiede cibo."*

La stessa domanda posta a ragazzi di seconda di un liceo scientifico vede nelle risposte del 60% circa dei casi l'associazione cibo, uguale carburante, uguale energia.

Una variante della domanda viene posta in una prima di un istituto tecnico: "Secondo te, perché dobbiamo mangiare?" Un 80% della classe risponde per trarre energia, un 15% per sopravvivere, un 5% per fame. Risponde alla domanda più generale "perché secondo te i

viventi si debbono nutrire?" R. F. di una prima di un Istituto Tecnico: *Perché il cibo è la "benzina" ed è ciò che fornisce ai viventi l'energia necessaria per vivere.*

Molti altri dati confermano che nelle rappresentazioni mentali degli studenti l'idea di energia prevale su quella di materia, manca totalmente l'idea della regolazione, la metafora del corpo-macchina è dura da smantellare.

Un altro spunto di riflessione proviene dal primo campione citato. La domanda è: "Conosci la rappresentazione chiamata Piramide Alimentare? Come sistemeresti i seguenti termini (frutta e verdura/carne, pesce, uova, legumi/dolci e condimenti/latte e derivati/cereali e derivati) nelle varie caselle? Perché?

Questo il commento sulle risposte:

"Nessuno degli studenti è risultato avere una conoscenza corretta del significato della Piramide alimentare. Molti hanno invertito la posizione alla base della piramide della frutta e verdura con quella dei dolci e condimenti perché il criterio utilizzato da loro è stato quello dell' "*importanza".* La frutta e la verdura, quindi, essendo ritenuti cibi più importati sono stati posti al vertice."

Altri dati, che sarebbe lungo citare, confermano l'assoluta confusione che regna nella mente dei nostri alunni spronati ad assumere integratori, spesso menzionati, vitamine in sovrappiù, cibi proteici mentre i grassi risultano in molte risposte assolutamente demonizzati. Alla domanda "Perché mangiamo alimenti diversi?" L'80% di una prima ITC risponde: *Perché sentiamo gusti diversi, un 20 % per prendere le vitamine.*

In molti questionari gli insegnanti in formazione inseriscono una domanda sul significato del termine *dieta.* Quasi tutti i ragazzi intervistati associano al termine l'aggettivo *dimagrante*. Problemi legati al linguaggio e ai concetti che questo porta con sé riguardano anche le diverse interpretazioni dei termini nutrizione, alimentazione, cibo, nutriente, alimento che vengono usati indifferentemente.

Altro argomento di interesse riguarda la percezione di sé e del proprio peso in rapporto all'alimentazione, soprattutto le ragazze percepiscono spesso il proprio corpo in sovrappeso rispetto ai loro canoni estetici e non applicano a sé stesse le competenze apprese riguardo a diete e a indici e morfologie studiate (Vedi allegato 1).

Prova a disegnare il tuo apparato digerente

A proposito della percezione di sé, prendendo spunto da una vecchia ricerca che avevo effettuato nella scuola elementare e nella scuola media molti anni fa io stessa, diversi specializzandi hanno inserito nei loro test questa richiesta e grande è stata la loro meraviglia quando anche nei disegni degli adolescenti sono comparsi i modelli rilevati nei bambini: tubi a

fondo cieco con piccolo slargo in fondo, diverticoli non meglio identificati, organi totalmente scollegati (fig.1).

Figura 1

Scrive Emanuela Cherubini del IX ciclo che ha somministrato il test in un secondo liceo scientifico:

" - Il 94,7% degli studenti non conosce gli organi e la posizione di questi nel sistema digerente

- Più della metà dei ragazzi (soprattutto le femmine) considerano il corpo come somma di tanti pezzi
- L'89,5% dei ragazzi ha una visione del proprio corpo come separato da se stessi, come un meccanismo automatico (tipo quello della sveglia).
- Interessante è stato notare alcune particolarità dei disegni fatti dai ragazzi:

  Molti sistemi digerenti sono privi dell'ano e sono chiusi al livello intestinale (le parti del corpo che fanno ribrezzo vengono rimosse).

