

3^a unità tematica - **Le rappresentazioni mentali**

3.1 - Laboratorio didattico: Leggi scientifiche e vita quotidiana (L'albero genealogico)

Questo laboratorio è dedicato all'ereditarietà. Le attività proposte richiamano un numero assai limitato di conoscenze di base, che possono essere così riassunte:

- i caratteri cosiddetti *monofattoriali* sono determinati da un solo gene, presente in doppia copia nell'individuo *diploide* e in singola copia nei gameti *aploidi* (l'uovo e lo spermatozoo);
- le diverse manifestazioni di un carattere monofattoriale dipendono dalla forma *allelica* in cui si presentano i due geni portati dall'individuo: la forma *dominante* si manifesta *fenotipicamente* anche se presente in singola copia; invece, la forma *recessiva* per manifestarsi deve essere presente in doppia copia.

Per allenarti a ragionare di trasmissione dei caratteri ereditari monofattoriali e a costruire alberi genealogici, risolvi qualche esercizio.

a) Indica

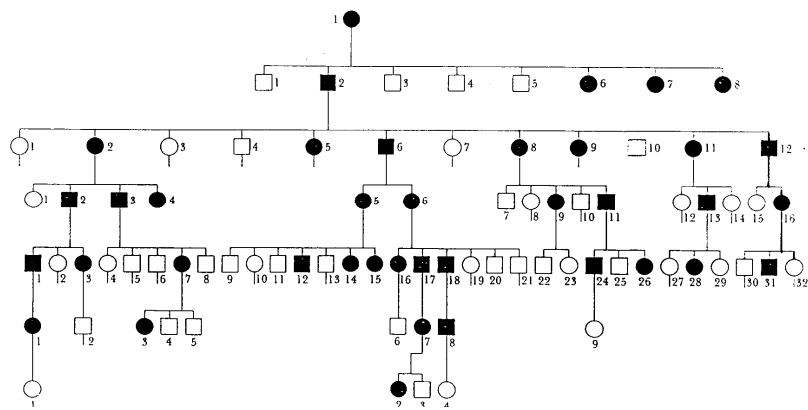
- quanti tipi di gameti formerà una persona albina (“aa”)
-

- quali saranno il *genotipo* e il *fenotipo* del figlio di un padre albino (“aa”) e di una madre non albina (“AA”)
-

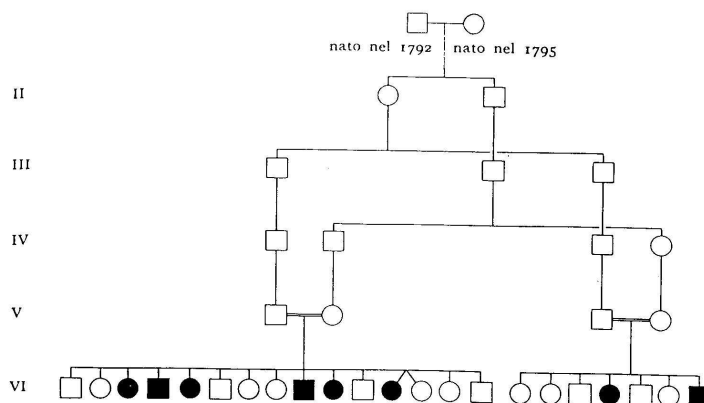
- qualora due persone con le caratteristiche che hai appena individuato si sposino, quali saranno i genotipi e i fenotipi dei loro figli
-

b) Il carattere “brachidattilia” (dita corte) è molto raro ed è determinato dalla forma dominante di un gene (B). Indica quale percentuale dei gameti di una persona brachidattila (*genotipo* “Bb”) porterà l'*allele* dominante (B) e in quale percentuale i suoi figli saranno brachidattili.

c) Considera il *fenotipo* dei figli di persone brachidattile (v. simboli neri) nell'albero genealogico riprodotto di seguito (nel quale non sono riportati i coniugi non affetti). Puoi considerare corrette le previsioni che hai formulato al punto precedente?



d) Esamina l'albero genealogico di un carattere recessivo, la microcefalia ereditaria. Tutti e quattro i genitori delle persone affette (simboli neri, *genotipo* "mm") discendono da una coppia nata nel 1700. Indica il probabile genotipo di tutte le persone rappresentate nell'albero e spiega come hai ragionato per la determinazione.



Determina il tuo genotipo relativamente ai caratteri descritti di seguito (almeno di quelli che richiedono materiali o informazioni facilmente reperibili).

* **escrezione urinaria di componenti odoriferi degli asparagi**

Gli individui "escretori" ("Aa" ed "AA") secernono il metan-tiolo che conferisce all'urina un odore caratteristico. E' sufficiente avere mangiato un solo asparago perché il carattere si manifesti; l'odore che in questo caso assumono le urine è comunemente così deciso da non lasciare dubbi sull'esito della rilevazione.

* **effetto edulcorante del carciofo**

L'effetto di edulcorazione è avvertito in presenza dell'allele dominante (persone "CC" e "Cc"). Non è nota la base biochimica del fenomeno. L'effetto si evidenzia se si beve acqua subito dopo aver mangiato poche foglie di carciofo, anche crudo e ha una considerevole persistenza. Come nel caso precedente l'esito è netto e inequivocabile.

* **sensibilità al sapore della PTC**

Il gene interessato è detto "taster". Quando appoggiano sulla lingua una striscia di carta bibula imbevuta di una soluzione di PTC (fenil-tio-carbammide) 0.01% le persone "TT" e Tt" attribuiscono alla PTC un sapore amaro, le persone "tt" non avvertono alcun sapore.

* **capacità di arrotolare la lingua**

Si fa riferimento a tre livelli di espressione di questo carattere (ripiegamento dei margini destro e sinistro della lingua verso l'alto): incapacità totale ("ll"), capacità di arcuare la lingua verso l'alto ("Ll") e capacità di ripiegarla a U ("LL").

* **gruppo sanguigno ABO**

Il gene che determina questo gruppo sanguigno ha tre forme alleliche I^A (presenza dell'antigene A), I^B (presenza dell'antigene B), i (assenza degli antigeni A e B). Quando i globuli rossi portatori di un dato antigene vengono messi a contatto con l'anticorpo corrispondente avviene la reazione di agglutinazione: ad esempio una goccia di sangue di persone di gruppo A ("I^AI^A" o "I^Ai") agglutinerà in presenza di anticorpo α e non agglutinerà in presenza di anticorpo β. Operativamente, si predispongono due vetrini da orologio con qualche goccia di antisiero, rispettivamente α (blu) e β (giallo). Si punge quindi il polpastrello con una lancetta sterile; si lascia cadere una goccia di sangue in ogni vetrino e la si pone in contatto con l'antisiero. L'eventuale reazione di agglutinazione si verifica entro pochi secondi.

carattere	genotipo
escrezione urinaria di componenti odoriferi degli asparagi	
effetto edulcorante del carciofo	
sensibilità al sapore della PTC	
capacità di arrotolare la lingua	
gruppo sanguigno ABO	

Elabora l'albero genealogico della tua famiglia con riferimento ad almeno tre generazioni, attribuendo a ogni persona un numero d'ordine e usando simboli opportuni per distinguere i maschi dalle femmine, per indicare i matrimoni, per segnalare quali persone non sono più in vita.

Cerca di contattare il maggior numero di membri della famiglia, intervistali, e quantomeno suggerisci di mangiare un asparago e una foglia di carciofo, di provare ad arrotolare la lingua. Chiedi se conoscono il gruppo sanguigno. Definisci il fenotipo per il maggior numero possibile di caratteri. Formula ipotesi ragionevoli sul genotipo di almeno cinque persone (che individuerai mediante il numero d'ordine attribuito all'atto dell'elaborazione dell'albero genealogico).

(persone delle quali si ipotizza il genotipo)

n°	genotipo

3.2 Senso comune e conoscenza scientifica

Le rappresentazioni della realtà definite “di senso comune” sono largamente condivise e straordinariamente simili, per tipologia e frequenza, nei paesi occidentali che pure hanno storie e tradizioni culturali assai diversificate. Si tratta di un dato molto importante che consente – o, meglio, impone – di tener conto dei saperi pre-esistenti del soggetto che apprende, saperi efficaci (in quanto sono messi alla prova e validati dalle pratiche della vita quotidiana), destinati a entrare in conflitto con i saperi scientifici, oggetto delle pratiche dell'insegnamento-apprendimento scolastico.

La solidità delle rappresentazioni di senso comune è alla radice di un fenomeno ormai accertato: le competenze proprie di un particolare ambito disciplinare, se non sono praticate attivamente, persistono nel soggetto che apprende pochi anni dopo l'acquisizione scolastica. Le persone tornano a ragionare, a pensare e a sapere come ragionavano, pensavano e sapevano prima. Questa regressione può essere facilmente verificata su noi stessi, confrontando competenze di cui disponiamo: quelle di ambito scientifico con quelle – ad esempio – di ambito storico o letterario. Al netto della ricaduta culturale di passatempi e passioni, dovremo tornare indietro nel tempo per ritrovare la collocazione del nostro livello attuale di competenza in merito alle cause della rivoluzione francese o alle poetiche del romanticismo.

Infine, mentre le rappresentazioni di senso comune rispondono e corrispondono olisticamente alle sollecitazioni della vita quotidiana, le conoscenze scolastiche risultano organizzate in compartimenti (le discipline, i libri di testo, i capitoli, ...) e tendenzialmente non subiscono processi di integrazione, di generalizzazione, di consapevole applicazione a situazioni concrete: possono essere richiamate soltanto facendo riferimento al compartimento specifico (come accade nel corso delle interrogazioni). Poiché la fenomenologia reale non è organizzata in compartimenti disciplinari, le conoscenze scolastiche risultano poco utili per affrontare e risolvere i problemi della vita quotidiana.

Così accennati termini ed esiti del senso comune e della conoscenza scientifica, se ci si dispone a identificare strategie che potenzino la completezza, la significatività e l'efficacia di quest'ultima, occorre stabilire quali livelli costituiscono un obiettivo ragionevole, e, in prima istanza, se ha senso mirare a una soppressione delle rappresentazioni di senso comune a favore di conoscenze scientifiche.

che. Sembra che non abbia senso: se ne può dare ragione facendo riferimento a una ricerca dedicata alla “visione del mondo”.

Qualche anno fa, è stato evidenziato (Ogunniyi et al., 1995) che gli insegnanti di scienze di paesi non occidentali (Bostwana, Indonesia, Giappone, Nigeria e Filippine) mantengono una insospettata disponibilità a spiegare fenomeni singolari facendo riferimento ad assetti teorici di natura antropologica e sociologica (non scientifica). Si è pervenuti a questa conclusione mediante la somministrazione di un questionario che propone la scelta tra spiegazioni classificate come magico-misteriche, parapsicologiche, pseudoscientifiche, religioso-spiritiche e scientifico-razionali, applicate a eventi quali la scomparsa delle navi nel Triangolo delle Bermude, l’arrivo improvviso di una persona che è stata appena nominata, l’efficacia dell’intervento di un guaritore, la percezione da parte degli animali di cambiamenti ambientali (terremoti, uragani, ...). I soggetti esaminati, che pure avevano goduto di una esauriente formazione scientifica e avevano scelto di insegnare scienze, erano rimasti fortemente legati alle forme di spiegazione tradizionali che risentono dell’impatto di religione, magia e manifestazioni parapsicologiche sulla gestione delle vicende della vita quotidiana.

