

Dal fare quotidiano .. alla Scienza!

ANGELA AGOSTI

*La conoscenza è adattamento
e si costruisce nella relazione
individuo-ambiente*
Jean Piaget (1896-1980)

Il fine dell'insegnamento è quello di formare un bambino competente in grado di utilizzare le proprie conoscenze nell'agire quotidiano.

Il bambino attivo desidera conoscere, esplorare, capire e compiere esperienze che gli permettano di "pensare agendo", è anche in grado di esplorare ed intraprendere percorsi di tipo scientifico, di fare "scienza". E' necessario partire dal suo modo di vivere, offrendogli esperienze stimolanti affinché la curiosità, la voglia di esplorare, il gusto della scoperta, favoriscano la costruzione di modi di pensare e di interpretare la realtà che lo circonda.

Anche gli Orientamenti del '91 affermano la centralità del bambino nel processo educativo in quanto essere ricco di potenzialità, di forza esplorativa e riflessiva. L'idea di bambino competente sancisce la convinzione che è un soggetto capace di apprendere in una situazione intenzionalmente progettata e realizzata a questo scopo. Gli stessi Orientamenti attribuiscono inoltre importanza all'educazione del pensiero scientifico prevedendo, per questo settore formativo, uno specifico Campo di Esperienza "le Cose, il Tempo e la Natura": "...le finalità specifiche riguardano la prima formazione di atteggiamenti e di abilità di tipo scientifico. Potenziando e disciplinando quei tratti come la curiosità, la spinta ad esplorare e capire, il gusto della scoperta, la motivazione..." Assegnano inoltre al bambino, notevoli potenzialità operative, cognitive, relazionali e la capacità di avvicinarsi alla scienza con forza esplorativa e riflessiva. Il fanciullo è in grado di apprendere ed essere protagonista nella costruzione del suo sapere. Le Indicazioni Nazionali ribadiscono l'approccio centralizzato sul bambino in un'ottica di personalizzazione, una scuola incentrata sull'apprendimento piuttosto che sull'insegnamento e il ruolo di "accompagnatori" degli insegnanti.

Le Indicazioni riportano il tema dell'esplorazione e della ricerca e sottolineano la necessità di attivare nel bambino il "passaggio dalla curiosità alla ricerca", di sviluppare e consolidare le capacità di "esplorazione e scoperta intenzionale ed organizzata della realtà di vita" e la capacità di "orientarsi in maniera personale e di compiere scelte anche innovative". Relativamente all'ambito scientifico, vengono individuati gli Obiettivi Specifici di Apprendimento nell'Area "Esplorare, Conoscere e Progettare" dove il fare motivato e l'agire consapevole del bambino, porteranno al raggiungimento degli Obiettivi Formativi. Gli Orientamenti e le Indicazioni auspicano che il bambino impari a guardare il mondo che lo circonda con un atteggiamento di "curiosità cognitiva" per trasformarla in "scoperta", in conoscenza.

Curiosità cognitiva e atteggiamento scientifico

Il “motore” di ogni indagine scientifica è la curiosità. I bambini, se possono, vanno alla scoperta della realtà che li circonda, spinti dalla loro curiosità e così mettono alla prova gli oggetti, le cose, le persone ecc. Ciò che accomuna il bambino allo scienziato può essere una certa “curiosità cognitiva”, una voglia di andare a scoprire ed apprendere “cose” sul mondo; una certa capacità di interrogarsi e di interrogare, un atteggiamento aperto verso il possibile, utilizzando strumenti e conoscenze in suo possesso.

La curiosità è allora un “motore” per l’indagine e quindi un “motore” per la conoscenza. La curiosità, l’osservazione, l’esplorazione trovano nella ricerca-azione un metodo “privilegiato” per apprendere. Il metodo della ricerca infatti prevede un ruolo attivo del bambino nel processo di apprendimento e gli consente di costruire le competenze che lo rendono in grado di appropriarsi di conoscenze, piuttosto che assumerle in modo passivo. Il metodo della ricerca, inoltre, incentiva la curiosità del bambino e la veicola verso l’apprendimento. Una delle caratteristiche più interessanti di tale metodo è la flessibilità e la capacità di autoapprendimento del processo stesso che viene veicolato dal contributo dei bambini e che permette al bambino di dare spazio alla propria creatività, imparare a fornire un contributo attivo e di interazione con gli altri nel processo di apprendimento. L’attività di ricerca-azione favorisce il coinvolgimento emotivo e relazionale del bambino che, partendo dalla sua “originaria curiosità”, raccoglie dati, li organizza e li concettualizza attraverso l’uso di codici riferiti alla sua età. Sarà importante che il percorso formativo veda sempre il bambino protagonista attivo all’interno di un contesto motivante, dove possa compiere esperienze che lo aiutino a formulare ipotesi, raccogliere informazioni, progettare e ricercare soluzioni. Tutto ciò gli permetterà di rielaborare le sue teorie interpretative della realtà, validarle e confrontarle in una sorta di processo per tentativi o prova-errori.

Contesti e percorsi significativi

Il bambino impegnato in itinerari di approccio alle conoscenze scientifiche apprende in modo ludico, creativo e collaborativo; così facendo, passa “dalla curiosità alla ricerca” attraverso quegli ambiti di apprendimento sottesi in esplorare, conoscere e progettare. All’interno delle esperienze il bambino avrà modo di identificare i quesiti, formulare ipotesi, raccogliere dati, anche da fonti diverse, rielaborare i dati acquisiti, verificare le ipotesi e ricercare possibili soluzioni. Con la convinzione che anche i

Fisica	Biologia
Esplorazione e manipolazione di polveri, oggetti, materiali	Scoperta ed interpretazione del mondo vegetale ed animale
Trasformazione dello stato fisico della materia	L’ambiente
Studio di elementi naturali (acqua, aria ...)	Il tempo
Galleggiamento di oggetti	L’ecologia
Peso e forza
La realtà artificiale	
Materiali, oggetti, utensili, simboli... ..	

bambini di 3, 4, 5 anni possano affrontare argomenti scientifici, ipotizziamo nella Fisica elementare e nella Biologia, percorsi interessanti sotto gli aspetti dell’operatività, della curiosità, della scoperta.

A fronte di quanto fino ad ora evidenziato, anche l'insegnante assume un ruolo diverso: l'insegnante partecipa al dialogo del bambino mettendosi al suo fianco, riscoprendo insieme a lui, i percorsi cognitivi ed emozionali della conoscenza; mostra la stessa curiosità e voglia di riscoprire, di interrogarsi sui fatti.

Ri-scoprire il mondo attraverso gli occhi e gli interrogativi dei bambini può essere un'esperienza importante perché può dare l'opportunità alle insegnanti di ri-cominciare a porsi degli interrogativi, a non dare tutto per scontato, a mettersi in gioco attivando così un processo di co-educazione.

L'insegnante deve considerare il proprio progetto di lavoro una "ipotesi" aperta al possibile; la proposta si fonda non sulla ricerca a priori di "punti fermi" ma sulla curiosità di mettere alla prova il proprio "sapere scientifico" sull'argomento, che andrà ri-guardato con gli occhi dei bambini. Allo stesso tempo, sarà interessante scoprire cosa andrà accadendo nei bambini durante l'esperienza stessa; i punti fermi allora si andranno delineando e definendo in situazione, potranno o meno corrispondere agli obiettivi dichiarati il progetto è davvero considerato una ipotesi e non una ricetta.