  In tutti i disegni (a parte uno) mancano gli organi ghiandolari, fegato e pancreas. Non hanno capito né le funzioni fondamentali delle ghiandole né le relazioni col sistema digerente

  In tutti i disegni mancano delle relazioni grafiche fra i vari organi. Il sistema digerente viene rappresentato come un tubo che inizia da un buco anteriore e dopo essersi ingrossato e ristretto formando lo stomaco e l'intestino, finisce nell'ano. Spesso il contorno della figura umana non è rappresentato"

Riferisce la collega Fulvia Ceccotti, insegnante tutor di un liceo scientifico romano:" La tirocinante, Cristina Mearelli, ha chiesto ai miei alunni, 27 di una seconda, di disegnare su una scheda bianca l'apparato digerente umano indicando i nomi e le funzioni degli organi connessi. Io stessa all'inizio ero sorpresa nel veder assegnare questo test, davo per scontato che tra la scuola media e le informazioni dei mass media, l'apparato fosse conosciuto da tutti

correttamente. Ho tastato con mano che così non era: l'apparato digerente era per uno una spirale (fig. 2) che non si sapeva dove finisse per un altro lo stomaco si posizionava sotto l'intestino, il fegato e la milza erano invertiti e il rene, chiamato reno, era per un altro collegato allo stomaco! Praticamente nessuno dei ragazzi intervistati aveva anche solo vagamente un'idea corretta dell'apparato."

D'altronde in un altro test (II istituto tecnico linguistico) alla domanda diretta: "Dove finisce ciò che mangi?"

5 ragazzi hanno risposto nello stomaco, 4 nell'intestino per essere espulso, 7 in parte nel corpo e in parte espulso, 1 non ha risposto, 2 nell'apparato digerente, 3 nelle fogne, 1 nell'apparato escretore.

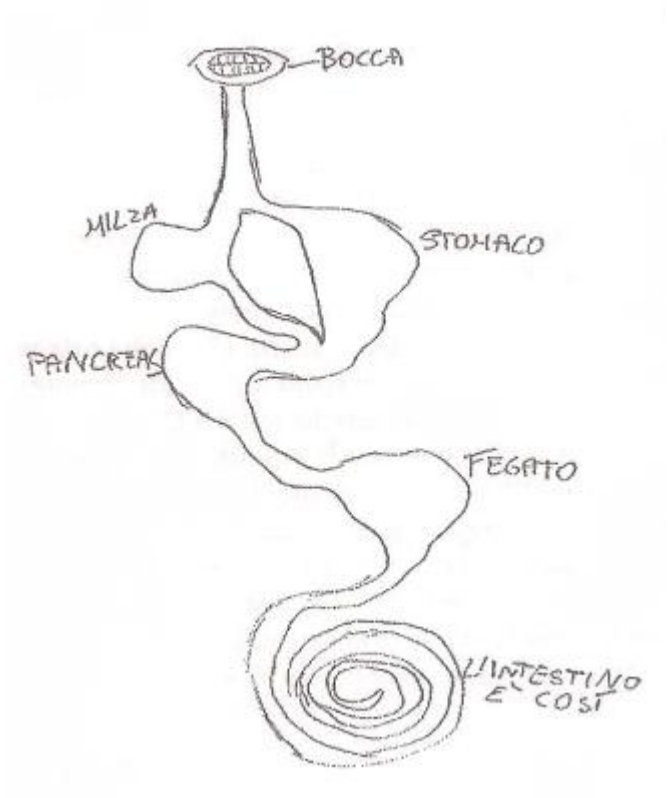

Figura 2

Queste risposte, anche se in alcuni casi probabilmente influenzate da una sorta di pudore, confermano la tendenza, dimostrata anche in altri campi, a non collegare le informazioni e a vedere organi e funzioni separati. Senza dubbio manca una **correlazione anche semplice fra strutture e funzioni** per non parlare di concetti più raffinati come la **correlazione fra le parti o le relazioni sistemiche** fra diversi apparati. Da questi e da altri test inoltre appare evidente che la funzione digestiva dell'apparato digerente e il percorso verticale dei nutrienti prevalgono in maniera drastica su quella assimilativa e, per così dire, orizzontale.

La difficoltà di mettere in relazione non solo apparati diversi in modo funzionale e dinamico ma anche **livelli di organizzazione** diversi, emerge chiaramente anche da quanto scrive un altro specializzando il cui progetto didattico verteva su un argomento apparentemente molto

lontano dall'alimentazione "Mitosi e meiosi" (vedi allegato 2 in fondo al testo). Dalle risposte dei ragazzi riguardo all'importanza della proliferazione cellulare per l'accrescimento corporeo e per la riparazione dei tessuti sembra di intuire che il modello cellulare non è introiettato, anche se conosciuto, poiché immaginano che le sostanze nutritive aumentino direttamente il volume degli organi

Difficile quindi collegare il livello dell'organismo con quello dell'organo e poi con quello cellulare, cosa succede allora quando cerchiamo di introdurre modelli molecolari?