Era ipotizzabile che la stessa ricerca nei paesi occidentali avrebbe sortito risultati diversi? E’ stato somministrato il medesimo questionario (modificandone il testo solo per il necessario adeguamento terminologico e ricorrendo a giudici per la classificazione delle spiegazioni alternative) a 217 insegnanti italiani di Udine, Potenza e Roma (Bandiera *et al.*, 1999).

La consegna è stata così formulata: “Leggi i casi presentati e – indipendentemente dal fatto che siano reali o inventati – indica se ti sentiresti di sostenere o adottare ognuno dei commenti e delle spiegazioni che ti proponiamo.”

Un caso, come esempio: “Si sente parlare spesso di persone che sopravvivono a periodi di coma più o meno prolungati o a episodi di morte dichiarata. Quando riprendono conoscenza raccontano di visioni e sensazioni interessanti. Cosa ne pensi?”

Le spiegazioni possibili (*e la classificazione dei giudici*):

- a) L’anima sopravvive alla morte fisica. (*connotazione religioso-spiritica*)
- b) Le funzioni cerebrali non si interrompono immediatamente quando il cuore si ferma, quindi le esperienze successive alla morte sono simili ai sogni. (*connotazione scientifico-razionale*)
- c) Quelle persone hanno iniziato il viaggio verso l’aldilà. (*connotazione religioso-spiritica*)
- d) Visioni e sensazioni sono dovute all’intervento dell’angelo custode. (*connotazione religioso-spiritica*)
- e) L’anima, lasciato il corpo, cerca di ricongiungersi all’energia universale dalla quale ha avuto origine. (*non classificata*)

E’ stato valutato il grado di accordo-disaccordo con le spiegazioni riferite a otto diversi casi ed è stato confrontato con quello rilevato nella ricerca originale. La differenza appare molto limitata. In particolare, il disaccordo con le spiegazioni di impronta magico-misterica varia in Africa e in Asia dal 47% al 61%, in Italia si attesta al 66%. L’accordo con le spiegazioni classificate come scientifico-razionali varia in Africa e in Asia dal 34% al 37%, in Italia si attesta al 53%: si tratta di valori più alti, ma l’entità e lo scarto non rendono conto dell’appartenenza alla cultura che ha generato la scienza e che ha orientato una radicale trasformazione dell’ambiente e della qualità della vita umana con i progressi e con i successi del pensiero scientifico.

Dall’analisi complessiva dei dati (qui appena abbozzata) si può trarre almeno una indicazione operativa: un insegnante di scienze deve fare i conti con la tendenza culturale – sua propria e dei suoi alunni – ad adottare spiegazioni *non scientifiche* (o scientificamente non rilevanti). Non si tratta di progettarne o vagheggiarne la soppressione. Si tratta al contrario di valutarne la funzione e i pregi, di cercare di capire se e in quali casi e contesti ha un senso ed è lecito praticare il terreno della magia o della parapsicologia, e quando è necessario abbandonarlo.

Non si confonda questo atteggiamento con una sorta di tolleranza culturale. Accertato che nell’occidente tecnologico e scienziato gli insegnanti di scienze indulgono all’adozione di spiega-

zioni non scientifiche, è proprio l'interpretazione critica in chiave evuzionista, darwinista, di questo comportamento che impone di considerarlo adattativo. Perché negare la rilevanza del pensiero magico o religioso rispetto, ad esempio, al benessere psicologico della persona o alla sollecitazione della creazione artistica?

Se si ammette la legittima coesistenza di modalità alternative di spiegazione, i tradizionali obiettivi della formazione scientifica, che attengono alla costruzione di conoscenza e alla configurazione di un adeguato repertorio di saperi, debbono essere coniugati con l'obiettivo relativo alla capacità di individuare le occasioni in cui è necessario adottare quelle modalità e applicare quei saperi: certamente a scuola, nell'ora di scienze, ma anche quando si è chiamati ad affrontare questioni complesse impegnandosi a mettere a fuoco – tra gli altri – gli aspetti che le conoscenze scientifiche contribuiscono a definire.

3.3 – Concezioni, spiegazioni e azioni

Le modalità di azione dell'uomo sono riconducibili alla visione del mondo in ottica sia etica, sia fenomenologica. Quest'ultima ottica, attinente allo specifico di questa trattazione, fa riferimento a concezioni di senso comune e scientifiche che corrispondono a rappresentazioni mentali di oggetti o eventi frequentemente assai diverse le une rispetto alle altre.

Oltre alle conoscenze scientifiche infatti esistono costruzioni concettuali personali, spiegazioni del reale, che sono trattate sotto varie etichette nella letteratura specifica: *conoscenze alternative* (quando se ne considera l'aspetto di difformità rispetto alle conoscenze scientifiche), *barriere cognitive* (per sottolineare la connotazione di ostacolo rispetto all'acquisizione di conoscenze scientifiche o di conoscenze avanzate, complesse), *preconcezioni* (se si allude alle conoscenze preliminari rispetto a quelle formalizzate dall'insegnamento scientifico), *conoscenze spontanee* (caratterizzate da una natura diversa rispetto a quelle scientifiche) e, usando un anglicismo, *misconcezioni* o *misconcezioni* (intendendo limitarne la caratterizzazione alla inadeguatezza sul terreno scientifico).

Indizi dell'esistenza, della persistenza e del grado di condivisione di nozioni che sono il prodotto di osservazioni e forme di indagine pre- o non-scientifiche possono essere trovati assai lontano nel tempo e ogni giorno accanto a noi.

Viene da lontano un racconto del libro della Genesi dell'Antico Testamento. Giacobbe pascolava da quattordici anni il gregge del suocero Labano quando formulò la proposta per il compenso che gli spettava: "... metterò da parte tutti gli agnelli chiazzati e brizzolati e tutti quelli neri, e, fra i capretti, quelli brizzolati e macchiati: questo sarà il mio salario".

Bravo Giacobbe, direbbe chiunque conosca le leggi dell'ereditarietà! Il vello scuro e pezzato, grazie alla dominanza dei caratteri, prevarrà su quello chiaro che caratterizza i soli individui *omozigoti recessivi*. Bravo Giacobbe per aver osservato e ragionato sulla manifestazione dei caratteri in generazioni successive! Per essere stato capace di compensare con il proprio tornaconto il torto subito ricevendo in moglie la sorella di colei per la quale aveva accettato di asservirsi a Labano!

Labano, ignaro del tranello e privo di efficaci rappresentazioni mentali sul terreno genetico, non avendo avuto occasione di osservare le progenie nel gregge, accetta. Allora Giacobbe "... piantò i rami sbucciati a strisce nei tregoli e negli abbeveratoi, dove le pecore andavano a bere le une di fronte alle altre, e quando andavano a bere entravano in calore. Così quelle che si accoppiavano in vista delle verghe figliavano agnelli striati, brizzolati, chiazzati".

L'azione truffaldina di Giacobbe e l'errata spiegazione relativa alla colorazione del vello (che si conformerebbe alle immagini percepite dalle pecore al momento dell'accoppiamento) coesistono con una nozione corretta (il numero relativamente più basso di agnelli e capretti bianchi), confermata e rinforzata giorno dopo giorno.

Un esempio di comportamento descritto mezzo secolo fa dall'antropologo Claude Lévi-Strauss (1955/60) riguarda il mondo primitivo amazzonico e consente di riflettere sulle conseguenze dell'assenza di riferimenti consapevoli alle concezioni e alle spiegazioni fenomenologiche che motivano azioni ritualizzate.

Nel tipico villaggio Bororo si distinguono una grande capanna per le attività sociali riservate agli uomini, una radura ovvero uno spazio libero, per la danza e, tutt'intorno, disposte in cerchio, le capanne. Tradizionalmente "le donne abitano ed ereditano la casa dove sono nate. Al momento del suo matrimonio, un indigeno maschio attraversa la radura, supera il diametro ideale che separa le due metà [del villaggio] e va a stabilirsi dall'altra parte." Si tratta di una regola matrimoniale facile da applicare che, interpretata sul versante biologico, scongiura i rischi della consanguineità, senza escludere il mantenimento del grado di parentela genetica necessario perché i legami sociali perdurino saldi e stabili. Non è dato sapere quali esperienze e quando abbiano orientato il consolidamento della regola, ma certo non ne esiste più consapevolezza, come è dimostrato dalle conseguenze dell'intervento salesiano che ha alterato la disposizione tradizionale del villaggio e determinato una vera e propria stasi riproduttiva: "Disorientati in rapporto ai punti cardinali, privati del piano sul quale basavano tutte le loro nozioni, gli indigeni perdono rapidamente il senso delle tradizioni, come se i loro sistemi sociali e religiosi – che [...] sono indissociabili – fossero troppo complicati per poter fare a meno dello schema reso evidente dalla pianta del villaggio la cui fisionomia è perpetuamente vivificata dalle loro azioni quotidiane." Tale schema ancora e preserva anche i comportamenti che salvaguardano l'equilibrio genetico della popolazione e al contempo rendono impossibile identificare le radici e i tratti della pur corretta concezione genetica che informa le regole matrimoniali. Un Bororo non è in grado di prevedere che non sposerà una sorella e tanto meno di renderne ragione, ma non lo farà mai, scongiurando così, o quantomeno non favorendo, l'emergenza e la diffusione di forme latenti, sfavorevoli o letali, dei caratteri genetici. Purché non si verificino alterazioni del contesto che non potrebbe gestire efficacemente, non disponendo dei termini di relazione tra le cause e le conseguenze delle sue azioni.

Altre concezioni che al tempo stesso si alimentano del senso comune e lo nutrono sono espresse dai proverbi, che hanno come caratteristica essenziale il legame forte con la vita reale e come finalità evidente quella di assicurare il fruitore, di confermarne l'esperienza. Allo scopo di testimoniare in ogni occasione la propria validità i proverbi affermano tutto e il contrario di tutto. Così nel campo dell'ereditarietà – anche se con particolare attenzione al versante comportamentale – è sottolineata la sostanziale somiglianza con i genitori ("Quale padre, tale figlio; quale madre. Tale figlia."; "D'aquila non nasce colomba."; "Chi di gallina nasce convien che razzoli."; "Il mal corvo fa mal uovo.") e l'emergenza occasionale o sistematica di caratteri opposti a quelli familiari ("Alle volte dai cattivi nocchi si fanno di buone schegge."; "Dal mar salato nasce il pesce fresco."; "D'un uovo bianco, pulcin nero.") (Giusti, 1886).

Per concludere, nel mondo occidentale il moltiplicarsi delle esperienze e delle fonti di informazione ha inquinato le concezioni popolari, ha cancellato le tracce che avrebbero consentito di individuarne le origini e ha reso compositi e complessi i fondamenti delle rappresentazioni mentali relativi a oggetti ed eventi di interesse scientifico. Il *senso comune* è riferibile a comunità sempre più ristrette che condividono aspetti significativi dello stile di vita. A scuola si presenta quindi l'esigenza di dati relativi ai saperi che potrebbero inficiare l'approccio alle conoscenze scientifiche.