Le esperienze

Le proposte esperienziali hanno sempre avuto l'aspetto ludico in primo piano; per favorire la verbalizzazione e la circolarità delle conoscenze spesso è stato utilizzato il *brainstorming*, mentre la capacità di trovare soluzioni innovative e incentivare la creatività è emersa nel risolvere situazioni problematiche. Sia la realtà naturale che quella artificiale offrono la possibilità di manipolare materiali, di affinare l'uso dei sensi, di sviluppare quelle capacità percettive che permettono di cogliere analogie, differenze, rapporti ecc., nelle forme viventi e nelle cose. Inoltre sollecitano il bambino ad osservare e quindi imparare a riconoscere cose, oggetti, persone; a nominarli, a descriverli, a rappresentarli ecc.

- Giocare con le polveri (farina bianca, di mais, zucchero, caffè, sale, sabbia, cioccolato ecc.) diventa per il bambino un'esperienza divertente: toccare, manipolare, osservare, assaggiare, travasare, setacciare, riempire, lo portano a riconoscere caratteristiche evidenti. I miscugli che si creano, portano il bambino a compiere riflessioni successive: le polveri si comportano in modo diverso secondo il nostro operato. Infatti se non le mescoliamo restano separate e si riconoscono, ma se mescoliamo difficilmente le possiamo distinguere ed utilizzare. L'aggiunta di oggetti quali: vasi di forme e dimensioni diverse, imbuti, setacci, cucchiaini, tubicini, bilance, portano il bambino a compiere operazioni di misurazione di capacità e di peso. Le varie azioni sono sempre avvenute silenziosamente, i bambini difficilmente "parlano", "rispondono" durante questo tipo di attività. Solo in un secondo momento, sollecitati con domande precise, sono in grado di produrre una rielaborazione verbale e personale dell'esperienza vissuta.

- Problematizziamo un nuovo contesto. Cosa succede a queste polveri se mettiamo acqua? O altri liquidi? Raccogliamo dai bambini una serie di ipotesi che andiamo poi a verificare realmente. Utilizziamo vasetti di vetro, polveri, cucchiaini come unità di misura ed acqua. Procediamo nell'esperimento e i bambini constatano la veridicità

delle loro ipotesi ed arrivano ad affermare che: alcune polveri si sciolgono mentre altre no; l'acqua con le polveri mescolate e sciolte cambia colore ed è impossibile ritrovare solo acqua o solo polvere. I piccoli allievi formalizzano l'esperienza rappresentandola graficamente, utilizzando codici convenzionali ed iconici. L'elaborato diventa la verifica oggettiva della comprensione reale dell'esperimento.

Anche i vari elementi liquidi si modificano se miscelati tra loro. Le soluzioni che si formano sono assai diverse: acqua e latte, se mescolati fra loro sono indistinguibili mentre acqua ed olio restano separati. Tutte le conversazioni che accompagnano le varie sperimentazioni permettono la circolarità delle conoscenze personali di ogni bambino, di arricchire il bagaglio linguistico e di esprimersi utilizzando in modo appropriato un linguaggio scientifico opportuno.

- L'acqua si sa è un elemento naturale di grande interesse, curiosità e gioco per i bambini. L'acqua diventa anche fonte di conoscenza se andiamo a sperimentare le proprietà e i diversi utilizzi, ad osservarne le caratteristiche e le trasformazioni. Ecco allora nuove proposte di esperienze legate all'acqua. I bambini hanno sperimentato liberamente volumi e quantità in giochi di travasi riempiendo e svuotando contenitori; hanno avuto l'opportunità di formulare ipotesi e pensieri più o meno plausibili, verificabili attraverso l'esperienza diretta. L'acqua è stata anche utilizzata per sperimentare il galleggiamento: i bambini hanno provato e valutato il comportamento di vari oggetti immersi nell'acqua. Ogni bambino dopo aver recuperato oggetti portati da casa o ricercati nell'ambiente scolastico, sperimentano nelle loro vaschette i diversi comportamenti degli oggetti nei confronti dell'acqua. Successivamente ne vengono scelti altri e i bambini formulano nuove ipotesi sul loro galleggiamento. Concordano poi di utilizzare due frecce con direzionalità diversa per comunicare graficamente l'esperimento. L'esperienza diretta è la prova confutabile delle ipotesi ed i bambini individualmente validano le ipotesi espresse.

- L'acqua è un elemento che subisce diverse trasformazioni che possono essere sperimentate e verificate dai bambini. E' un'esperienza che induce a far emergere ragionamenti ipotetico-deduttivi e stabilire una stretta connessione tra il "fare" e il "pensare". Le situazioni che seguono hanno consentito ai bambini di osservare da vicino le trasformazioni di stato: dallo stato liquido a quello solido e viceversa.

Da un gioco simbolico alla realtà; ecco i bambini di fronte al ghiaccio vero. I bambini meravigliati dalla curiosa scoperta, cercando di mantenere fra le mani i cubetti di ghiaccio, esprimono le loro sensazioni e percezioni sensoriali. Freddo è il termine più utilizzato, i bambini si accorgono che i cubetti velocemente spariscono dalle mani, sui tavoli, a terra, è rimasta solo acqua. Dopo varie discussioni i bambini affermano che il ghiaccio è fatto di acqua, il freddo del frigorifero, del congelatore, trasforma l'acqua in ghiaccio, l'acqua così diventa dura, solida. Con questa convinzione i bambini portano da casa tanti contenitori con ghiaccio. Sperimentiamo così che l'acqua assume la forma del recipiente che la contiene, di conseguenza abbiamo a disposizione tante forme di acqua ghiacciata. I bambini successivamente rilevano che il ghiaccio, quando si trova a contatto con l'ambiente subisce delle trasformazioni, le fonti di calore come le mani, il sole, il termosifone lo sciolgono; l'acqua ritorna allora al suo stato liquido.

L'esperienza viene formalizzata ed i bambini comunicano le conoscenze acquisite disegnando e "scrivendo" le varie fasi dell'esperimento. Un'altra caratteristica dell'acqua è quella dell'assorbimento; l'acqua si lascia "prendere" solo da alcuni materiali. Quali? Le ipotesi espresse sono tante, è la verifica diretta che conferma: la carta, lo *scottex*, la stoffa assorbono l'acqua, mentre la plastica, il ferro, il pennarello non l'assorbono.

- Nuovi percorsi di apprendimento hanno permesso di considerare e valutare l'acqua come elemento indispensabile per la vita dell'uomo, degli animali, delle piante. Attraverso varie ricerche (libri, video, cd-rom, foto ecc.), hanno compreso che l'acqua serve: ai bambini per dissetarsi, lavarsi, giocare; agli animali, alle piante per nutrirsi e crescere; l'acqua serve a tutti gli esseri viventi. Ecco allora l'opportunità di esplorare il mondo vegetale. Lo studio del giardino che circonda la scuola, è diventato un piacevole contesto di osservazione, esplorazione, conoscenza della realtà. Per conoscere meglio le piante e il mondo sotterraneo che non riusciamo a vedere, interessante per i bambini è stata la visione di un cd-rom dell'enciclopedia multimediale "Grande atlante della Natura" della Rizzoli New Media, che ha facilitato la comprensione di come l'albero vive, si nutre e la sua importanza per la nostra vita. A conclusione di tutto il percorso di ricerca, i bambini hanno elaborato un disegno veramente significativo. Durante le varie sperimentazioni i bambini hanno avuto modo di:

- concepire la ricerca scientifica come studio per conoscere, comprendere, modificare vari elementi naturali;
- saper utilizzare le ricerche per verificare e valutare le affermazioni espresse inizialmente in fase di ipotesi relative ai diversi stati della materia;
- conseguire un arricchimento lessicale utilizzando coerentemente "termini scientifici" nel ricordare e raccontare esperienze, riuscendo a spiegare con logica e criterio i fenomeni osservati;
- osservare gli eventi, gli elementi naturali, riuscendo a codificarli e rappresentarli simbolicamente.