Codici e informazione

Passando ad un altro argomento di cui molto si parla sia nella scuola sia fuori, alla domanda *Cosa sai del tuo DNA?* che apre un test proposto da Elisabetta Pagliano, ormai specializzata, ad una classe seconda di un ITC, hanno risposto 21 ragazzi. Nel terzo allegato alcune delle risposte più emblematiche (vedi allegato 3 in fondo al testo). Da queste e da altri test analoghi emerge in modo chiaro come le concezioni siano soprattutto ispirate da quanto i ragazzi hanno recepito dai *media* riguardo all'uso del test del DNA per risolvere casi giudiziari e paternità dubbie. A livello biologico la rappresentazione mentale porta con sé un grosso misconcetto: il DNA si trova per molti alunni solo nel sangue, per qualcuno anche nella saliva, e con questo viene trasmesso. Rimane, aggiornata, l'antica idea che il legame di parentela sia trasmesso con il sangue.

Per quanto riguarda i cromosomi in questo test la confusione è ancora maggiore, molti ragazzi li identificano unicamente con quelli sessuali e quindi li confondono con i gameti, in diversi disegni infatti (fig. 3) sono rappresentati simili a spermatozoi.

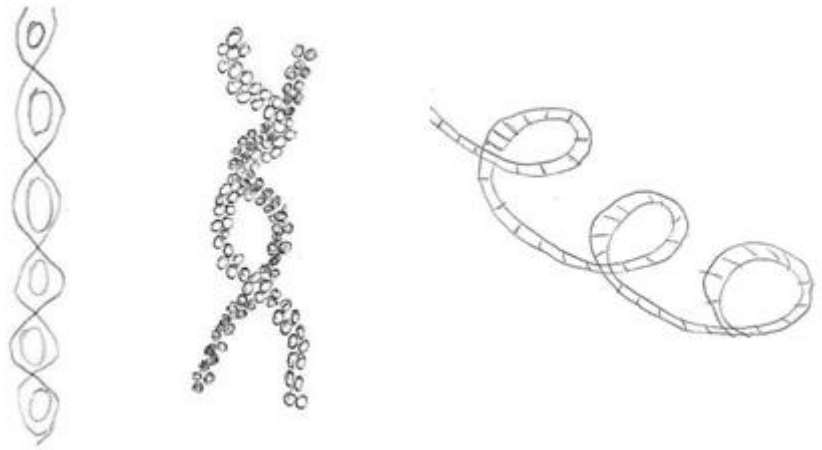

Figura 3 - Cromosomi

Le cose sembrano andar meglio in un secondo liceo scientifico di Civitavecchia dove appare più consolidata una conoscenza di tipo scolastico, hanno studiato da poco il DNA (fig.4), anche se a ben guardare questa sembra poi poco collegata ad informazioni provenienti da un vissuto esperenziale (vedi allegato 4).