3.4 - Metodi di indagine (sul tema dell'ereditarietà)

Particolarmente negli anni '80 la ricerca didattica ha dedicato una attenzione notevole alla definizione di metodi di indagine che consentissero la esplorazione e la definizione delle rappresentazioni mentali più significative e diffuse circa fenomeni considerati cruciali per l'insegnamento delle discipline scientifiche.

Per delineare assetti di conoscenza i ricercatori hanno stimato opportuno prendere in considerazione questioni familiari agli interlocutori e discuterne con loro, nel tentativo di far emergere gli strumenti concettuali e le strategie logiche di spiegazione comunemente adottati. Sono stati considerati significativi gli assetti ampiamente ricorrenti, che tendenzialmente investono l'area di confine tra il campo dell'esperienza personale e quello della ricerca scientifica. Quindi, sul terreno della genetica, sono stati privilegiati i termini della somiglianza tra genitori e figli, ovvero i fondamenti dell'ereditarietà. La questione può essere articolata nei tre punti che seguono.

1. *come* sono trasmessi i caratteri dai genitori ai figli (perché i figli rassomigliano o non assomigliano ai genitori?)

I soggetti intervistati sembra che prendano atto della diffusione e del rilievo della somiglianza tra genitori e figli, non disponendo però di ipotesi sulla natura del fenomeno. Sul piano formale la maggior parte dei giovani (6-16 anni) affronta le previsioni richieste nel corso delle interviste senza far ricorso a entità riferibili a quelle genetiche. Sul piano sostanziale il quadro è più complesso. E' stata perciò suggerita (Karbo et al, 1980) e adottata una classificazione delle spiegazioni che, nella forma più ampia e rigorosa, prevede quattro categorie: *spiegazioni genetiche* (laddove viene manifestata l'esigenza di conoscere i caratteri di entrambi i genitori, si fa riferimento ai caratteri degli antenati o si usano correttamente termini specifici quali gameti, fecondazione, ecc.), *spiegazioni somatiche* (la manifestazione dei caratteri nella progenie viene messa in relazione – diretta o indiretta – con organi o sistemi dell'organismo del genitore – gameti esclusi – o con la gravidanza), *spiegazioni ambientali* (viene indicato l'intervento di fattori come il sole, l'acqua, il cibo, le cure parentali), *spiegazioni naturalistiche* (chiamano in causa la "natura" o "l'ordine naturale delle cose" come motore o referente degli eventi).

79 bambini di quarta elementare e 24 adulti non specificamente acculturati in Biologia sono stati intervistati sulla tipologia dei fenomeni ereditari relativi a tre casi, il colore dei capelli dei figli di una signora "con i capelli neri" che li tinge di biondo fin dall'età di 18 anni, la presenza o assenza della coda nei piccoli che sgusceranno dalle uova deposte da lucertole alle quali, involontariamente, i bambini hanno determinato il distacco della coda, il rigoglio di piantine che si svilupperanno dai semi di due piante sostanzialmente uguali, ma una – essendo stata concimata – è più robusta e rigogliosa dell'altra (Bandiera et al., 1983).

In base alla classificazione citata le spiegazioni *inequivoche* dei bambini e quelle degli adulti si distribuiscono come mostrato in tabella:

	BAMBINI			ADULTI		
<i>spiegazioni</i>	<i>capelli tinti</i>	<i>lucertole senza coda</i>	<i>piante concimate</i>	<i>capelli tinti</i>	<i>lucertole senza coda</i>	<i>piante concimate</i>
genetiche	10	0	0	25	7	12
somatiche	40	45	15	4	0	0
naturalistiche	3	21	43	0	7	1
ambientali				0	15	13

La notazione più rilevante riguarda la limitazione all'uomo delle modalità genetiche di trasmissione che è assoluta per i bambini e tendenziale per gli adulti. Le modalità somatiche, ovvero, prevalentemente l'influenza del rapporto con il corpo materno, sono ritenute fondamentali dai bambini quando si riferiscono all'uomo e agli animali. Giova sottolineare che a nove anni molti bambini non sono certi che le piante siano organismi viventi e, almeno quelli romani, dichiarano di non aver mai visto una lucertola. Ciò può rendere conto dell'elevato numero di spiegazioni naturalistiche che, a rigore, non sono spiegazioni, ma l'esito di un atteggiamento di rinuncia a impegnarsi nella spiegazione.

Gli adulti optano per una efficace incidenza dei fattori ambientali per tutti gli esseri viventi, uomo escluso.

2. *quali* caratteri dei genitori possono essere trasmessi ai figli? (caratteri fisici, attitudini, predisposizioni, ... caratteri congeniti o acquisiti)

L'indagine è totalizzata dai caratteri acquisiti, anche in relazione alla implicazione sul versante dei meccanismi volutivi. Appare molto diffusa e radicata l'opinione che le alterazioni di caratteri somatici intervenute nel corso della vita di un individuo possono essere trasmesse alla prole e che la trasmissione possa essere favorita da coincidenze e corollari a supporto: la precocità dell'insorgenza dell'alterazione, la presenza della medesima alterazione in entrambi i genitori, la prolungata persistenza della modificazione del carattere, la rilevanza del carattere modificato nell'economia del funzionamento dell'organismo.

Nella pionieristica ricerca di Karbo, Hobbs ed Erickson sono presentati cinque casi, formalizzati dopo un'ampia serie di interviste pilota con bambini di 6-13 anni. Si tratta di due situazioni incentrate sull'uomo, due su animali e una su piante. Nei primi tre casi è necessario distinguere tra caratteri ereditari e caratteri determinati dall'ambiente; gli ultimi due mettono alla prova la capacità di adottare un atteggiamento probabilistico per la previsione dei caratteri della progenie.

A titolo di esempio, il primo caso: sono presentate le foto di due cagne e di un cane e viene raccontata la storia di un incidente d'auto subito dai tre animali. Quindi sono formulate le seguenti domande:

- a) Supponi che una delle cagne sia stata ferita dall'auto. Di conseguenza la cagna che in generale sta bene, zoppica. I cuccioli della cagna nasceranno zoppi?
- b) Immagina che nell'incidente sia il cane, sia la cagna abbiano perso la coda. Se questi due cani avranno un cucciolo, come sarà lunga la coda del cucciolo?
- c) Il veterinario taglia la coda a due cani – un maschio e una femmina – quando hanno appena un mese. I loro cuccioli ne risentiranno?
- d) Se tutti i proprietari di cani di Vancouver facessero tagliare loro la coda, come nascerebbero i cuccioli?

Gli autori segnalano che le concezioni ricorrenti sono quattro: i caratteri della madre sono maggiormente rappresentati nella progenie, i caratteri di un genitore sono trasmessi preferenzialmente ai figli dello stesso sesso, i figli non possono presentare caratteri che non siano manifestati da uno dei genitori e – interessante anche se non pertinente rispetto all'oggetto di questa riflessione – il sangue è il veicolo del contributo genetico.

3. *quanto* può variare l'espressione di un carattere attinente alla costituzione fisica in relazione alla diversità o alle variazioni ambientali (si tratta della relazione genotipo-fenotipo: può la stessa informazione genetica esprimersi diversamente in individui diversi, il genitore e il figlio?).

Occorre premettere la concezione largamente condivisa che il "corredo genetico" di un individuo sia costituito dalla somma di contributi discreti e autonomi forniti dai genitori – e, tramite i genitori, dai nonni e dagli antenati in genere – non necessariamente in ugual numero. Si ritiene che ci siano casi in cui i caratteri originari – quelli specificati dal "corredo genetico" ed espressi nel corso della "vita" – possono subire alterazioni, ma in ogni caso i caratteri esprimono l'informazione di cui sono portatori in modo autonomo rispetto all'ambiente.

In una ricerca (Bandiera e Gallo, 1982) che ha comportato la somministrazione di un questionario a un campione di oltre mille soggetti contattati a scuola (dalla media alla specializzazione universitaria), sono stati presentati tredici caratteri differenziati in relazione ai fattori (genetici o ambientali) che ne determinano la manifestazione:

- albinismo (malattia causata da un'alterazione metabolica che comporta l'incapacità di formare melanina)
- altezza (per esempio 180 cm)

- capacità di correre 100 metri in 10 secondi
- dentatura regolare ottenuta con l'apparecchio ortodontico
- dermatosi da diossina (vedi casi denunciati in seguito all'incidente di Seveso)
- diabete (malattia causata da un'alterazione metabolica che interessa prevalentemente l'assimilazione degli zuccheri)
- gruppo sanguigno (per esempio AB)
- immunità alla poliomielite in seguito a vaccinazione
- impronte digitali
- intelligenza
- morbillo (malattia infettiva causata da virus)
- silicosi (malattia polmonare provocata dall'inhalazione prolungata di polveri di silicio)
- talassemia (malattia del sangue causata da anomalie della molecola dell'emoglobina).

L'elenco dei caratteri è preceduto da una duplice consegna:

Indica se la manifestazione dei caratteri umani, fisiologici o patologici, sottoelencati è

- 1) dipendente soltanto da fattori genetici
- 2) dipendente sia da fattori genetici, sia da fattori ambientali
- 3) dipendente soltanto da fattori ambientali.

Precisa inoltre, in relazione a ciascun carattere, se

- a) i figli di coloro che lo manifestano hanno qualche probabilità (in termini mendeliani) di manifestare il medesimo carattere
- b) il carattere non può comunque essere trasmesso ai figli.

E' stato evidentemente richiesto un *eccesso* di attribuzioni: dal punto di vista scientifico infatti la dipendenza da fattori genetici implica la *possibilità* di manifestazione nei figli di un carattere presentato da uno dei genitori; all'opposto, la dipendenza esclusiva di un carattere da fattori ambientali, che investono solo la sfera somatica, esclude la trasmissibilità alla progenie. Erano quindi obbligati gli abbinamenti 1a e 3b.

Alcuni particolarità relative all'origine e all'assetto delle rappresentazioni emergono nettamente. Mentre la corretta classificazione del carattere "altezza" risente dell'informazione correlata con la durata degli studi (60% di errore nella scuola media, 5% nella scuola di specializzazione), la classificazione del carattere "capacità di correre" – anch'esso a determinazione mista – presenta in tutto il campione un tasso d'errore che varia dal 75 all'85%. Le interviste che sono state condotte successivamente alla somministrazione del questionario hanno segnalato una resistenza di ordine ideologico – rifiuto del determinismo – che non consente di accettare una congenita preclusione di scelte e obiettivi esistenziali: ne risulta enfatizzato il peso dell'allenamento (fattore ambientale), a scapito di quello della costituzione fisica (fattore genetico).

La silicosi e la dermatosi da diossina, entrambe affezioni correlate con i problemi di igiene e sicurezza degli impianti industriali, sono state entrambe oggetto di polemiche e dibattiti pubblici. Mentre in generale si ritiene correttamente che la "silicosi", indotta da fattori ambientali, non sia trasmessa ai figli, per la "dermatosi da diossina" anch'essa dichiaratamente indotta da fattori ambientali, con l'eccezione del sottocampione relativo alla scuola di specializzazione, il tasso di errore si attesta intorno al 75%. Si può ritenere che la classificazione "3a" dipenda da una assimilazione inesperta o distratta dell'informazione giornalistica del tempo che aveva associato la dermatosi ai danni genetici dei quali si temeva la concomitanza. Alla base potrebbe aver giocato sia un corto circuito tra malattia e danno genetico, sia una inadeguatezza degli strumenti disciplinari forniti dalla scuola rispetto alla interpretazione della realtà, di un pubblico senz'altro partecipe in considerazione dell'interesse e dell'emozione suscitati dal disastro di Seveso.