Bibliografia

- I Nuovi Orientamenti (1991) *Indicazioni Nazionali per i Piani Personalizzati dell'Attività Educativa nella Scuola dell'Infanzia* (2002)
- S. Angori (1993) *Quale educazione scientifica nella scuola del bambino?* Bulzoni Editore, Roma
- AAVV (2000) *I Modi di Fare Scienze* Bollati Boringhieri, Torino
- C. Grazzini Hoffmann (2000) *Fare scienze nella scuola di base* La Nuova Italia, Firenze
- AAVV (1990) *Continuità educativa dai quattro agli otto anni* La Nuova Italia, Firenze
- C. Pontecorvo (1990) *Una scuola per i bambini* La Nuova Italia, Firenze
- F. De Bartolomeis (1969) *La Ricerca come antipedagogia* La Nuova Italia, Firenze
- J. S. Bruner (1967) *Verso una teoria dell'istruzione* Armando Roma
- I. Fiorin (2004) *La scuola dell'infanzia nello scenario della riforma* Editrice La Scuola, Brescia

Angela Agosti

Docente, Scuola dell'infanzia

Aspetti cruciali dell'insegnamento scientifico nella scuola primaria

Alcune parole-chiave

MARIA CASTELLI

*Qualsiasi particella di vita,
con l'esperienza che
l'accompagna, può
racchiudere un sapere
utile, salvifico, e che è
a priori impossibile sapere quale.
Umile o glorioso, disprezzato o
apprezzato, la vita non disdegna
alcun sapere, ma li richiama tutti
a testimoniare:
a che cosa potete servire, qui ed ora?*

M. Authier, P. Lèvy *Gli alberi di conoscenze* Feltrinelli, 2000

“Fare scienze” in classe nella scuola primaria è un’esperienza di grande interesse professionale e personale. Scegliere alcune *parole-chiave* per rendere conto degli aspetti cruciali non è facile, perché i nodi di importanza fondamentale sono numerosi. Si potrebbe partire da *ascolto, osservazione diretta, linguaggio, rappresentazione, flessibilità, contesto*, per continuare con *esperienza, fare e pensare, strumenti, modelli, dissonanza, errore, percorso*, per passare a *gioco, risonanza, negoziazione, ricorsività, discipline, competenza disciplinare*, con la certezza di aver tralasciato qualcosa di significativo. Ne prendo in considerazione soltanto alcune, specificando però che le altre non sono meno importanti.

Flessibilità

Certo, prima di dare il via ad un percorso di apprendimento su un tema nuovo, l’insegnante si deve preparare, innanzitutto con l’ascolto della classe, nei modi e nei tempi di volta in volta più adatti (*brain storming*, discussione, domande stimolo, provocazione con attività mirate, conversazione, richiamo ad attività precedenti...), e poi con una revisione personale delle proprie conoscenze sull’argomento. Definisce obiettivi chiari e ben circostanziati, analizza una rete di concetti disciplinari sui quali vorrebbe lavorare, sceglie le attività che ritiene di particolare valenza formativa, in quel momento, per quegli alunni, limitandosi però ad un progetto “a maglie larghe”, non preconstituito, preconfezionato, non una sorta di “capo in taglia unica” che andrebbe bene per tutti; invece, una proposta da realizzare gradualmente insieme alla classe, che proceda con una dinamica “circolare”: dall’insegnante, agli alunni, all’insegnante, che saprà calibrare un percorso di apprendimento elaborato mediando e negoziando gli “input” che emergono “in itinere”. L’ascolto della classe non sarà solo iniziale, ma continuativo. Nella stessa fascia di età le risposte degli alunni sono spesso assai concordi, ma i tempi e i modi possono essere diversi. Questo modo di procedere è irrinunciabile, se non si vuole semplicemente giustapporre informazioni slegate alle conoscenze già possedute da ciascun bambino; l’attenzione a ciò che pensano e

recepiscono di volta in volta gli alunni permette all'insegnante di costruire contesti che provochino dissonanze e che mettano in crisi la rete di conoscenze consolidate, di sollecitare domande, di favorire un atteggiamento attivo e costruttivo, che crei le condizioni perché ciascuno sia motivato a rielaborare e ricostruire significati e relazioni fra gli stessi.

E' necessario saper cogliere, nelle idee espresse dai bambini, il loro modo di costruire la conoscenza e confrontare queste acquisizioni con i concetti e le conoscenze scientifiche per portare gli alunni ad elaborare una nuova rete di conoscenze, operando in modo epistemologicamente adeguato. Occorre che l'insegnante, anche della scuola primaria, sia disponibile a costruirsi, magari strada facendo, una conoscenza disciplinare, didattica e metodologica che permetta di accompagnare le sue classi in questo cammino, che è sempre nuovo, sempre da rifare in modo un po' diverso, ogni volta coinvolgente e fortemente motivante.

Prestare molta attenzione alle discussioni dei bambini consente di cogliere gli snodi significativi dei loro ragionamenti, una sorta di "regali cognitivi", e di capire quali direzioni sono percorribili e quali sono premature. Faccio alcuni esempi, ricavandoli da "Acqua di fiume", un percorso di apprendimento svolto in alcune classi prime di scuola primaria.

I bambini chiedono:

Come fanno a restare vivi gli animalletti e le piante se hai preso l'acqua dal fiume da una decina di giorni?

Lascio parlare. Qualcuno dice che se restano vivi forse è perché nell'acqua trovano il loro cibo; qualcuno aggiunge che gli animalletti si mangiano tra loro; qualcuno dice che nell'acqua deve esserci qualche sostanza che li nutre. Chiedo di pensarci con calma perché ritorneremo sul discorso.

Questa domanda e le argomentazioni in merito mi convincono che sia possibile proseguire con la ricostruzione su base osservativa una rete alimentare.

Discussione: le alghe vanno su e giù...

Le bollicine ... Ho sentito varie considerazioni: sono gli animalletti che fanno le bollicine quando respirano o quando aprono la bocca ... le bollicine sono fatte di aria ... gli animalletti nell'acqua trovano l'ossigeno da respirare come noi che lo troviamo nell'aria...

Al mattino le bollicine sono poche, c'è poco sole; più tardi c'è più sole e le bollicine sono tante (Paolo) ... Troppo bella l'intuizione e mi insospettisco un po' ... "Che cosa ti fa pensare che le bollicine c'entrino con il sole?" chiedo a Paolo.

"Perché l'acqua evapora al sole" è la risposta che rivela l'intuizione di una relazione ancora in fase di elaborazione.

La scoperta della presenza di bollicine di ossigeno sulle colonie di alghe filamentose presenti nel campione d'acqua che stiamo studiando e l'osservazione del saliscendi delle alghe mi suggerisce che sia possibile indagare il comportamento delle alghe in relazione alle bollicine per avvicinarci al tema della fotosintesi, attraverso la ricerca di una relazione con la presenza della luce.