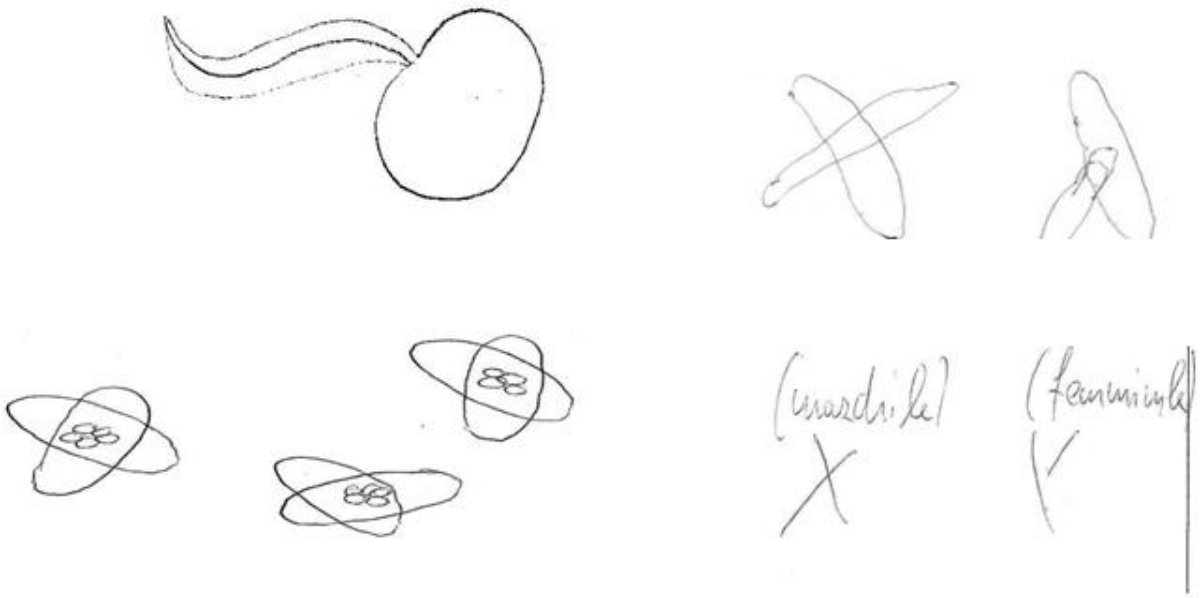

Figura 4 – Il DNA

Qui è il concetto di codice che non sembra compreso perché, la maggior parte dei ragazzi dice che non è possibile che tutti gli esseri viventi abbiano lo stesso, nonostante mostrino di conoscere il modello del DNA. Dalle risposte appare evidente la confusione fra due concetti fondanti, **codice** e **informazione**, cosa che compromette una reale comprensione di quanto hanno studiato

Di questo contributo è anche interessante una lettura diversa che si soffermi oltre che sulle risposte degli alunni anche sulla volenterosa interpretazione dell'insegnante in formazione che comincia ad intravedere, nonostante l'inesperienza, un mondo delle idee dei ragazzi che va al di là di quanto richiesto dal sapere scolastico. Questa modalità di indagine, ridiscussa e analizzata poi in sede d'esame e di tirocinio nel caso della specializzanda, potrebbe essere utile anche come base di lavoro e discussione fra gruppi di insegnanti esperti e meno esperti che confrontino fra loro le idee emerse dai test per concordare una programmazione più aderente al contesto e alle rappresentazioni mentali degli studenti.

Individuare inoltre concetti fondanti della disciplina insegnata, cosa niente affatto scontata, può servire a calibrare curricoli, progettare interventi didattici, disvelare concezioni fuorvianti.

Caccia all'assassino

A proposito di DNA è interessante confrontare i test sulle rappresentazioni mentali dei ragazzi con una delle prove PISA rilasciate che viene riportata nel volume sul *framework* (quadro di riferimento) 2006 come esemplificativa delle competenze: *Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni* (domanda 1) e *Individuare questioni di carattere scientifico* (domanda 2).
Lo stimolo della prova (ogni prova PISA propone un testo stimolo che contiene spesso anche disegni o rappresentazioni grafiche, seguito da una serie di domande formate da *item* (quesiti) mirati a valutare competenze specifiche) è costituito da un articolo di giornale che definisce il contesto della prova e riguarda l'assassinio di un uomo dovuto a numerose ferite da coltello e immerso in una pozza di sangue su cui la polizia scientifica farà il test del DNA. Nel testo si danno anche informazioni tecniche su cosa sia un profilo di DNA e su come questo venga ottenuto, il tutto è corredato da una figura.
Le domande presentate sono due, la prima è una classica domanda a scelta multipla mirata a stabilire il livello di conoscenza del DNA da parte dei ragazzi. La seconda è più interessante perché è così formulata:
A quale di queste domande non si può rispondere per mezzo di prove scientifiche?

a. *Qual è stata la causa medica o fisiologica della morte della vittima?*
b. *Perché la vittima è stata pugnalata molte volte?*
c. *Passare un tampone sulla guancia è un modo sicuro per raccogliere campioni di DNA?*
d. *Tutti i gemelli identici hanno lo stesso profilo del DNA?*

È anche questo un modo per capire se i ragazzi utilizzano le conoscenze scientifiche per farsi un'idea di ciò che accade e prima ancora se sanno individuare questioni a cui la scienza può dare una risposta. Ed è proprio su questo tipo di competenze che i nostri ragazzi hanno ottenuto nelle prove 2006 i risultati peggiori.
Occorre dunque prestare grande attenzione non solo alla costruzione delle conoscenze ma anche al modo in cui queste si vengono a integrare nelle rappresentazioni mentali di ciascuno al fine utilizzarle per fornire spiegazioni sensate di fenomeni che abbiano a che vedere con le conoscenze scientifiche.