Anche nel caso delle "impronte digitali" classificate in modo scorretto (tasso d'errore medio del 60%) è risultata evidente la prevalenza del riferimento alla funzione per l'identificazione rispetto alla natura di elemento fisico, corporeo. La classificazione "1b" rende conto della rilevanza della cultura *giallistico-poliziesca*: le impronte, personali e persistenti, non possono essere determinate e tantomeno modificate dall'ambiente, né, in quanto uniche, possono essere trasmesse ai figli.

La straordinaria ampiezza di consenso su opinioni non suffragate da teorie o modelli scientifici correnti avalla l'esistenza di rappresentazioni e modi di ragionare diversi da quelli formalizzati in ambito scientifico e ne suggerisce l'origine con riferimento a connotazioni di ordine culturale (lessico, linguaggio), sociale (tradizione, *mass media*), naturalistico (fenomenologia quotidiana).

Questa ricerca e una ricca produzione di ricerche analoghe testimoniano l'efficacia di strumenti esplorativi (quali le interviste cliniche e i questionari) ai fini della individuazione delle motivazioni, dei termini e della struttura di concezioni e spiegazioni relative agli oggetti di studio della biologia che possono interferire con una efficace fruizione dell'insegnamento di base.

Bibliografia

- Bandiera, M., Danhoni Neves, M.C., Vicentini, M. (1999). Nature of Worldview Presuppositions among Science Teachers in Italy and Brazil. *Acta Scientiarum*, **21**, 97-106
- Bandiera, M., e Gallo, D. (1982) Idoneità all'uso di competenze in Genetica. *Atti dell'Associazione Genetica Italiana*, **XXVIII**, 23-25
- Bandiera, M., Gallo, D., Carlini, R., Simeone, L. (1983) On children's explanation of inherited characteristics. *Atti dell'Associazione Genetica Italiana*, **XXIX**, 57-58
- Kargbo, D.B., Hobbs, E.D., Erickson, G.L. (1980) Children's beliefs about inherited characteristics. *Journal of Biological Education*, **14**, 137-146
- Giusti, G. (1886) *Raccolta di proverbi toscani*. Le Monnier, Firenze
- Lèvi-Strauss, C. (1955/60) *Tristi tropici*. Il Saggiatore, Milano
- Ogunniyi, M.B., Jegede, O.J., Ogawa, M., Yandila, C.D., Oladele, F.K. (1995) Nature of Worldview Presuppositions among science teachers in Botswana, Indonesia, Japan, Nigeria, and the Philippines. *Journal of Research in Science Teaching*, **32**, 817-831

Lettura consigliata:

- Lemke, J.L. (2001) Articulating Communities: Sociocultural Perspectives on Science education. *Journal of Research in Science Teaching*, **38**, 296-316

Commento sul laboratorio didattico

La soluzione degli esercizi si giova dell'applicazione del quadrato di Punnett, dato per noto che nella formazione dei gameti si attua la separazione – segregazione – dei due alleli relativi al medesimo gene.

Quindi, seguendo l'ordine delle consegne:

2a - Una persona albina, "aa" (*omozigote recessivo*), formerà gameti "a"; il figlio di un padre albino e di una madre non albina "AA" (*omozigote dominante*), che disporrà di gamenti "A", avrà genotipo "Aa" (*eterozigote*) e fenotipo non albino, in quanto l'allele "A" domina sull'allele "a"; il genotipo dei figli di due soggetti eterozigoti, si legge nel quadrato di Punnett:

gameti		A	a
	A	AA	Aa
	a	Aa	aa

Un quarto dei figli (25%) sarà omozigote dominante, non albino, un quarto omozigote recessivo, albino, e una metà (50%) eterozigoti, fenotipicamente non albini.

2b – Analogamente a quanto stabilito nel caso dell'albinismo, i gameti di una persona eterozigote per il brachidattilismo porteranno nel 50% l'allele dominante, "B", e nel 50% l'allele recessivo, "b".

Tale persona avrà comunque figli brachidattili: tutti con una persona omozigote dominante (quadrato n° 1), il 75% con una persona eterozigote (quadrato n° 2) e il 50% con una persona brachidattila (quadrato n° 3).

1	B	b	2	B	b	3	B	b
B	BB	Bb	B	BB	Bb	b	Bb	bb
B	BB	Bb	b	Bb	bb	b	Bb	bb

2c – Occorre sottolineare che i coniugi non riportati nell'albero genealogico, dal momento che non manifestano il carattere, sono certamente omozigoti recessivi “bb” e che pertanto si prevede (v. quadrato n° 3) che la metà dei figli saranno brachidattili.

Per disporre di un campione significativo si prende in considerazione il complesso dei figli nati dai 24 matrimoni presentati nell'albero genealogico: complessivamente sono nati 81 figli 38 brachidattili e 43 non affetti. Si tratta di valori assolutamente congruenti con la previsione.

2d – L'albero genealogico evidenzia che i quattro genitori della progenie di VI generazione sono tutti discendenti della coppia vissuta nel '700. La presenza di soggetti affetti impone di considerare eterozigoti “Mm” entrambi i genitori (V generazione) e conseguentemente tutti i soggetti rappresentati e appartenenti alle generazioni precedenti, escludendo – in considerazione della rarità dell'affezione e della configurazione dell'albero – che l'allele recessivo possa essere stato introdotto da qualcuno dei coniugi non rappresentati. La contrapposizione tra la visione deterministica e quella probabilistica è sollecitata dalla constatazione che, essendo atteso un rapporto 3 non affetti/1 affetto, su un totale di 22 soggetti 14 risultano non affetti da microcefalia e 8 affetti.

Per quanto concerne la sezione *pratica* del laboratorio, i caratteri utilizzati, tutti a determinazione monofattoriale, offrono l'opportunità di attribuire alla determinazione genetica semplici manifestazioni funzionali del nostro organismo del tutto *quotidiane* (escrezione urinaria di componenti odoriferi, effetto edulcorante del carciofo) o insolite, ma riportate nei libri di testo (sensibilità al sapore della PTC). La capacità di arrotolare la lingua, manifestazione funzionale, quotidiana, ha la particolarità di subire alterazioni della relazione genotipo/fenotipo in relazioni all'intensità e al protrarsi dell'abitudine di succhiare il pollice o il succhiotto nella prima infanzia): si possono quindi presentare relazioni parentali non coerenti con il presumibile quadro genetico. L'inserimento del gruppo sanguigno risponde all'esigenza sia di sollecitarne la determinazione da parte di soggetti – gli studenti – già adulti, sia di proporre un confronto con l'allela multipla.

Nella fase di determinazione del proprio fenotipo, emerge l'impossibilità di definire il genotipo in tutti i casi in cui la manifestazione corrisponda al carattere dominante: omozigosi dominante o eterozigosi? La definizione dell'albero genealogico familiare (anche fondata su un numero limitato di soggetti, con riferimento solo ad alcuni dei caratteri proposti) consente di rispondere alla domanda e di applicare e al contempo verificare significativamente le leggi di Mendel.

Un esempio tratto dall'archivio degli elaborati degli studenti.

Il soggetto che elabora l'albero (n° 14) non è escretore (“aa”), non sopporta il carciofo e quindi non lo mangia, sente il sapore amaro della PTC (“TT” o “Tt”), non è assolutamente in grado di arrotolare la lingua (“ll”), ha gruppo sanguigno A (“I^AI^A” o “I^Ai”). Ha intervistato sei membri della famiglia:

n° 13 – non escretore, non avverte l'edulcorazione, sapore amaro, arrotola la lingua, gruppo A

n° 11 – escretore, non avverte l'edulcorazione, arcua la lingua

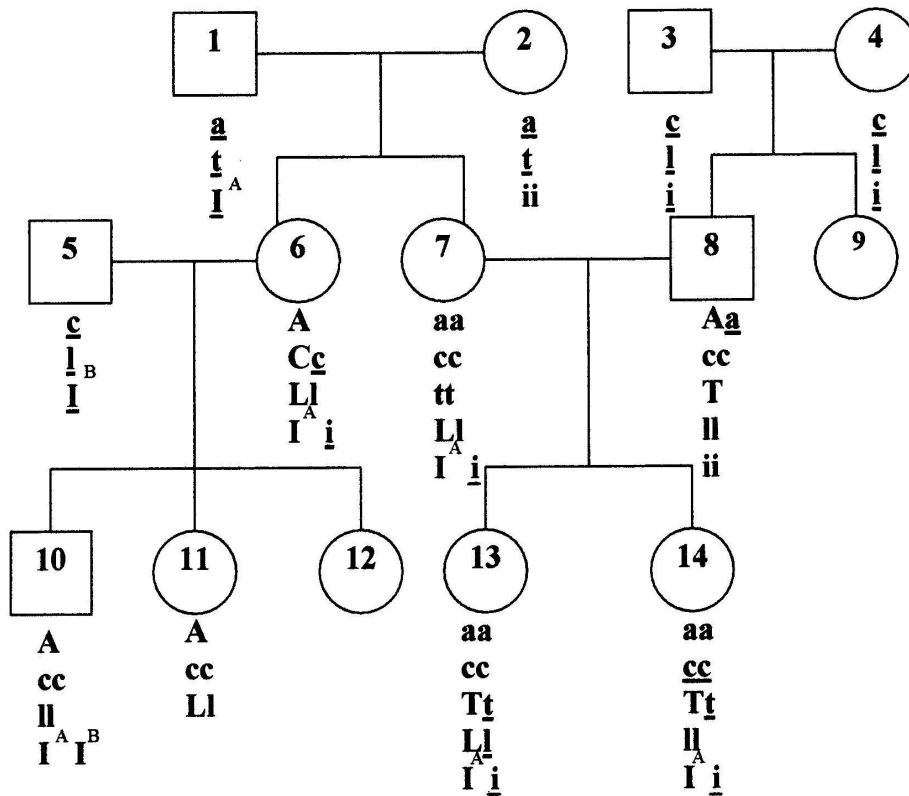
n° 10 – escretore, non avverte l'edulcorazione, non arrotola la lingua, gruppo AB

n° 8 – escretore, non avverte l'edulcorazione, sapore amaro, non arrotola la lingua, gruppo 0

n° 7 – non escretore, non avverte l'edulcorazione, non sapore amaro, arcua la lingua, gruppo A

n° 6 – escretore, avverte l'edulcorazione, arcua la lingua, gruppo A.

Ha inoltre acquisito l'informazione che la nonna materna dei cugini (n° 2) ha gruppo 0.



Nella figura sono indicati i dati genotipici: non sottolineati quelli dedotti direttamente dalle caratteristiche fenotipiche, sottolineati quelli che possono essere dedotti applicando principi elementari di ereditarietà.