Come possiamo fare per capire il saliscendi delle alghe? Abbiamo un problema.

Che cosa fate quando avete un problema e volete risolverlo? Fatemi qualche esempio

“Teri ho perso le chiavi” dice Valentina.” Era un problema, dovevo trovarle. Ho cercato dappertutto”.

“La mamma ha bucato una gomma e non sapeva cambiarla” dice Gaia.

“Voglio imparare a fare la torta al cioccolato”...

Un bambino suggerisce che per risolvere un problema bisogna pensare.

Valentina dice che per risolvere il suo ha dovuto cercare.

Per imparare a fare una torta si può guardare qualcuno che la sta cucinando.

Osservo che mi piacciono molto le loro indicazioni. Allora per capire il saliscendi delle alghe proveremo a *pensare - cercare - guardare*.

Ma come potremo ricordare tutte le cose che pensiamo/diciamo, cerchiamo e guardiamo?

“Tu scrivi le cose che diciamo per non dimenticarle...”

Allora scrivere è un'altra cosa che possiamo fare -concludo per il momento. Preparo un foglio sul quale registriamo subito la posizione delle alghe del giorno stesso e del giorno prima. Continueremo a registrare.

Queste considerazioni sono i primi passi della metacognizione. Cercare tutti insieme come impostare la soluzione di un problema -scientifico in questo caso- è fortemente motivante e occasione di riflessione per rendersi consapevoli delle modalità di apprendimento. Mi rendo conto di poter progettare una semplice registrazione di dati sulla presenza di bollicine e sul saliscendi delle alghe per individuare le variabili con le quali progettare una prima esperienza.

Contesto

Gli argomenti di studio non si equivalgono, nel senso che alcuni facilitano la comprensione di concetti di fondo più di altri. Spesso non è facile stabilire a tavolino quali siano questi argomenti, occorre metterli alla prova del lavoro di classe.

Facendo ancora riferimento ad acqua di fiume, ad esempio, non sembrava facile ricostruire la rete alimentare, almeno in parte, in prima classe, nonostante i bambini sembrassero pronti a farlo. Invece il lavoro è riuscito semplice, chiaro e lineare, ben compreso da tutti. Forse la presenza dell'acqua, il mezzo nel quale animali e vegetali vivevano, ha semplificato le cose.

Nel quinquennio precedente, avevo lavorato sugli stessi temi studiando il Tiglio centenario del giardino della scuola. Per un anno intero, s'erano svolte osservazioni periodiche dell'albero e di tutti i viventi che stabilivano relazioni con esso: muschi, licheni, funghi, uccelli, coccinelle e farfalle nei diversi stadi dello sviluppo, api, forficule, formiche, afidi e cocciniglie. Nonostante si fosse ormai in terza, alle prese con animali e vegetali più direttamente osservabili e più noti, cogliere le relazioni alimentari non è stato più immediato. E anche qui, non erano mancati momenti sorprendenti e motivanti come l'osservazione allo stereomicroscopio del pasto di una larva di coccinella. A priori, avrei certamente pensato che con l'acqua sarebbe stato meno facile. Sempre restando in tema di relazioni, un altro esempio. L'osservazione allo stereomicroscopio di un afide che cammina su una foglia di Tiglio imbrattata di melata, oltre che divertente non può non far sorgere domande sulla presenza di questa

sostanza sulla foglia, portando direttamente ad aprire il discorso sulle relazioni interspecifiche.

Strumenti

Nella scuola primaria non è necessaria un'attrezzatura di laboratorio vera e propria e non è indispensabile neppure un'aula specifica. Il non ricorrere ad un vero e proprio laboratorio aiuta ad evitare che nei ragazzi si cristallizzi l'idea che "Scienze è qualcosa di più o meno interessante che si fa in un luogo particolare con materiale speciale". Fare scienze significa invece indagare su fatti, organismi e fenomeni del nostro mondo. Se si svolgono osservazioni ed esperimenti, lo si fa allo scopo di indagare su qualcosa che appartiene alla realtà quotidiana e che ha colpito la nostra attenzione.

L'attrezzatura sarà costituita quanto più è possibile da materiali semplici, comuni, di facile reperimento e di costo limitato. A parte l'immane collezione di barattoli, vasetti, bottiglie, bicchieri e recipienti vari, serviranno vassoi, imbuti, tappi, viti, chiodi e rondelle, ganci ed elastici, grucce per abiti, fermagli ... Accanto a questi reperti della cantina o della cucina, devono trovare posto solo alcuni strumenti e materiali speciali:

- strumenti di misura (bilance, dinamometri, cilindri graduati, termometri da ambiente e termometri da sotto zero a più di cento gradi, barometro e igrometro);
- materiale ottico (lenti di ingrandimento, insostituibili le contafile 8 x, specchi piani e curvi e soprattutto uno stereomicroscopio);
- fornelli (elettrici e ad alcool molto piccoli);
- vetreria da fuoco (qualche becher, provette e pirofile da cucina) con pinze, portaprovette, scovoli e reticelle spargifiamma;
- varie (vaschette trasparenti, gabbiette e terrari, imbuti e filtri, tubi in plastica o di vetro e di gomma, pinzette e contagocce).

Lo stereomicroscopio merita una sottolineatura particolare. E' l'unico tipo di microscopio che si possa usare spesso nella scuola primaria e in quella dell'infanzia ed è anche l'unico oggetto costoso fra quelli elencati; non dovrebbe mancare, perché permette la scoperta affascinante del mondo delle piccole cose, scoperta che porta con sé stupore, sorpresa, curiosità, intuizioni e moltissime domande, soprattutto se accompagnata da discussioni e disegno. Uno strumento ben scelto è dotato di un'ottica di buona qualità e ingrandisce da 7-8 a 30-40 volte. La condizione ideale è l'utilizzo con un gruppo di alunni, collegando l'oculare attraverso una telecamera ad un monitor, seguito da osservazioni individuali allo stereomicroscopio o con la lente contafile. Naturalmente, un collegamento ad un personal computer permette di salvare le immagini osservate per rientrare nel merito anche in momenti diversi, consentendo un utilizzo più proficuo anche degli eventi imprevisti, che sono frequenti quando si studiano animali e vegetali vivi.

Modelli

Ricorrere a modelli e costruirne alcuni è un pretesto utilissimo per focalizzare, approfondire conoscenze e concetti, verificarne l'acquisizione e far sorgere nuove domande. L'uso dell'*è come ...*, la ricerca di immagini, di analogie, di metafore, è pensare

per modelli. I bambini pensano ai mattoncini del gioco delle costruzioni, quando osservano allo stereomicroscopio le alghe filamentose e le vedono formate da parti uguali che si ripetono una di seguito all'altra, oppure quando vedono le antenne articolate delle larve d'insetto che nuotano nell'acqua di fiume o i loro segmenti addominali e dicono *sono fatte come i Lego*.

Studiando la circolazione del sangue, nel gioco del circolatorio, loro stessi sono i globuli rossi, indossano una cuffia rossa e una sciarpa rossa, alla quale, con una molletta, fissano ora il cartellino "ossigeno", ora il cartellino "anidride carbonica": *l'emoglobina è come la sciarpa rossa*. In un altro gioco, *i globuli rossi sono come i vagoncini* che trasportano gettoni rossi -l'ossigeno- o gettoni blu -l'anidride carbonica-.