Bibliografia

Piaget J., 1926, *La rappresentazione del mondo nel fanciullo,* Boringhieri, (1966) Torino.

Ausubel D., 1983, *Educazione e processi cognitivi*, Franco Angeli ed. Milano.

Bruner J., 1997, *La cultura dell'educazione,* Feltrinelli, Milano.

Altet M. et al., 2006, *Formare gli insegnanti professionisti,* Armando ed., Roma.

Lepre A., 2005, *Attività di laboratorio e rappresentazioni mentali,* Treccani scuola, www. Treccani.it.

Benvenuto G., 2007, *Verifica e valutazione nei processi formativi,* Quaderni della SSIS Lazio, Edizioni Nuova Cutura.

OECD-INVALSI, 2007, *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica,quadro di riferimento di PISA 2006,* Armando, Roma.

INVALSI, *Le competenze in scienze, lettura e matematica degli studenti quindicenni,* Rapporto nazionale Pisa 2006, 2008, Armando ed.

www.invalsi.it, COMPENDIO PROVE-PISA INSEGNANTI, 2006.

Euridyce, la rete di informazione sull'istruzione in Europa, *L'insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa,* 2006, quaderno N. 26, Indire-Unità italiana di Eurydice.

Allegato 1

Pensi di possedere un "peso ideale"?

Chiede ancora la prima specializzanda citata:

Completa la seguente tabella:

Sesso (Maschio o Femmina)	
Statura (cm)	
circonferenza polso (cm)	
Peso (kg)	
Penso di possedere un "peso ideale" (si o no?)	

E così commenta le risposte:

"Con questa domanda ho registrato una certa discrepanza tra la percezione che gli studenti hanno di sé e i valori ottenuti dal calcolo del peso ideale.

- I risultati dei calcoli da me effettuanti, individuando prima il tipo morfologico con statura e circonferenza polso e poi utilizzando delle tabelle costruite tenendo conto della struttura corporea, indicano che:

8 studenti posseggono un peso ideale (1♂ e 7♀♀), 5 sono sottopeso (2♂♂ e 3 ♀♀), 7 sono in leggero sovrappeso che va da 1 a 5 kg (1♂ e 6♀♀) e i restanti non hanno voluto fornire o non ricordavano alcuni dati come peso o altezza.

Per quanto riguarda la *percezione dichiarata* dagli studenti ho invece ottenuto i seguenti risultati:

17 pensano di non possedere un peso ideale (14 ♀♀ e 3 ♂♂), 5 pensano di possedere un *peso ideale* (tutte ♀♀), 4 non si esprimono

I risultati più interessanti vengono però dal confronto fra i dati e la percezione che hanno di sé, infatti gli studenti che possiedono un *peso ideale* e ne hanno anche la percezione sono solo 2 (♀♀).

Tre risposte mi hanno fatto riflettere: una ragazza afferma che *assolutamente* il suo peso non corrisponde a quello ideale pur pesando 50 kg e l'intervallo di variazione è 50-55. Un'altra ragazza dice di essere molto sovrappeso e di avere le ossa grandi, il suo peso è di 60 kg quindi appena 1 kg al di fuori del suo intervallo di 53-59. La terza ragazza che afferma di non

possedere un peso ideale (il suo peso è di 55 kg dove l'intervallo di variazione è 52-60) dice che solo essendo come una modella, assumendo quindi quel livello di magrezza, avrebbe raggiunto il suo peso ideale.

Allegato 2
Come crescono gli organismi?

Così racconta Raffaele Lombardi a proposito della discussione con cui ha voluto sondare le rappresentazioni mentali dei ragazzi di una classe seconda di un istituto tecnico:
"Nell'analisi delle preconoscenze avevo programmato una discussione in classe allo scopo di fare emergere le rappresentazioni mentali e le conoscenze dei ragazzi mediante domande riguardanti aspetti della vita quotidiana in cui poter scorgere il ruolo determinante della mitosi.
Le preconoscenze che ho pensato di sondare sono riassunte nei punti seguenti:

- A cosa riferiscono l'accrescimento corporeo degli organismi.

  Questa domanda è finalizzata a capire se gli studenti collegano l'aspetto macroscopico della crescita a qualche processo microscopico o se non considerano per nulla la presenza di tali processi.
- In cosa consiste la crescita di una pianta o di un animale.