Si può notare che risultano definiti integralmente i genotipi dello studente (n° 14) e della madre (n° 7). Inoltre è stato possibile correggere l'apparente omozigosi dominante del soggetto n° 13 che ha probabilmente acquisito la capacità di arrotolare la lingua mediante qualche forma di esercizio. Sono stati acquisiti indizi relativi al genotipo dei nonni e del soggetto n° 5.

4^a unità tematica - **Atteggiamenti e abilità**

4.1 – Laboratorio didattico: Sensi e strumenti (Temperatura e peso)

Raccogli in una scatola una serie di oggetti che puoi facilmente trovare in casa: bicchiere di vetro, gomitolo di lana, lucchetto metallico (di grandi dimensioni), mestolo di legno, patata, spillatrice metallica, tazza o ciotola di plastica.

Tocca gli oggetti contenuti nella scatola e tocca anche la tua mano sinistra. Elenca oggetti e mano in ordine crescente di temperatura.

1°	5°
2°	6°
3°	7°
4°	8°

Se l'operazione ti ha determinato incertezze o perplessità, indicane sinteticamente i motivi.

.....

.....

.....

.....

.....

Procurati alcuni termometri, possibilmente un termometro clinico, un termometro a mercurio 0-100°, un termometro digitale (ottimo quello che viene venduto per essere applicato sugli acquari); descrivine sinteticamente il principio di funzionamento.

termometro clinico:

.....

.....

.....

termometro 0-100°:

.....

.....

.....

termometro digitale:

.....

.....
.....
.....

Per misurare la temperatura degli oggetti, scegli due dei termometri disponibili e, mentre li usi, valutane l'adeguatezza ai fini della misurazione annotando aspetti positivi e negativi.

1° termometro (.....):

.....
.....

2° termometro (.....):

.....
.....

Elabora un nuovo elenco (rispettando l'ordine crescente di temperatura) e indica in parentesi la temperatura rilevata.

	(T)		(T)
1°	(.....)	5°	(.....)
2°	(.....)	6°	(.....)
3°	(.....)	7°	(.....)
4°	(.....)	8°	(.....)

Confronta i due elenchi: le sequenze concordano? Formula almeno una ipotesi circa le cause delle eventuali discordanze.

.....
.....
.....
.....

Raccogli in una scatola una serie di oggetti che puoi facilmente trovare in casa: cacciavite (di grandi dimensioni), *compact disc* contenuto nella scatola, coperchio in alluminio, lucchetto metallico, pila

quadrata, quotidiano (circa 8 pagine), rotolo di carta igienica, tagliere in legno (di piccole dimensioni).

Soppesa gli oggetti contenuti della scatola a due a due, uno per mano, anche scambiando le mani. Elencali in ordine crescente di peso.

1°	5°
2°	6°
3°	7°
4°	8°

Soppesa gli oggetti a due a due, dopo averli introdotti in uguali buste di plastica, una busta in ogni mano, ed elabora un nuovo elenco (rispettando l'ordine crescente di peso).

1°	5°
2°	6°
3°	7°
4°	8°

Quale delle due procedure ti sembra possa garantire una misurazione più corretta? Spiega sinteticamente perché.

.....

.....

.....

.....

.....

Procurati alcune bilance, possibilmente un dinamometro (in vendita da ogni ferramenta), una bilancia a bracci uguali (può essere utilizzata anche un'assicella posta in equilibrio su un bilico) e una bilancia pesalettera; descrivine sinteticamente il principio di funzionamento.

dinamometro:

.....

.....

.....

bilancia a bracci uguali:

bilancia pesa lettere:

Per ordinare gli oggetti in base al peso scegli due delle bilance disponibili. e, mentre le usi, valutane l'adeguatezza ai fini della misurazione annotando aspetti positivi e negativi.

1^a bilancia (): _____

2^a bilancia (): _____

Ordina gli oggetti utilizzando la prima bilancia, specificando – se lo hai rilevato - il peso in grammi di ogni oggetto.

	(g)		(g)
1°	()	5°	()
2°	()	6°	()
3°	()	7°	()
4°	()	8°	()

Ordina gli oggetti utilizzando la seconda bilancia, specificando – se lo hai rilevato - il peso in grammi di ogni oggetto.

	(g)		(g)
1°	()	5°	()

2°	()	6°	()
3°	()	7°	()
4°	()	8°	()

Confronta i quattro ordinamenti che hai determinato, individua alcune discordanze e indicane i motivi.

.....

.....

.....

.....

.....

Ci sono luoghi o condizioni dove con gli stessi strumenti valuteresti pesi diversi degli stessi oggetti? Se ti orienti a rispondere affermativamente, specifica con quali strumenti, dove e perché.

.....

.....

.....

.....

.....

Basandoti sulle esperienze condotte, formula due frasi che abbiano come soggetto idoneità e limiti rispettivamente dei **sensi** e degli **strumenti** nelle procedure volte a ottenere dati sulla temperatura e sul peso di oggetti e fenomeni naturali.

(validità e limiti dei sensi)

.....

.....

.....

(validità e limiti degli strumenti)

.....

.....

.....

4.2 - Atteggiamento cognitivo e investigativo

Lo psicologo B.S. Bloom (1956/1986) ha offerto un contributo fondamentale di definizione degli obiettivi educativi che investono tre aree – cognitiva, affettiva e psicomotoria – e che delimitano e al tempo stesso dettagliano le componenti di un produttivo atteggiamento discente.

Si rimandano alle unità successive gli aspetti del progetto formativo presi in considerazione da Bloom e che fanno riferimento alla promozione dell'interesse, dell'impegno e della partecipazione (area affettiva), per concentrare l'attenzione sulle categorie formali dell'apprendimento intellettuale:

PADRONANZA	conoscenza	<i>capacità di rievocare materiale memorizzato</i>	- di elementi specifici - di modi e mezzi per trattare elementi specifici - di dati, in un campo	contenuti termini fatti convenzioni tendenze e sequenze classificazioni e categorie criteri metodologie universalì e astrazioni principi e generalizzazioni teorie e strutture trasposizione e traduzione ¹ interpretazione e riorganizzazione ² estrapolazione e previsione ³
	comprensione	<i>capacità di afferrare il senso di una informazione e di saperlo trasformare</i>		
COMPETENZA	applicazione	<i>capacità di far uso di materiale conosciuto per risolvere problemi nuovi⁴</i>	- generalizzazione - esemplificazione	
	analisi	<i>capacità di separare elementi, evidenziandone i rapporti</i>	- elementi ⁵ - relazioni ⁶ - principi organizzativi ⁷	
	sintesi	<i>capacità di riunire elementi al fine di formare una nuova struttura organizzata e coerente</i>	- produzione di un'opera originale - elaborazione di un piano di azione - deduzione autonoma di regole e/o di relazioni astratte ⁸	
	valutazione	<i>capacità di formulare autonomamente giudizi critici di valore e di merito</i>	- in base all'evìdenza interna ⁹ - in base a criteri esterni ¹⁰	
ESPRESSIONE	creatività	<i>capacità di operare tramite il pensiero divergente</i>		

La tabella diviene immediatamente significativa se ci si propone di integrarla con esempi di capacità e competenze che sono alla base dell'atteggiamento cognitivo e investigativo proprio delle scienze sperimentali. Ecco dieci suggerimenti ricavati dal testo di Bloom:

1. esprimere in forma verbale tavole, diagrammi, formule, grafici, ecc. e viceversa;
2. distinguere le conclusioni sicure, ricavabili da un insieme di dati dalle conclusioni probabili e/o dalle supposizioni;
3. individuare presupposti impliciti di dati e asserzioni;
4. progettare e compiere esperimenti;
5. distinguere le asserzioni riguardanti i fatti da quelle riguardanti i valori;
6. verificare la coerenza dell'ipotesi con le informazioni dei dati (le informazioni) di partenza;
7. individuare le idee (i principi, l'intenzione, la *visione del mondo*) dell'autore di un saggio;
8. modificare le ipotesi formulate, se nuovi dati non siano coerenti con esse;
9. individuare inesattezza, incoerenze, contraddizioni nelle argomentazioni e nelle dimostrazioni;

10. portare argomenti a favore o contro tesi e proposte di carattere economico, politico, sociale, culturale in generale.

4.3 - Abilità di studio

In termini tecnici le abilità di studio possono essere articolate in aree che rispecchiano le pratiche scolastiche correnti, ad esempio: ascoltare, seguire le istruzioni e prendere appunti; organizzarsi; usare i libri di testo; usare i sussidi; fare i compiti scritti; fare le ricerche, affrontare le verifiche (Sharpe & Muller, 1995). Ovviamente ogni area comprende abilità specifiche che possono – e dovrebbero – essere oggetto di istruzione e di esercitazione (ricordare informazioni, riconoscere fatti secondari e dettagli, capire una sequenza, individuare punti chiave in un contesto, elaborare un programma di studio, organizzare i materiali di studio, gestire il diario scolastico, curare l'ordine nell'esecuzione dei compiti, correggere e revisionare i propri elaborati, scegliere le fonti da consultare, usare la biblioteca, consultare enciclopedie, dizionari, siti in rete, ...).

Ulteriori indicazioni che richiamano le coordinate dell'alfabetizzazione scientifica consentono di mettere a fuoco specifiche abilità. Si tratta di abilità da impostare per perseguire gli obiettivi puntualizzati da *scienziati* che hanno fatto dell'insegnamento delle scienze un terreno di ricerca e da *pedagogisti* più sensibili alle peculiarità disciplinari. Un riferimento incisivo e tuttora condivisibile è proposto da L.E. Klopfer (1971) che privilegia

1. la padronanza di conoscenze basilari, significative: fatti, concetti, principi e teorie;
2. la capacità di applicare dette conoscenze;
3. la capacità di utilizzare metodologie di ricerca;
4. la comprensione delle idee generali circa la natura della scienza;
5. il possesso di atteggiamento adeguati e di interessi relativi alle Scienze.

(Passando dal particolare al generale, si trova riscontro nel *sapere, saper fare, saper essere*, di impronta pedagogistica.)

La scuola italiana è certamente attenta all'acquisizione di conoscenze, il primo dei cinque punti di Klopfer. Ma un esempio significativo di come si possano promuovere tutti gli aspetti della cultura scientifica (e di come si possano impostare efficaci abilità di studio, cognitive e investigative) va cercato altrove. E' fornito, ad esempio, dal modello inglese del quale possono essere evidenziate due particolarità: la prima si esprime nella pubblicazione di diverse forme di "Parents' guide", ovvero di guide mediante le quali i genitori possono partecipare all'itinerario formativo dei figli, ragionando con loro senza imbarazzi o complessi intorno a questioni scientifiche che potrebbero legittimamente non padroneggiare. La seconda particolarità risiede nella tipologia – decisamente *culturale*, ovvero tutt'altro che nozionistica – delle questioni sulle quali si articolano sia le guide, sia i test valutativi.