"E' come ..." talvolta si concretizza in un vero e proprio oggetto. Studiando la respirazione torna utile costruire *un modellino del torace* con trachea, polmoni e diaframma utilizzando mezza bottiglia di plastica trasparente, dei palloncini gonfiabili e un raccordo a y. Qui *i polmoni sono come i palloncini* e *il diaframma è come il palloncino in basso*. Vedere in funzione questo modello aiuta a capire che l'aria entra nei polmoni al solo abbassarsi del diaframma e porta i bambini a chiedersi perché questo accada.

Anche la costruzione di *un modello del cuore* facilita la comprensione dell'anatomia di un cuore vero in sezione. Costruire modelli può essere un accattivante pretesto per documentarsi ed affrontare problemi nuovi, come accade se si vuole realizzare, ad esempio, *un modello del Sistema solare* che possa essere contenuto nell'edificio scolastico. Occorrerà cercare informazioni sull'aspetto della superficie e sulle dimensioni dei pianeti, trovare la distanza dal Sole di ognuno, calcolare le riduzioni in scala da operare, cercare le soluzioni tecniche e pratiche per realizzare e sospendere le sfere che rappresentano i diversi corpi. Durante il lavoro e alla fine, sarà necessario discutere quali aspetti del modello sembrano più fedeli alla realtà e quali non possono esserlo.

Gioco

Il gioco è fondamentale in sé come occasione d'apprendimento. Forse non è necessario richiamare questo aspetto del lavoro scolastico nella scuola dell'infanzia, ma nella scuola primaria sì, nelle Scienze come in tutte le altre discipline.

Gli esempi che mostrano come attività che potrebbero essere poco stimolanti e noiose possano invece divertire sono moltissimi: dai puzzle con ritaglio, ai cruciverba, ai giochi di ruolo, dai giochi interattivi al personal computer, ai giochi di movimento nel giardino della scuola. Certo un'impostazione del lavoro che preveda momenti ludici richiede un certo tempo anche personale dell'insegnante per l'organizzazione.

Sottolinerei invece come il gioco metta in atto, in misura maggiore rispetto ad altre strategie, le dinamiche affettivo-relazionali fra gli alunni e con l'insegnante indispensabili perché l'apprendimento abbia luogo e sia significativo.

Richiamo di seguito ciò che scrive una bambina nel "testo caldo" scritto di getto dopo il gioco del circolatorio nei Pesci.

E' una meraviglia il gioco del pesce. Soprattutto maestra ti voglio tanto bene.

Di solito i bambini riservano queste sottolineature ad altri contesti, meno legati all'apprendimento. Mi ha fatto riflettere trovarla in questo momento, come per

ripetere a noi insegnanti che l'apprendimento non prescinde mai dall'emozione e dalla sfera affettiva in genere.

Discipline

L'esperienza del quotidiano è la risorsa prima da indagare, la fonte dei problemi. Il quotidiano non è banale, è la realtà, la vita, il nostro oggetto di studio.

Qui, le discipline sono “in rete”, sono intrecciate fra loro. La Biologia, la Fisica, la Chimica negli eventi, in ciò che ci succede intorno, sono legate una all'altra. A scuola, si può imparare insieme a disintrecciarle, per leggere la realtà nell'ottica e con gli strumenti di ciascuna disciplina e poi a ricomporle per comprendere. E questo a mio parere è, allo stesso tempo, il nodo che rende più difficile insegnare le Scienze in questo modo e l'aspetto più motivante, costruttivo e formativo. Si parte dal tutto, dalla realtà complessa, si studia, si analizza e si comprende negli ambiti disciplinari e poi si riscoprono le relazioni, che anche prima erano presenti, ma in modo troppo complesso perchè i bambini potessero capire. Claudio Longo dice: “Quello che possiamo chiamare un po' pomposamente *Sapere* è come un tappeto: si comincia a tirare un filo e poi viene via tutto. Voglio dire che si può cominciare da qualunque parte e tirar dentro tutto il possibile che non ti aspetteresti”.

Ritornando ad Acqua di fiume, la constatazione dell'abbassamento del livello dell'acqua sollecita domande in merito alle cause, portando il discorso sull'evaporazione; la presenza delle bollicine pone il problema della loro natura e della loro origine. Si vede come un percorso prevalentemente centrato sui temi della Biologia apra argomenti di Fisica e di Chimica come i passaggi di stato, il comportamento dei gas, le soluzioni o altri temi biologici come la fotosintesi. Studiando il corpo umano, in questo caso la respirazione, il confronto fra la composizione dell'aria inspirata e quella dell'aria espirata, utilizzando dell'acqua di calce, ci porta dalla fisiologia alla chimica. Nello stesso percorso, la costruzione del modello di torace sposta l'attenzione dalla fisiologia alla fisica dei gas, come già prima si diceva. E ancora, la misurazione della capacità polmonare di ciascuno porta i bambini a chiedersi se l'aria potrà entrare nella bottiglia piena d'acqua e capovolta nella bacinella, come si comporterà l'aria. Ciò che accade, coglie tutti di sorpresa: un altro passaggio dalla fisiologia alla fisica.

Non si tratta di fare confusione e pasticciare, al contrario: l'insegnante sa quali sono i temi sottesi alle conoscenze e ai problemi posti dai bambini e li porta ad analizzarli *ad uno ad uno*, li accompagna ad affrontarli separatamente, per poi, pian piano ricollegare, insieme ai bambini. Ho constatato più volte che affrontare in modo superficiale un problema, perchè i bambini sono troppo piccoli per capire, è del tutto inutile: ne risulta un “non apprendimento”, qualcosa di imparaticcio e posticcio che non viene integrato con le altre conoscenze, non viene “messo in rete” e non si collegherà con quelle future. E' preferibile lasciar perdere. Approfondire, invece, torna sempre utile perchè permette di collegare, di trovare relazioni, di aprire altri problemi.

Maria Castelli

ANISN - Brescia Docente, Scuola primaria

La Scienza nelle piccole cose: il mondo dei vegetali

ANNA LOCCHI
EMANUELE PICCIONI

*Ciò che sostiene la vita
è una piccola corrente
elettrica mantenuta
dalla luce del sole*

Albert Szent-Györgyi, (1893-1986)

Il rinnovamento dell'insegnamento delle Scienze Naturali nella scuola non può prescindere da un coinvolgimento attivo dei principali attori di questo processo: gli insegnanti. Tuttavia, una vera innovazione deve coinvolgere non solo singoli docenti, ma l'intera *équipe* educativa. Partendo quindi dall'esigenza di formazione dei docenti stessi, passando per la ricerca epistemologica e metodologica ed arrivando infine alla sperimentazione in classe è possibile creare un percorso verticale che, iniziando dalla scuola dell'infanzia, porti gli alunni alla fine della scuola primaria attraverso un curriculum formativo coerente.

Questa è quindi la "storia" di un gruppo di ricerca-azione, interessato a riflettere sulla propria azione didattica e ad approfondire il confronto in atto sull'insegnamento delle Scienze nella scuola di base. È riportato poi un esempio di percorso verticale che, affrontando una tematica complessa (*Di che son fatti gli esseri viventi? Cos'è la sostanza organica?*) e passando attraverso alcune esperienze promosse in varie classi, aventi per oggetto *Le piante*, ha messo in risalto le modalità didattiche che gradualmente convergono a promuovere apprendimento e competenze in ordine al macro-obiettivo posto.