  La domanda è finalizzata a concentrare l'attenzione dello studente su qualcosa di tangibile che è abituato a vedere nella vita quotidiana per capire come interpretano l'aumento della massa di un organismo.
- Cosa pensano che sia la riparazione dei tessuti danneggiati (le ferite). Anche in questo caso si vuole sondare la capacità di collegare macroscopico e microscopico.

Un'informazione molto importante che ho potuto trarre circa l'accrescimento degli organismi riguarda il fatto che gli studenti hanno difficoltà a riferire la crescita corporea alla proliferazione cellulare. Ciò che loro pensano è infatti che l'accrescimento è legato essenzialmente al nutrimento che l'organismo riceve. L'esempio è ricaduto logicamente sull'uomo in quanto hanno collegato il fatto che mangiare tanto porti ad un accrescimento maggiore in termini di massa. In un certo senso il discorso può essere plausibile se loro non commettessero l'errore di pensare che il cibo si trasformi in tessuto quasi "per magia"; nessuno infatti si riferiva al cibo come fonte di nutrimento per ogni singola cellula. Ho quindi potuto individuare che il tassello mancante del loro ragionamento è proprio la cellula come "unità vivente di base" per il mantenimento e dunque l'accrescimento corporeo.
Anche nel caso della riparazione dei tessuti danneggiati, la loro tendenza è quella di fermarsi all'aspetto macroscopico del fenomeno. Tutti erano d'accordo sul fatto che ci fosse una

"ricrescita" del tessuto, ma nessuno collegava questo meccanismo al fatto che in quel momento ci fossero migliaia di cellule in proliferazione e che l'effetto macroscopico di riparazione fosse dovuto ad un'attività di proliferazione cellulare."

Allegato 3

A che serve il DNA? E i cromosomi?

- *Il DNA è differente in ogni corpo umano. Infatti in base a questo si risale al nome delle persone, per trovarlo bisogna solo prendere una cellula.*
- *Il DNA è l'acido Desossiribonucleico che si trova nel sangue e nella saliva e serve per riconoscere una persona dall'altra.*
- *Il DNA è una sostanza per farti riconoscere dagli altri. Si trova nel sangue e nella saliva.*
- *Il DNA è una cosa del sangue che distingue una persona dall'altra.*
- *Ognuno ha il suo DNA e determina la persona ed il suo aspetto. Il DNA si può trovare su tutte le parti del corpo di una persona, su ogni capello e pezzo di pelle.*
- *Con il DNA si può riconoscere una persona. Il DNA viene preso tramite il sangue, la saliva, la pelle o l'impronta digitale di una persona.*
- *Il DNA serve per dimostrare che sei compatibile con i tuoi genitori. Tutti hanno un loro DNA.*
- *Il DNA sarebbe il sangue di una persona che passa al suo figlio. In questi giorni, ad esempio, si sta facendo la prova del DNA per risalire alla persona che ha ucciso il figlio della Franzoni. Il DNA si può trovare con dei capelli, con il sangue e penso che si trovi anche con la pelle.*
- *Il DNA è diverso in ogni persona. Ogni persona ha il suo che lo caratterizza. Si può ricavare attraverso peli, sangue,etc. Hanno cercato pure di modificarlo a volte con successo altre senza.*

Il test prosegue chiedendo: "Spiega cos'è un cromosoma e disegnalo nel riquadro"

Queste le risposte:

- *Essere maschi o femmine dipende dai cromosomi X ed Y*
- *Di cromosoma ce ne sono diversi e secondo me sono quelle cellule che servono per mettere al mondo un bambino (disegno simile ad uno spermatozoo).*
- *Il cromosoma serve a sapere quando un figlio è maschio o femmina. Se il cromosoma è XX il bambino è maschio, se è XY il bambino è femmina.*
- *Il cromosoma dice se una donna incinta aspetta un maschio o una femmina.*
- *I cromosomi servono per vedere se siamo maschi o femmine. Quando una donna è incinta posso vedere il sesso del bambino. Se è maschio il cromosoma è XX, se femmina è XY.*

- *X ed Y si incrociano (disegni che sembrano atomi…)*
- *Esistono dei cromosomi X e dei cromosomi Y. Penso sia una cosa che serve per fare un figlio (disegno simile ad uno spermatozoo)*
- *Il cromosoma o i cromosomi si trasferiscono da persona a persona, dal padre e dalla madre al figlio. Se due genitori hanno un rapporto sessuale il bambino che nascerà avrà elementi caratteristici del padre o della madre nel proprio fisico, trasferiti appunto dai cromosomi.*

Tutti gli altri: risposta in bianco

Commenta così le risposte sul DNA Elisabetta:

" - I ragazzi collegano il DNA all'aspetto esteriore, nessuno fa riferimento a qualche altro tipo di funzione che non sia legata all'aspetto fisico.