Con riferimento al National Curriculum, al secondo "key stage", corrispondente all'età di undici anni (SCAA, 1996), la mamma può mostrare un disegno che rappresenta una quercia e tre minuscole piante che spuntano sul prato, una sotto la chioma della quercia, le altre più lontano. Il testo recita: "*Alcune ghiande hanno prodotto piantine sul prato, vicino a una quercia rigogliosa. Fornisci due motivi per cui la piantina A (quella sotto la chioma) potrebbe non crescere bene.*"

In appendice la mamma trova le istruzioni per la valutazione: "*un punto per l'identificazione di ognuna delle seguenti categorie di esigenze, senza ripetizione, fino a un massimo di due punti: competizione per la luce, competizione per l'acqua, competizione per le risorse nutritive*". Trova un elenco esemplificativo delle espressioni che potrebbero essere utilizzate per indicare quelle esigenze: "*Non ha abbastanza luce. E' sotto l'ombra della quercia. ... La pioggia non la bagna. Tutta l'acqua è assorbita dalle radici della quercia. ... Non avrà abbastanza nutrienti. L'albero grande assorbirà tutti i sali.*". Trova qualche esempio di espressioni troppo generiche o di risposte scorrette, che non autorizzano l'attribuzione del punto: "*Non ha da mangiare. Non ha spazio. E' soffocata dalle radici dell'albero. ...*".

Ancora con riferimento al National Curriculum e al secondo “key stage” (NC, 1996), si propone: *“Emily analizza alcuni pennarelli. Con ognuno fa una piccola macchia di inchiostro vicino alla base di un foglio di carta assorbente. Immerge poi la base del foglio nell’acqua e aspetta che l’acqua sia assorbita dalla carta. Ecco i risultati (la figura mostra cinque serie verticali di macchie con il tipico aspetto della cromatografia).*

Quale inchiostro è una sostanza pura? Quale inchiostro è stato realizzato con tre diversi colori?

Due inchiostri appartengono allo stesso tipo di pennarello: quali?

Emily analizza l’inchiostro di un pennarello permanente, ma non si verifica alcuna diffusione.

Perché l’inchiostro del pennarello permanente non diffonde?”

Seguono, a fondo pagina, l’elenco delle risposte corrette ognuna delle quali consente l’attribuzione di un punto, e una *Note to parent* : *“Esperimenti come questo possono essere realizzati facilmente a casa, per dimostrare che in generale i coloranti sono mescolanze di diversi colori.”*

In sintesi: i quesiti sono tutt’altro che quiz (“Di che cosa ha bisogno una pianta per crescere?”, “Che cos’è una sostanza pura?”), le modalità di coinvolgimento sono rispettose delle responsabilità e dei ruoli nella famiglia, l’immagine di scienza è fondata sul ragionamento e sulla sperimentazione, le conoscenze scientifiche sono radicate nella vita reale e quindi le abilità di studio sono assimilabili a quelle che sono e saranno esercitate quotidianamente fuori dalla scuola.

4.4 - Competenza e talento

Non è raro che la pratica della didattica e della ricerca in didattica inducano a dubitare dell’efficacia della formulazione e dello scambio di ricette in ambito professionale, e a considerare in particolare l’esercizio dell’insegnamento fortemente connesso con la storia della persona. Ne consegue che una esperienza didattica, per quanto ben congegnata e manifestamente apprezzata, non può essere ritenuta valida in assoluto, ma relativamente alla storia dell’insegnante che la ha praticata e alla classe che ne ha usufruito. Ciò equivale a dire che le proposte didattiche presentate come metodologicamente qualificate siano vincolate e limitate al contesto in cui sono state realizzate. Tutto può cambiare, se cambia il contesto. Perciò, la materia di riflessione non sarà affidata ad esempi di direttrici metodologiche ma a questioni di base così come le suggerisce Milton Erikson, uno psicologo molto noto che ha proposto una metodologia di analisi, di sostegno, dei suoi assistiti basata su una attenta considerazione delle particolarità di ognuno e su una intensa attività di negoziazione.

L’operazione richiede che si stabilisca un parallelo tra l’azione dello psicoterapeuta e quella dell’insegnante ed è legittimata da una prima citazione (Erickson, 1982/83):

“Quando un terapeuta, con o senza l’impiego di racconti, è in grado di aiutare un paziente a entrare in contatto con le proprie conoscenze inutilizzate, questo paziente ha il massimo di probabilità di inglobare questo sapere dimenticato all’interno del proprio comportamento.”

E’ sensato assumere che il primo obiettivo di un insegnante sia quello di mettere in contatto l’alunno con le sue conoscenze inutilizzate. E’ assai probabile infatti che qualche particolare o aspetto della materia trattata sia presente nell’assetto di conoscenze dell’alunno: una parola chiave, una rappresentazione, un’esperienza, un ricordo, insomma una qualche possibilità di ancoraggio.

Una seconda citazione:

“Quando mi narrava racconti che mi riportavano alle mie prime esperienze di apprendimento, mi era possibile, in stato di *trance*, rivivere l’immenso sforzo e le frequenti frustrazioni che l’apprendimento di qualunque compito o capacità comporta. Allo stesso tempo, mi rendevo per-

fettamente conto che queste capacità le avevo imparate con successo, ciò implicava che avrei potuto imparare a superare altri ostacoli della mia vita presente.”

E' sensato affidare all'insegnante – come compito qualificante e delicato – quello di sostenere lo studente nel suo processo di apprendimento, impegnandosi a dimostrargli che quello che sa, lo ha imparato; che ha già intrapreso un percorso, ha già ottenuto successi e quindi deve semplicemente continuare. Non si tratta di una considerazione ovvia. Pochi di noi si rendono conto di quanta strada hanno fatto per arrivare a essere come sono e a sapere quello che sanno.

Una terza e ultima citazione, anzi, un racconto:

“Un'estate, vendevo libri per pagarmi gli studi al college, un giorno, verso le cinque entrai nel recinto di una fattoria e chiesi al contadino se voleva comprare dei libri. Il contadino mi rispose: “Giovanotto, io non leggo niente, non ho bisogno di leggere niente, a me interessano solo i miei maiali”. “Le dispiace se sto qui e parlo con lei mentre dà da mangiare ai maiali?” chiesi io. “No, gira alla larga giovanotto, non ti servirà proprio a niente. Io non posso perdere tempo con te, ho da fare a dare da mangiare ai miei maiali”. E così cominciai a parlare dei miei libri. E poiché ero un ragazzo vissuto sempre in campagna, senza pensarci raccolsi da terra un paio di bastoncini e, mentre parlavo, cominciai a grattare le schiene dei maiali. Il contadino mi vide, si fermò, e disse: “Chiunque sappia grattare la schiena ai maiali nel modo cui piace ai maiali, è uno che voglio conoscere. Che ne dici di cenare con me stasera, e puoi dormire gratis da me, e ti comprerò anche i libri. A te piacciono i maiali. Tu sei uno che sa grattarli nel modo in cui a loro piace essere grattati”.

E' sensato, in sintesi, che un insegnante si consideri impegnato soprattutto ad accertare che gli studenti imparino a grattare i maiali, a esercitare con continuità e naturalezza le loro competenze fino a trasformarle in talenti.

4.5 - **Verifica e valutazione**

Ogni tappa di un processo di formazione dovrebbe essere sottoposta a una analisi che tenga conto sia dell'efficacia dei materiali e dei metodi di insegnamento (**verifica**), sia degli esiti di apprendimento (**valutazione**). In altre parole non è corretto attribuire il merito o la colpa del grado di profitto solo alla intelligenza, all'impegno e alla serietà degli studenti, né possono essere prefigurati perfezionamenti di successivi interventi didattici senza una riflessione sulle ragioni del successo o dell'insuccesso degli interventi precedenti.

Se per un verso segnali significativi lasciano intendere che nella scuola italiana le pratiche della verifica sono sempre più diffuse e raffinate, spesso sollecitate dalla dirigenza e discusse negli organi collegiali, per altro verso la maggior parte degli studenti conclude il percorso formativo avendo sperimentato due sole forme di valutazione: l'interrogazione e il “compito scritto” (il tema, il problema, la versione, gli esercizi, ...). Gli insegnanti lamentano il poco tempo disponibile (rispetto all'estensione del programma) e si adattano a limitare drasticamente il numero delle prove, a relegare interrogazioni e compiti in orari straordinari, talora portando fuori dalla classe lo studente o i pochi studenti interessati.

La ricostruzione di una dimensione fisiologica dell'insegnamento che comprenda anche una verifica/valutazione non estemporanea e traumatica, richiede il rispetto di un numero minimo di regole da considerare imprescindibili. Ad esempio:

1. le occasioni di verifica/valutazione sono frequenti al fine di consentire – quando si rivelino necessari, tempestivi interventi di revisione, integrazione o approfondimento;

2. le azioni di verifica/valutazione sono parte integrante della didattica in quanto finalizzate anche a rinforzare conoscenze o esercitare competenze presentate e impostate in precedenza, a promuovere l'auto-valutazione da parte degli studenti;
3. gli strumenti di verifica/valutazione sono elaborati in modo da non scoraggiare gli studenti (le consegne non sono "difficili" né nella forma, né nella sostanza, non sono faticose, non sono "diverse" rispetto allo stile della docenza, non nascondono "tranelli", non presentano errori o ambiguità).

Come sarà chiarito in seguito le metodologie fondate sull'apprendimento attivo e cooperativo implicano necessariamente l'adozione del tipo descritto di verifica/valutazione, ma alcune strategie minimali possono essere utilmente adottate anche a integrazione di pratiche didattiche più tradizionali.

In linea di massima si tratta di distribuire agli studenti fogli fotocopiati sui quali sia formulata la consegna e siano previsti spazi calibrati per la risposta o comunque per l'elaborazione richiesta. E' opportuno che la lettura e la produzione da parte degli studenti non richieda più di un quarto d'ora e che l'analisi e la registrazione da parte dell'insegnante non richieda più di un'ora.

La prova può essere convenzionale (ad es. lettura puntuale, verbalizzazione e interpretazione di una figura o di un grafico presentati nel libro di testo) o può sfruttare suggerimenti già da tempo praticati in altri ambiti disciplinari. Gli esempi forniti di seguito hanno lo scopo di costituire una repertorio di base e di sollecitare sia la modifica con riferimento ad argomenti diversi nell'ambito della biologia, sia la realizzazione di prove diverse meglio calibrate su particolari obiettivi formativi.

1. integrazioni e completamenti: si richiede di inserire parole mancanti in un testo

La preparazione della prova richiede la scelta di un testo *significativo* (30-50 righe), la eliminazione di un certo numero di parole (10-30) possibilmente evitando l'uso del correttore a favore della riscrittura del brano con spazi vuoti di lunghezza costante.

L'aumento percentuale di cellule mutanti - Il progresso dell'analisi genetica in *E.coli* è dipeso in gran parte dall'introduzione di tre tecniche di arricchimento per aumentare la percentuale di cellule mutanti rispetto a quelle normali corrispondenti: (1) la selezione diretta, che condizioni di crescita molto favorevoli al mutante prescelto; (2) la controselezione che fa uso di condizioni che uccidono le cellule; e (3) la selezione fisica, che coinvolge proprietà uniche delle cellule mutanti in grado di separarle fisicamente dalle parentali.

Alcuni accorgimenti: il brano deve trattare la materia oggetto della prova e prendere in considerazione concetti cruciali; la eliminazione delle parole non deve impedire la comprensione complessiva del brano, né dei singoli periodi. La scelta di eliminare le parole sistematicamente (una parola eliminata ogni "n" parole) è adatta alla valutazione della conoscenza e della comprensione di quel particolare brano che potrebbe anche essere estratto dal libro di testo; l'eliminazione di parole chiave e di categorie discriminanti può rendere conto della padronanza concettuale.