La storia del gruppo di ricerca del terzo Circolo Didattico di Perugia

Il gruppo di ricerca si è costituito presso il terzo Circolo Didattico di Perugia nel 1999, anno in cui con la direttiva 180 il MPI introdusse il "Progetto Scienza e Tecnologia" con le finalità di promuovere la professionalità degli insegnanti, migliorare l'organizzazione e la qualità dell'insegnamento in ambito scientifico-tecnologico, innalzare il livello della cultura scientifica degli studenti.

Il nostro circolo ha beneficiato di tale opportunità, che è stata colta con favore perché, da tempo, era maturata un'esigenza forte di approfondimento di tematiche, da sempre un po' ostiche all'interno della scuola dell'infanzia e della scuola primaria, quale il grande ambito delle Scienze. La scuola poteva già, peraltro, vantare un'intensa attività sulle tematiche di educazione ambientale, area culturale che ancora contraddistingue l'Offerta Formativa della nostra scuola.

La proposta ministeriale è pertanto caduta opportunamente in quanto ha imposto una seria ricognizione dei bisogni professionali dei docenti e delle attività che venivano tradizionalmente svolte nelle classi. Si è proceduto attraverso un'indagine accurata,

svolta coinvolgendo tutti i docenti, anche quelli di altri ambiti disciplinari, e sono stati rilevati, in sostanza, due tipi di bisogni:

- quello relativo alla formazione di competenze in settori deboli del vasto mondo delle Scienze;

- quello relativo alla capacità di individuare nuclei concettuali interdisciplinari e di saperli organizzare come pratica didattica del team docente.

Su queste basi si è costruito il percorso formativo che ha coinvolto nel corso di questi sei anni, circa quaranta docenti, su un campo selezionato di attività scientifiche in cui l'esperto aveva titolo di formatore e i docenti erano protagonisti della sperimentazione pratica della teoria esposta. Si è potuta così sperimentare una nuova formula di aggiornamento, ponendo il docente nel ruolo di discente, impegnato a capire in prima persona il fenomeno che gli stava davanti. Un'esperienza, questa, che ha consentito a molti di rilevare le difficoltà che possono provare i nostri alunni posti davanti ad un'attività cognitiva.

Successivamente un gruppo più ristretto di 13 insegnanti di vari ambiti disciplinari si è messo in gioco, con l'intento di promuovere la parte della ricerca-azione finalizzata a individuare le modalità di introduzione delle attività sperimentate, all'interno delle proposte didattiche. Attraverso il confronto con i colleghi, siamo riusciti a promuovere percorsi, da sperimentare nelle classi con la soddisfazione di vedere alunni motivati, interessati, capaci di indagare un fenomeno, di rintracciare i concetti che vi sottostanno, con un buon ampliamento di conoscenze logiche, linguistiche, critiche e propositive, soprattutto capaci di mettersi in gioco, di discutere e confrontare le opinioni.

L'intenso lavoro di documentazione che via via veniva prodotta, e che era base di discussione con i tutor, ha reso consapevole il gruppo della possibilità di dare forma e coerenza al materiale. Inizialmente tale lavoro ha assunto connotati interni al collegio, poi è divenuto oggetto di due raccolte di percorsi didattici, selezionando la documentazione migliore e più aderente allo sviluppo delle conoscenze e delle competenze degli alunni. La prima è più centrata nell'approfondimento di tematiche di tipo chimico e fisico, sulle quali le competenze professionali erano più deboli; la seconda raccolta si è rivolta a formulare percorsi tematici in relazione al mondo dei vegetali e all'alimentazione.

Il mondo dei vegetali è argomento trattato da tanti insegnanti che trovano nella realtà ambientale circostante un grande sostegno per l'apprendimento partendo proprio dai dati senso-percettivi che possono derivare da un'attenta lettura di ambiente. L'alimentazione è altro argomento diffuso, vuoi perché la scuola si trova ad assolvere a compiti educativi complessi in quanto percepita come l'agenzia educativa più adeguata a trattare con i giovani, vuoi perché le problematiche legate all'alimentazione, che sono sotto gli occhi di tutti, sono fonte di disagi che compromettono anche l'apprendimento, il risultato è che, almeno nel nostro circolo è tema ricorrente della didattica modulare.

Dopo il 2002 il nostro percorso si sarebbe fermato. Formarsi seriamente costa e diventa un problema nel sistema scuola legata a scarse risorse da tempi antichi. Costa

perché un approfondimento serio comporta che vi sia un conduttore specializzato, che sia dentro al mondo della scuola, che sappia mettere a sintesi le esigenze di stare all'interno delle pratiche della scuola di base e il consolidamento delle competenze *in fieri* dei docenti. Costa perché le ore dedicate alla ricerca-azione sono ore di lavoro e di elaborazione progettuale che riteniamo giusto siano retribuite. Il nostro circolo da tempo ha scelto la via di finanziare con i Fondi di Istituto simili percorsi, ma è grazie a due Enti, la Regione Umbria e la Fondazione Cassa di Risparmio di Perugia, che possiamo, oggi, presentare un testo ricco di approfondimenti quale "La Scienza nelle piccole cose". Il loro contributo a sostegno del nostro progetto è stato determinante. Proprio sulla base di questo itinerario abbiamo sentito la necessità di approfondire lo studio del metodo, in termini epistemologici.

Abbiamo analizzato i punti di forza dei metodi tradizionalmente utilizzati per l'apprendimento dei contenuti scientifici e dopo attenta analisi ci siamo riferiti ai principi del costruttivismo, cioè a quella particolare visione educativa basata sulla maggiore efficacia dell'apprendimento, quando questo è costruito dagli alunni stessi, guidati ed accompagnati dai docenti

Ne è scaturita la necessità di chiarire una questione centrale sul metodo che fosse più in linea con le convinzioni dei docenti coinvolti, adottando il metodo fenomenologico-operativo, che meglio teneva conto della costruzione di conoscenza da parte dei bambini.

Inizialmente la proposta progettuale si basa sull'individuazione di un fenomeno, abbastanza conosciuto o quanto meno osservabile dal bambino. Se ne costituisce oggetto di discussione e di sperimentazione concreta, senza che il docente intervenga con scelte dettate dalle sue conoscenze. Si chiede, quindi, ad ogni alunno di verbalizzare per iscritto se è possibile, quello che sa e quello che ha scoperto durante la prima attività sull'oggetto. È un momento piuttosto delicato perché si rischia la standardizzazione o la superficialità. È il docente che impone la strategia attraverso richieste chiare e non difficili. La possibilità di riflettere individualmente consente di risistemare le idee, di riflettere e dare ordine alla conoscenza. Così è possibile superare la fase dello stupore o della magia del fenomeno sperimentato. Attraverso il confronto delle diverse posizioni, si selezionano i modelli più convincenti, si apportano modifiche alle proprie idee, si eliminano opinioni fantasiose.