- La maggior parte si riferisce al DNA come se fosse posseduto solamente dagli uomini. Solo un alunno dice che è presente in tutti gli esseri viventi.
- Spesso si fa riferimento all'"utilità" pratica del DNA. In particolare la maggior parte dei ragazzi lo considera utile per identificare le parentele e per ricavare prove nelle indagini sui delitti. A nessuno è venuta in mente qualche altra applicazione, come ad esempio le biotecnologie utilizzate per la produzione di OGM. Solo un ragazzo accenna al fatto che ci siano stati esperimenti per modificarlo.
- Sembra che il DNA per molti alunni sia contenuto solamente nel sangue e nella saliva.
- Nessuno ha pensato di dare una descrizione del DNA o di specificare le sue componenti. Ciò può essere dipeso sia dal fatto che la domanda successiva chiedeva di disegnarlo, sia dalla mancanza di queste conoscenze.
- Le preconoscenze degli alunni sono chiaramente influenzate da diversi telefilm moderni, come "CSI: scena del crimine". In particolare la convinzione che "serva" quasi esclusivamente ad identificare le persone e che si trovi solamente in alcuni tessuti, sembra derivare da questa serie televisiva o da altre molto simili che vengono continuamente proposte in televisione. "

Sulle risposte alla domanda sui cromosomi, scrive ancora la specializzanda:

"Per i ragazzi i cromosomi sono esclusivamente quelli sessuali. Molti confondono i cromosomi con i gameti, in particolare si vede dai disegni, dove sono rappresentati simili a spermatozoi. Pensano sia uno solo e che sia XX o XY. Si confondono su qual è il maschio e la femmina.

Su un'altra domanda che riguardava il codice genetico: La maggior parte dei ragazzi non sa assolutamente di cosa si tratti, infatti solo 6 studenti hanno risposto. Le poche risposte sono un po' vaghe ed il codice genetico viene identificato come i geni ed il DNA. Nessuno fa riferimento al suo meccanismo."

Allegato 4

Codice e informazione

Lasciamo parlare direttamente la specializzanda Debora Giorgi di cui riporto per intero le domande, anche se a mio avviso un po' troppo numerose, e le considerazioni sulle risposte:

"L'accertamento delle pre-conoscenze ha riguardato i ragazzi del secondo anno del Liceo Scientifico Galileo Galilei di Civitavecchia, classe IIA; una classe composta da 24 alunni.

Ai ragazzi è stato chiesto di rispondere per iscritto a domande relative al DNA. La classe ha già affrontato, nel corso del presente anno, lo studio del DNA ma limitatamente alla composizione chimica e alla struttura generale delle molecole degli acidi nucleici. La parte relativa alla funzione degli acidi nucleici e alla "ereditarietà" saranno affrontati all'inizio del prossimo anno.

Di seguito vengono riportate tutte le domande, proposte ai ragazzi:

1. Escludendo la scuola hai mai sentito parlare di DNA ? In che contesto? In relazione a che cosa?
2. Che cos'è il DNA e che cos'è un gene? In base a ciò che conosci fornisci una definizione di entrambi i termini
3. Scrivi le prime 10 parole che ti vengono in mente pensando al DNA
4. Dove si trova il DNA?
5. In quali organismi si trova?
6. Che funzione svolge nell'organismo?
7. Fornisci una spiegazione del perché un bambino secondo te solitamente assomiglia ai genitori o ai parenti
8. Disegna una molecola di DNA in base ai modelli che conosci.
9. Fornisci una definizione della parola CODICE? Cosa associ a tale termine?
10. Cosa contiene solitamente un CODICE? Fai esempi di codici che conosci
11. In relazione al DNA si parla di CODICE GENETICO? Che tipo di messaggio pensi possa contenere? Come immagini tale codice?
12. Cosa significa secondo te che il DNA contiene le "INFORMAZIONI" necessarie alla vita di un organismo?
13. Pensi che sia possibile che gli organismi siano diversi se utilizzano lo stesso codice universale? Perché?

1) La maggior parte dei ragazzi ha risposto alla prima domanda dicendo che ha sentito parlare di DNA nei film o in altri programmi televisivi, soprattutto in ambito medico (malattie genetiche) o legale (identificazione criminali o attribuzioni di paternità) e in relazione agli organismi geneticamente modificati.