L'aumento percentuale di cellule mutanti - Il progresso dell'analisi genetica in *E.coli* è dipeso in gran parte dall'introduzione di tre differenti tecniche di per aumentare la percentuale di cellule mutanti rispetto a quelle normali corrispondenti: (1) la selezione diretta, che utilizza condizioni di crescita molto al mutante prescelto; (2) la controselezione che fa uso di condizioni che le cellule parentali; e (3) la selezione fisica, che coinvolge proprietà uniche delle cellule mutanti in grado di separarle fisicamente dalle parentali.

L'aumento percentuale di (*cellule in crescita, cellule mutagenizzate, cellule mutanti, cellule normali, cellule parentali*) - Il progresso dell'analisi genetica in *E.coli* è dipeso in gran parte dall'introduzione di tre differenti tecniche di arricchimento per aumentare la percentuale di rispetto a quelle corrispondenti: (1) la selezione diretta, che utilizza con-

dizioni di crescita molto favorevoli al mutante prescelto; (2) la controselezione che fa uso di condizioni che uccidono; e (3) la selezione fisica, che coinvolge proprietà uniche delle in grado di separarle fisicamente dalle

2. analisi di testi: si sollecita un intervento sul testo indicativamente con l'uso dell'evidenziatore

La preparazione della prova richiede la scelta di un testo *non eccessivamente sintetico* (30-50 righe), che sarà fotocopiato. In coda saranno inserite 4-5 righe che saranno utilizzate dallo studente per spiegare, giustificare le operazioni condotte sul testo.

La consegna può riguardare la segnalazione di termini, espressioni, dati, figure, ambigui o scorretti; l'eliminazione di sezioni del testo (20-40%), salvando l'essenziale; la selezione di sezioni del testo (40-60%) che comprendano l'essenziale.

3. analisi di procedure: si richiede una riflessione su un esercizio, una esercitazione, un laboratorio, (eseguiti o descritti in un lavoro scientifico)

Il foglio da distribuire agli studenti presenta un numero limitato di domande seguite da un paio di righe per la risposta.

Oggetto di definizione da parte degli studenti potranno essere l'obiettivo, il risultato, le particolarità essenziali del sistema biologico utilizzato, gli aspetti qualificanti del metodo, ...

Potrà essere indicato il numero minimo/massimo di parole da utilizzare per la definizione.

4. lavoro su parole chiave: si richiede l'utilizzo, la contestualizzazione di parole chiave

La preparazione della prova richiede la scelta di un certo numero di termini più o meno specifici e più o meno indispensabili per la trattazione dell'argomento che è stato o sarà sviluppato nell'azione didattica. L'analisi riguarda sia la scelta dei termini (lo studente tenderà a utilizzare le parole che conosce o crede di conoscere meglio), sia la correttezza dei brevi testi formulati.

Formula una breve definizione di tre "oggetti" scelti tra quelli sottoelencati:

allele
colonia
conversione genica
endonucleasi
enzima
hot spot
mutazione

(*Seguono tre gruppi di tre righe.*)

Componi una frase di senso compiuto utilizzando i tre termini: GENE, MUTAZIONE, POLIPEPTIDE, e almeno due termini, a tua scelta, tra i seguenti: ALLELE, CISTRONE, CROMOSOMA, DOMINANZA (o DOMINANTE), FENOTIPO, GAMETE, GENOMA, GENOTIPO, MEIOSI, METABOLISMO, MITOSI, PLEIOTROPIA (o PLEIOTROPICO), SUBSTRATO, TRADUZIONE, TRASCRIZIONE.

(*Seguono sei righe.*)

4.6 - Osservazione e test

Se si escludono le forme di monitoraggio che si rendono necessarie nell'ambito, ad esempio, delle metodologie di apprendimento attivo e cooperativo, l'"osservazione" nel corso dei processi educativi consiste prevalentemente nella definizione di *stati*, quelli che nella logica di progetto sono definiti "stadi di avanzamento". Allo scopo è utilizzato quasi esclusivamente anche in Italia (preso atto della sistematica adozione nei paesi anglosassoni e nelle ricerche internazionali) il test a scelta multipla, lo strumento che Haladyna (1999) definisce "*an efficient and effective way to assess a wide range of knowledge, skills, attitudes and abilities*".

Premesso quindi che si tratta di uno strumento di valutazione e che si presta a esplorare non solo conoscenze, ma anche competenze, atteggiamenti e abilità, si può procedere a presentare alcuni

elementi definitivi e a documentarne la gamma di variazione (con particolare riferimento all'utilizzo in sede universitaria).

Un item consiste in una domanda o caso (*stem*) e in una serie di opzioni o alternative che comprendono la risposta corretta (*key*), di norma una sola, e più risposte non corrette (*distractors*). La elaborazione di un item rilevante ed efficace ai fini valutativi richiede che siano rispettati alcuni vincoli metodologici che attengono a chiarezza, pertinenza, significatività, ... In particolare i distrattori possono essere ingiustificati, quando propongono una eventualità assurda, inconcepibile (“*I mammiferi: sono capaci di fotosintesi in presenza di luce*” – T1¹, pag 173 – Chi mai potrebbe pensarlo?), concettualmente ambigui, quando sono soggetti a più di una interpretazione (“*I mammiferi: hanno temperatura del corpo variabile*” – T1, pag 173 – Siamo mammiferi e abbiamo esperienza di una temperatura corporea che varia da 36° a 40°.), metodologicamente ambigui, quando propongono più informazioni non necessariamente concordanti (“*I mammiferi: sono invertebrati se marini e vertebrati se terrestri*” – T1, pag 173 – I mammiferi terrestri sono vertebrati: non è data la possibilità di aderire a questa porzione dell'affermazione complessiva.). All'opposto sono giustificati quando rappresentano alternative alla risposta corretta in quanto collocati nello stesso ambito semantico, tematico, procedurale o logico; possono essere esplorativi quando sono formulati con riferimento a rappresentazioni mentali alternative, a forme alternative di ragionamento, di calcolo, di interpretazione.

Per esercitare l'uso della classificazione proposta, e per accennare quantomeno alla rilevanza degli obiettivi nella somministrazione di test, possono essere utili alcuni item tratti dal questionario di valutazione adottato nell'indirizzo fisico-matematico della SSIS Lazio (a.a. 1999/2000), che inducono a formulare ipotesi fantasiose circa le effettive finalità del questionario e a domandarsi perché la scelta della risposta corretta o lo scarto di una, o più di una, risposta sbagliata appaiano obbligati, in ogni caso non significativi di una specifica padronanza.

Corso: Educazione e storia nel loro processo storico

12. *La tradizione, l'autorità, la religione sono categorie concettuali utili per la comprensione del fatto educativo? [a) sì; b) no; c) forse]*
13. *La Legge Casati e la Riforma Gentile sono state le uniche grandi riforme della scuola italiana? [a) sì; b) no; c) forse]*

Corso: Fondamenti di progettazione curricolare

16. *Sulla base del lavoro svolto indicate tra le quattro definizioni quella che vi sembra più appropriata per il termine “concetto”.*
 - a) *pensiero definito, utilizzabile sul piano intuitivo, logico e pratico*
 - b) *aspetto pratico di una conoscenza o di una disciplina*
 - c) *prodotto realizzato in una fabbrica di pellame*
 - d) *strumento usato nella misurazione scientifica*
17. *Sulla base del lavoro svolto indicate tra le quattro definizioni quella che vi sembra più appropriata per il termine “progettazione curricolare”.*
 - a) *definizione organizzata di un percorso formativo*
 - b) *preparazione di una corsa di carri*
 - c) *proposta per una richiesta di finanziamento*
 - d) *trattazione teorica di un tema disciplinare*

Quattro item dedicati a oggetti/fenomeni bio-naturalistici consentono di evidenziare le più frequenti scorrettezze metodologiche che compromettono la significatività dei test.

- 1) il riferimento a un caso inqualificabile, che non può essere collocato in un ambito fenomenologico chiaro, tale da orientare l'adozione di coerenti modalità di analisi (T2, pag. 3)

Una popolazione batterica cade dentro una vasca contenente soluzione fisiologica e inizia a crescere. Ogni giorno raddoppia la superficie occupata. In 18 giorni ha occupato tutta la superficie della vasca. In quanti giorni ha occupato la metà della superficie? [a) 17 giorni; b) dipende dal numero iniziale dei batteri; c) 9 giorni; d) dipende dalla superficie occupata inizialmente]

In quanto caso *reale*: di norma la soluzione fisiologica non è contenuta in vasche e le popolazioni batteriche non sono a rischio di cadere dentro vasche. In quanto fenomeno *scientifico*: la soluzione fisiologica non consente la crescita batterica e, in generale, i batteri non crescono solo sulla superficie di un terreno nutritivo liquido, occupandola a macchia d'olio, a densità costante.

- 2) la segnalazione della risposta sbagliata (T3, pag. 295)

“L’arteria aorta: a) si divide in arteria polmonare destra e sinistra; b) trasporta il sangue dal cuore alle diverse parti del corpo; c) rappresenta la continuazione nel braccio, dell’arteria ascellare; d) produce insulina.”

L’opzione “d” non ha giustificazione in possibili confusioni né sul piano lessicale, né su quello della competenza di base anatomo-fisiologica, ed è formulata con due parole a fronte della articolata descrizione delle altre opzioni. Incidentalmente, la probabilità di scegliere l’opzione corretta affidandosi al caso sale da 25 a 33%.

- 3) la segnalazione della risposta giusta (T3, pag. 180)

“Per specie si intende: a) un gruppo di popolazioni naturali effettivamente e potenzialmente capaci di riprodursi per incrocio; b) un gruppo di individui fenotipicamente simile; c) un gruppo di individui genotipicamente identici; d) un gruppo di individui che vivono nel medesimo habitat.”

L’opzione “a” è illustrata molto più dettagliatamente delle altre.

- 4) l’adozione di forme di comunicazione ambigua e/o l’inclusione di errori concettuali (T3, pag. 178)

“I lieviti sono: a) alghe unicellulari; b) un genere di animalletti viventi in luoghi umidi; c) organismi batterici innocui; d) poltiglie vegetali che promuovono la fermentazione.”

Ogni opzione contiene due informazioni tali che si potrebbe aderire all’una e non all’altra. Il linguaggio non è adeguato al livello di padronanza richiesto: su questa base, si è autorizzati a scartare le opzioni “b” (*animalletti*) e “d” (*poltiglie; promuovono* invece di *attuano; la fermentazione*, senza specificazione, come se esistesse una solo tipo di fermentazione). Manca l’opzione attesa da una persona competente (parole chiave: *ascomicete, unicellulare, riproduzione per gemmazione, ...*).