Si è scoperto che è, a questo punto, importante procedere ad una nuova elaborazione individuale, dove il bambino racconta cosa è cambiato in relazione alle idee precedenti, percorre un processo di metariflessione e gli si consente di affinare le conoscenze e di appropriarsi dei concetti essenziali. Infine un nuovo confronto collettivo, consente di valutare le acquisizioni intervenute, di riequilibrare eventuali incomprensioni, prima di giungere a delle conclusioni condivise. Questa impostazione alla quale il gruppo ha dedicato tempo ed energie è il filo conduttore di tutte le esperienze di apprendimento presenti nella pubblicazione "La Scienza nelle piccole cose". Il libro, che abbiamo realizzato, narra, attraverso alcune possibili unità operative, che hanno la presunzione di essere considerate come possibili curricula di Educazione scientifica, questa esperienza metodologica vissuta sul campo.

Esempio di percorso: *Di che son fatti gli esseri viventi?*

Abbiamo deciso di scegliere alcuni esempi di didattica che fanno riferimento a quanto sopra espresso, che hanno visto coinvolti alunni di classe prima, seconda, terza e quarta, non potendo certo dar conto in questa sede dei percorsi curricolari che gradualmente accompagnano gli alunni nel loro percorso scolastico dai tre agli undici anni.

Il piccolo spezzone progettuale proposto nelle classi prima e seconda, ci consente di mettere in evidenza due elementi importanti di metodo: il partire da osservazioni basate sulle preconcoscenze dei bambini circa l'argomento trattato, (in questo caso i *semi* e la *semina*), seguite da conversazioni realizzate con la formula del *brain storming* e registrate dall'insegnante proprio in virtù della difficoltà di scrivere che hanno questi alunni, che hanno avuto lo scopo di partire dalle loro idee sull'oggetto fenomenologico esaminato e il consolidare di continuo le acquisizioni che venivano via via realizzando gli alunni.

L'esperienza successiva, che lega in modo sinergico le due tematiche affrontate durante la ricerca -il mondo dei vegetali e l'alimentazione- narra la procedura messa in atto per il raggiungimento di competenze relative ad uno degli argomenti più complessi delle Scienze naturali, quali la *fotosintesi*, a partire da un concetto altrettanto complesso: la *natura della sostanza organica*. Tenendo presente che partire dall'esperienza concreta dei bambini è la modalità più efficace di insegnamento/apprendimento, l'argomento è scaturito, in una classe quarta, dall'analisi della colazione mattutina e dai principali nutrienti di cui i bambini fanno uso: quindi il latte e il pane.

In seguito ogni tipologia di alimento ha permesso di proporre attività manipolative o esperienze sul campo (visita alla fattoria, la mungitura, la centrale del latte; il mulino, la farina e la crusca, la manipolazione della farina e cottura del pane; la raccolta e la lavorazione delle olive, l'olio) che non solo hanno arricchito le conoscenze, ma hanno avuto lo scopo di consolidarle, di poter osservare e riflettere in modo non mediato dalla struttura scolastica tradizionale.

Sfruttando l'occasione offerta dall'ammuffimento di alcuni alimenti, la ricerca, insieme alla classe, ha aperto una nuova direzione di studio sugli organismi che si nutrono di sostanza organica, come muffe o "microbi" in genere. Anche in questo caso, come in molti altri esempi, l'acquisizione del linguaggio formale è posteriore all'approccio di studio: l'importante è partire dall'esperienza del bambino e dalle sue conoscenze. Le esperienze condotte sono quindi approdate ad una prima sintesi, di notevole importanza: cosa è il cibo? Di cos'è fatto? La mucca, il bambino e la muffa "mangiano" particolari cibi in relazione alle loro esigenze. Il pane, il latte, l'olio, le piante (frutta, ecc.) sono divenute, quindi, parte di un grande insieme, il cibo, appunto, perché sono fatti tutti da "sostanza organica".

La mucca, il bambino e la muffa, quindi, mangiano sostanza organica perché sono fatti da sostanza organica. A questo punto le conversazioni si sono orientate verso un'ulteriore domanda di conoscenza: *Ma se alcuni esseri viventi (animali, muffe) mangiano la sostanza organica, le piante cosa mangiano?* I bambini hanno la percezione (derivata da altre esperienze condotte negli anni precedenti, come descritto nel testo) che le piante in qualche modo "si nutrono", che cambiano nel corso del tempo, che crescono e si

riproducono. Si solleva, attraverso queste opinioni, un problema di carattere investigativo: ma se le piante sono cibo per gli animali, e quindi sono fatte di sostanza organica, devono anche loro “mangiare” sostanza organica?

Molto complesso è rendere esplicito ed esperienziale il processo di fotosintesi clorofilliana. Anche in questo caso, come in una spirale continua, si è fatto riferimento, inizialmente alle osservazioni scaturite durante conversazioni mirate e registrate, accanto a tutta una serie di piccole, ma significative, esperienze sulla crescita delle piante con la luce, l'acqua, la terra, riconosciute importanti per la crescita della pianta. I bambini riconoscono che le piante *sono gialle perché non c'era il sole, che per crescere la pianta ha bisogno di acqua, terra e luce*, e provano a dare una prima ipotesi sulla “nutrizione” delle piante. Un alunno così descrive tale processo: *I raggi del sole e l'acqua quando entrano nella pianta si incontrano e formano un'unica sostanza che si espande all'interno della pianta e ne consente l'accrescimento.*

Approfondendo il concetto, proviamo a vedere di cosa è fatta la sostanza organica di cui sono costituite le piante. Proviamo a “separare” le varie componenti che formano la sostanza organica: bruciano, quindi, delle foglie. Scopriamo che le foglie si trasformano in ceneri (sali minerali), fumo (sostanze aeriformi: vapore acqueo e anidride carbonica), calore e luce (energia), che sono perciò i componenti di base della sostanza organica. Generalizzando il concetto, e con alcuni espedienti, si possono bruciare altre sostanze organiche (zucchero, rametti, ecc), ottenendo gli stessi prodotti. Tali prodotti, però, non sono sostanze organiche, ma inorganiche. Si rafforzano i concetti con qualche piccola esperienza per riconoscere il vapore acqueo formato dalla combustione e per riconoscere meglio l'anidride carbonica.

Per un processo intuitivo di somiglianza e differenza ecco che un gruppo di alunni di quarta elementare, giunge a determinare uno dei fenomeni fondamentali per la vita sulla Terra: la sostanza organica è formata dalla “unione” di più sostanze inorganiche. E l'energia (luce e calore) che si libera dalla combustione? Evidentemente era “dentro” la sostanza organica! Il salto intuitivo e di comprensione è presto fatto: il *sole*, la *luce* di cui le piante avevano bisogno è una delle “componenti” della sostanza organica, anzi, è ciò che “teneva unite” le varie componenti, è l'energia che poi, liberandosi, si manifesta col fuoco. Le piante, quindi, mettono insieme sostanze inorganiche diverse, “legandole” con l'energia della luce. *Ecco la fotosintesi!*

Alle conclusioni seguono molteplici percorsi di approfondimento e consolidamento dei concetti. Ad esempio, da dove entrano le sostanze inorganiche nel vegetale? L'assorbimento di acqua e sostanze disciolte in essa è facilmente dimostrabile, con semplici esperienze. Le sostanze aeriformi (l'anidride carbonica) da dove entrano? Qui è intervenuta l'analisi della pianta e in particolare della foglia, che viene studiata con l'aiuto di strumenti adeguati (microscopio) fino a rintracciare le piccole “boccucce” che verranno denominati con facilità *stomi*.