2) Alla seconda domanda le risposte sono state:

- *il DNA è una catena a spirale*
- *Il DNA è l'acido desossiribonucleico e serve per fornire informazioni*
- *Il DNA è una catena di geni ognuno con una sua funzione e solo pochi di questi sono attivi*
- *Il DNA è il patrimonio genetico di un essere vivente. Un gene è una parte più piccola del DNA*
- *È una molecola che contiene i geni di una persona e il gene è una proteina che porta informazioni agli enzimi*

Molti hanno messo in relazione il DNA con le "informazioni" e diversi hanno evidenziato che tali informazioni vengono trasmesse ai figli. Raramente è stata evidenziata la funzione del DNA nei processi fisiologici, di sviluppo e di crescita degli organismi viventi.

3) L'associazione di idee ha evidenziato principalmente una conoscenza di tipo scolastico le parole, infatti, associate al DNA sono state: RNA, basi azotate, spirale, cellule, nucleo, cromosoma, zucchero; solo un ragazzo ha aggiunto a tali termini anche: evoluzione, clonazione, crescita, aspetto fisico, caratteristiche, comportamento … Quasi tutti i ragazzi hanno collocato il DNA all'interno del nucleo, alcuni specificando anche la differenza tra cellula eucariote e procariote; solo uno studente ha indicato nel sangue la sede del DNA.

4) Tutti hanno affermato che il DNA si trova in tutti gli organismi viventi.

5) Circa la funzione svolta dal DNA la maggior parte dei ragazzi ha risposto: "a contenere e/o a trasmettere informazioni genetiche " Molte le risposte che indicano nel DNA la molecola responsabile del flusso di informazioni tra genitori e figli; mentre, come già sottolineato, appaiono meno numerose quelle che evidenziano un ruolo del DNA nello sviluppo e nella crescita di un organismo o nell'evoluzione delle specie.

6) Alla domanda 7 quasi tutti mettono in relazione le somiglianze tra genitori e figli con il DNA. Alcuni parlano in generale di trasferimento di DNA, altri di trasmissione di cromosomi e/o di caratteri e geni.

7) La maggior parte hanno rappresentato il DNA come una doppia elica e solo alcuni hanno evidenziato la complementarietà tra le basi.

8) e 10) Le risposte alle domande 9 e 10 sono state spesso unificate dai ragazzi. La maggior parte di loro si è limitata a fornire esempi di codici conosciuti quali: "codice Pin, codice fiscale, codice bancario, codice segreto, nome in codice, codice da Vinci, codice civile". Solo qualche studente ha fornito anche una definizione di codice del tipo: il codice contiene delle combinazioni di numeri, caratteristiche; oppure: "un codice contiene un insieme di segni o di leggi (codice civile) o una informazione"

9) Vedi sopra

10) Anche le domande 11 e 12 sono state spesso unificate in un'unica risposta. La risposta più frequente è stata:" contiene informazioni ereditarie o contiene informazioni genetiche";

"il codice genetico contiene informazioni per costruire un organismo, i geni sono le istruzioni". Le definizioni date risultano piuttosto generali e diversi ragazzi hanno scritto di non riuscire ad immaginare o a rappresentare il codice genetico.

11) Vedi sopra

12) La maggior parte dei ragazzi ha scritto che se tutti gli organismi utilizzassero lo stesso codice, avrebbero tutti le stesse caratteristiche perché tutti avrebbero ricevuto le stesse informazioni. Quindi non è possibile che utilizzino lo stesso codice. Solo un paio di studenti indicano che è possibile utilizzare uno stesso codice " che però è combinato in modo diverso da uomo a uomo" o che " tutti gli organismi sono diversi perché ognuno si è evoluto in modo diverso da uno stesso organismo, quindi "usano tutti lo stesso tipo di codice ma con informazioni diverse e più adatte a loro stessi"

In conclusione osservo che sebbene il concetto di codice sia chiaro negli esempi riportati dai ragazzi, quello di codice genetico risulta, come atteso, vago e indefinito. Il tipo di informazioni contenuto nel codice non è chiaro, si parla in generale di caratteristiche che vengono trasmesse ai figli, poco del rapporto tra il DNA e lo sviluppo o la vita di un organismo. Importante sottolineare che da varie risposte trapela una visione di tipo statico/deterministica nel senso che tutto è già scritto nel DNA, per alcuni alunni persino "il comportamento di una persona."