L’elaborazione di un test richiede che l’analisi dei dati sia accompagnata dalla valutazione della capacità di discriminazione degli item (e quindi della capacità di formularli) secondo la seguente procedura (modificata da Oosterhof, 2001):

- a) individuare un sottocampione (circa il 10% del campione) degli studenti con i migliori voti (in classe) o con i migliori punteggi (a posteriori, rispetto alla somministrazione di un questionario a una popolazione non conosciuta, come nel caso dei test di ammissione);
- b) individuare un sottocampione (circa il 10% del campione) degli studenti con i voti o con i punteggi peggiori;

- c) calcolare la percentuale di risposte corrette del primo sottocampione (M) e del secondo (P)
 d) calcolare l'indice di discriminazione (i_d) con la formula $i_d = M - P$.

L'indice è uguale a 1 se tutti gli studenti del primo sottocampione scelgono la risposta corretta e tutti quelli del secondo una risposta sbagliata; è uguale a 0 se gli studenti dei due sottocampioni scelgono la risposta corretta con la stessa frequenza; è uguale a -1 se tutti gli studenti del secondo sottocampione scelgono la risposta corretta e tutti quelli del primo una risposta sbagliata.

Per un item che discrimini tra studenti che padroneggiano la materia e studenti che non la padroneggiano, all'esito di una buona azione didattica, l'indice varierà tra 0.3 e 0.6.

Per concludere: è possibile con i test esplorare le concezioni alternative correnti e i fondamenti dell'errore, e orientarsi a intraprendere una fondata negoziazione sul terreno concettuale, ovvero procurarsi elementi utili alla impostazione di una azione didattica calibrata sulle reali esigenze degli studenti.

La somministrazione dei test di ammissione al corso di laurea in Biologia ha permesso di delineare via via quello stesso profilo degli studenti che è da anni fotografato negli esiti della ricerca in didattica: per lo più sanno cosa sono i ribosomi, il *crossing-over*, il tilacoide, l'agamia, il fenotipo, la specie, la tuba di Eustachio, i Primati, ... (T1). Ma pochi sono capaci di ricavare informazioni da una rappresentazione iconica o grafica (Constable et al, 1988; Bandiera & di Manno, 2001), di argomentare – per sostenere/rifiutare – una asserzione su una questione scientifica (Toulmin, 1972; Fuller, 1997; Bandiera, 2002a), di valutare l'adeguatezza dell'impostazione di un esperimento, di distinguere una ipotesi da una teoria. L'uso di test che rendono disponibili queste informazioni non determina solo un graduale cambiamento dell'atteggiamento dei docenti, ma è destinato a indurre gli studenti a partecipare attivamente e criticamente al progetto formativo che li riguarda, a considerare con minore reverenzialità libri di testo accattivanti, ma discutibili sotto molti punti di vista (Bandiera, 2002b), e – nello specifico – a non fare affidamento, per la compilazione di un questionario, alla fortuna, alla furbizia o alla intelligenza (esercitata per valutare la tipologia, la struttura delle opzioni), ma a specifiche competenze, che dovranno essere maturate nella scuola pre-universitaria, grazie a una allertata consapevolezza degli insegnanti.

Bibliografia

1. I testi che riportano item tratti dalle prove di ingresso all'Università o le prove medesime sono citati con le seguenti sigle:
 T1 - Esercitest 10 – *I quesiti delle prove di ammissione risolti e commentati* (Alpha Test-Hoepli, Milano, 2003)
 T2 - *Prova di ammissione ai corsi delle Facoltà di Ingegneria*, 2 settembre 2003 (edizione fuori commercio a cura del Politecnico di Milano, 2003)
 T3 - R.Pezzano, M.F. Mazzitelli, R. d'Onofrio (a cura di *Laurearsi un ... Scienze Matematiche, Fisiche e naturali. Guida all'orientamento universitario*. (ESSELIBRI, Napoli, 1997)
 T4 - S.Bettini, G.De Bernardi, M.Winters, R.Sironi *Quale Università? Anno accademico 2000/2001. Guida completa alla scelta degli studi post-diploma* (Alpha Test-Hoepli, 2000)

Bandiera, M. (2002a) "Discursive interaction and science education in pre-primary school", in J.Lewis, A.Magro, L.Simonneaux (eds) *Biology Education for the Real World*. pp 161-170 Toulouse: ENFA

Bandiera, M. (2002b) "The Biology Textbook as a Source of Ideas about Scientific Knowledge and Experimental Activity", in D.Psillos, H.Niedderer (eds) *Teaching and learning in the science laboratory*. pp 105-118, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers

Bandiera, M., di Manno, V. (2001) "Through the windpipe and intestine down to the stomach ...: Attitude and competence of prospective primary school teachers", in I.García-Rodeja Gayoso, J.Díaz de Bustamante, U.Harms, M.P.Jiménez Aleixandre (eds) *Proceedings of the III Conference of European Researchers in Didactic of Biology*. pp 27-39, Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela

Bloom, B. S. (1956/1986) *Tassonomia degli Obiettivi Educativi*, Teramo: Giunti-Lisciani

- Constable, H., Campbell, B., and Brown, R. (1988) "Sectional drawings, from science textbooks: an experimental investigation into pupils' understanding", *British Journal of Educational Psychology*, **58**, 89-102
- Erickson, M. (1982/83) *La mia voce ti accompagnerà*. Roma: Astrolabio
- Fuller, S. (1997) *Science*. Buckingham, UK: Open University Press
- Haladyna, T. M. (1999) *Developing and validating multiple-choice tests items*. Mahwah: Lawrence Erlbaum
- Klopfer, L.E. (1971) Evaluation of learning in science. In B.S. Bloom, J.T. Hastings and G. F. Madaus (eds) *A Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw-Hill
- Sharpe, D., Muller, S. (1995) *Abilità di studio*, Trento: Erickson
- NC (National Curriculum) *Assess your child's Progress in Science* (Letts educational, London, 1996)
- Oosterhof, A. (2001) *Classroom applications of educational measurement*. Columbus, OH: Merrill Prentice Hall
- SCAA (School Curriculum and Assessment Authority) & The Times, *The Parents' Guide to National Curriculum. Science* (HMSO, London, 1996)
- Toulmin, S. (1972) *Human understanding. The collective Use and Evolution of Concepts*. Princeton: Princeton University Press

Lettura consigliata:

Solomon, J. (1999) Helping pupils to imagine concepts while carrying out experiments. In J. Leach and A. C. Paulsen (eds) *Practical Work in Science Education*. pp 60-74 Frederiksberg, DK: Roskilde university Press

Commento sul laboratorio didattico

Il titolo del laboratorio ne suggerisce le finalità: mettere a confronto la capacità di discriminazione dei sensi con quella degli strumenti ai fini della valutazione di parametri utili o necessari per la descrizione di oggetti e fenomeni naturali.

Sono messe a fuoco due caratteristiche delle percezioni tattili che attengono rispettivamente al calore e alla pressione.

Poiché anche questo laboratorio è stato proposto a numerose "classi" di studenti è possibile seguirne lo sviluppo con riferimento a dati.

Per quanto riguarda la valutazione della temperatura non è stato registrato l'atteso rifiuto a priori di eseguire una misurazione con l'intento di differenziare il livello di espressione di una caratteristica necessariamente identica in sette oggetti (mano esclusa) in quanto presenti da tempo nel medesimo ambiente (e quindi in equilibrio termico con esso).

L'ordinamento in generale vede ai primi posti gli oggetti metallici e agli ultimi la lana e la mano, dal momento che è fondato sulla sottrazione di calore alla mano che li tocca ed è quindi correlato alla natura (conduttore/isolante) dell'oggetto.

La prima delle perplessità suscitate dall'operazione riguarda il sospetto che la manipolazione modifichi la temperatura degli oggetti, seguono il sospetto che gli oggetti si trovino in equilibrio termico ("Tutti gli oggetti sono sottoposti alla stessa temperatura.") e che la qualità del materiale sia determinante ("La temperatura varia a seconda di che cosa è fatto l'oggetto.") E' anche avvertito disagio per la difficoltà della comparazione. Raramente si fa esplicito riferimento alla omeotermia

dell'uomo che consente di rispondere con produzione di calore alla sottrazione che si determina all'atto del contatto con un materiale conduttore (e che causa la sensazione di freddo).

Successivamente all'uso del termometro, al tatto viene attribuita una rilevazione soggettiva, imprecisa, inaffidabile, scarsamente accurata e si sottolinea la possibilità di condizionamento da parte dell'esperienza (*“la lana tiene caldo”*). All'opposto gli strumenti fornirebbero misure precise, accurate e ripetibili (*“possono essere usati da diverse persone e indicare lo stesso valore”*), purché siano scelti *adeguatamente* e si tenga conto del rischio di errori *umani*.

La descrizione dei diversi termometri e la valutazione dell'opportunità d'uso forniscono indicazioni di padronanza del linguaggio scientifico (in negativo: *“la colonnina di mercurio avanza”*, *“il calore dell'oggetto viene condotto verso il termometro”*) e delle procedure sperimentali di base (in positivo, la scelta del termometro effettuata tenendo conto dell'estensione della superficie di contatto e dell'intervallo della scala).

La valutazione del peso ha a che vedere sia con il peso effettivo dell'oggetto sia con la qualità e numero di meccano-recettori cutanei stimolati nell'interazione con l'oggetto. Quindi, i pesi di oggetti diversi possono essere confrontati solo se, avendo la stessa forma, incidono sugli stessi recettori. Su questa base il confronto condotto soppesando oggetti contenuti nelle buste sarà più corretto di quello condotto soppesandoli direttamente. Non deve stupire che un *piccolo* lucchetto (90g) sia considerato più pesante di un tagliere in legno (120g).

Gli studenti tendono a ritenere che il confronto attuato tenendo gli oggetti nelle due mani sia viziato da fattori fisiologici (*assuefazione*) e psicologici (*le dimensioni e le attribuzioni stereotipiche*), fattori che non inciderebbero quando gli oggetti non sono visibili in quanto contenuti nelle buste. Tendono anche ad attribuire gli errori di ordinamento a difetti di impostazione (*“i pesi degli oggetti sono molto simili”*) o della procedura da loro stessi seguita (*“non sono state fatte tutte le combinazioni di coppie possibili”*).

La bilancia pesalettere (*“il peso spinge verso il basso una molla collegata a una scala graduata”*) è considerata poco accurata. La bilancia a bracci uguali (*“consente solo il confronto diretto”*) è scartata perché non fornisce la determinazione del peso, peraltro non necessaria per un semplice ordinamento. Il dinamometro (*“ci dà la misurazione della massa dell'oggetto per l'accelerazione di gravità”*, *“la molla si allunga più o meno a seconda del peso maggiore o minore”*) appare comodo ed efficace.

Nel definire i termini della contrapposizione sensi-strumenti sono indicati su un fronte l'interferenza della soggettività e dei pregiudizi, e sull'altro la necessità di disporre di un particolare strumento, adatto agli oggetti da misurare, calibrato su di essi (*“ho notato che con le bilance usate un qualsiasi movimento o manipolazione variava la pesata”*).

Anche la domanda relativa alle condizioni nelle quali sarebbero valutati pesi diversi intende mettere alla prova la competenza lessicale e sperimentale, ma – rispetto ai contenuti disciplinari – attiene essenzialmente alla fisica. Perciò sembra sufficiente riportare le risposte più frequenti: sulla Luna (*“assenza di gravità”*), nell'acqua (*“spinta di Archimede”*), sotto vuoto (*“assenza di perturbazioni”*).