La luce è materia di indagine più complessa. Le piante cresciute al buio sono gialle, quelle alla luce sono verdi. Scopriamo quindi la sostanza verde legata alla presenza di luce. Essa si chiama *clorofilla*, e può essere estratta dalle foglie con relativa semplicità. È lei che cattura la luce e la fa entrare nel “magico” processo della fotosintesi.

Il continuo intervento dell'insegnante, che propone una riflessione continua su tutto il percorso, diventa fondamentale per tre ragioni:

- consolida le conoscenze, ritornando al punto di partenza e cioè all'intreccio conoscitivo tra alimentazione, mondo dei vegetali, sostanza organica, consentendo, di conseguenza una metariflessione che provoca competenze;
- dà modo di denominare con il linguaggio specifico i fenomeni studiati, arricchendo il bagaglio culturale, lessicale e logico di ciascun alunno;
- aiuta a giungere a conclusioni condivise, anche per argomenti complessi come la fotosintesi, attraverso sintesi, mappe concettuali e brevi considerazioni scritte insieme agli alunni.

La narrazione di questo percorso che, ricordiamo, è solo uno degli esempi, rende concreto l'approccio teorico prescelto, a cui il gruppo di ricerca ha fatto riferimento. Queste modalità sono state verificate anche in altre classi e da altri insegnanti, con buoni risultati in termini di motivazione, di conoscenza e di competenza. Ovviamente esiste un presupposto ineludibile: l'insegnante che si pone in quest'ottica deve avere chiaro l'itinerario di base e le competenze che vuol far conseguire agli alunni. Deve sapere che forse i percorsi saranno diversi da quelli prefigurati dall'adulto. Tuttavia, se i processi hanno carattere di continuità, di coerenza e di gradualità, giungeranno al risultato prefissato. Inoltre, e non da ultimo, il docente ha il compito di selezionare gli argomenti da trattare, poiché c'è bisogno di tempi di attuazione e di sedimentazione adeguati alle possibilità e capacità dei bambini.

Anna Locchi

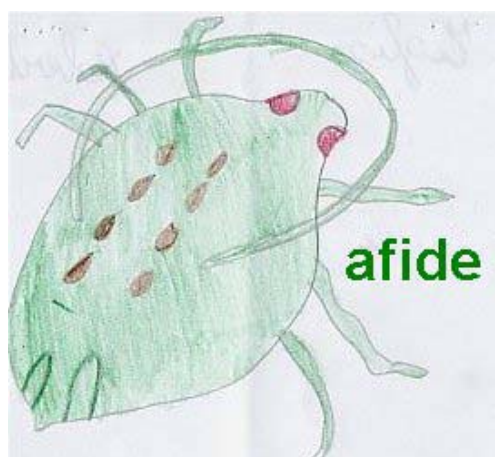
Consigliere ANISN sez. Umbria

Docente, Scuola primaria

Emanuele Piccioni

Presidente ANISN sez. Umbria

Docente, Scuola secondaria di secondo grado



Ippocalippo e la terribile farfallina

Classi seconde, scuola primaria

MARIDA BAXIU

Una frequentazione pericolosa
Un guizzo smuove l'aria.
Solo un lieve pulsare di
piccole ali arabesche
Una finta estasi mortale
scende incantatrice
e tutto avvolge di perlacea
rugiada.
Una maliarda cantilena
addormenta la verde
organza della foglia.
Intricati canali s'aggiungono, estranei,
a quelli già presenti. Ordiscono
mortale tradimento.
Mine profonde interrompono
il fluire vitale della linfa,
mentre, improvviso, s'ode un
lamento. Muore, colpita al cuore
la foglia.
Luigi D'Amico



La presenza di alberi nei cortili delle scuole offre all'insegnante un materiale vivo, in continuo cambiamento, ricco di spunti per l'attività di scienze.

Ma anche un solo albero può riservare sorprese inaspettate e magari sono proprio i bambini a scoprirle prima di noi ...

“Guarda maestra che cosa ho trovato dentro le foglie dell’ippocastano ...” “Che animale è questo un piccolo bruco? Tu lo sai maestra?” “Mi informerò”.

“Allora ... ti sei informata?” Impossibile sfuggire ad una curiosità così incalzante da suggerire anche l’invenzione della storia che dà titolo al lavoro.

Oltre ai noti cambiamenti stagionali, quindi, si possono osservare i vari *abitanti e visitatori* della pianta, avviando così i bambini alla conoscenza delle rela-

zioni tra i viventi.

E così, da un obiettivo ne scaturiscono altri imprevisti inizialmente, dando l’occasione all’insegnante di sperimentare una programmazione flessibile, che ben si adatta agli interessi degli alunni.

L’esperienza, dunque, prende avvio dall’osservazione dei cambiamenti stagionali degli alberi del giardino della scuola.



Gennaio 2001: classe seconda elementare

Si raccolgono *rametti* dall'ippocastano in modo da averne uno ogni 3-4 bambini. L'osservazione è svolta per piccoli gruppi e, dopo un primo momento libero, l'insegnante guida l'osservazione. Con il tatto si nota che la superficie della corteccia è ruvida e le squame delle gemme (perule) sono appiccicose. L'uso della vista è potenziato dalle lenti contafili per osservare la superficie della corteccia che mostra alcune strutture ricorrenti. I bambini mostrano con entusiasmo le loro scoperte, utilizzando immagini per descrivere che cosa vedono (le "mezze lune", ad esempio, indicano le cicatrici dei piccioli delle foglie). Queste immagini vengono assunte momentaneamente come termini provvisori per capirci. Per scoprire che cosa sono le "mezze lune" si può raccogliere una vecchia foglia e provare a far combaciare la base del picciolo alla "mezza luna", in questo modo è più semplice capire che si tratta delle impronte dei piccioli delle foglie. Gli anelli rugosi sono l'impronta lasciata dalle perule della gemma apicale degli anni passati: contando gli spazi tra un anello e l'altro si può sapere in quanti anni è cresciuto il ramo.

Si propone di rappresentare con il disegno e si coglie l'occasione per affiancare al lessico provvisorio, frutto dell'inventiva dei bambini, i termini più corretti che vengono scritti sul quaderno. Il disegno è



parte integrante dell'osservazione ed è già una prima verifica di quanto il bambino ha saputo osservare. Eventuali errori possono essere corretti mediante domande opportune dell'insegnante. "Sei sicuro che le gemme sono lì? Guarda bene il rametto".

Successivamente si possono aprire la gemme per vedere che cosa c'è dentro ("foglie ripiegate"). Lasciando in classe il rametto in un vaso d'acqua, le gemme si aprono e possiamo osservare e disegnare la "nascita delle foglie".

La verbalizzazione scritta delle osservazioni e della nomenclatura specifica viene fatta dall'insegnante, tenendo conto di quanto emerso in classe. Come prova di verifica, vengono dati

agli alunni dei disegni di rametti invernali di altri alberi, nei quali bisogna riconoscere le stesse strutture osservate sul rametto dell'ippocastano.

Maggio 2001

Si ripete, con le stesse modalità, l'osservazione dei fiori: distribuzione a piccoli gruppi dell'*infiorescenza* per una prima osservazione, consegna ad ogni bambino di un singolo *fiore*. Il fiore viene "smontato" per distinguere la forma delle diverse parti: petali, stami,



pistillo con l'ovario. Con la lente contafile, si possono osservare piccole "spine" sull'ovario. Come sempre, si disegna tutto. Ancora la verbalizzazione viene scritta dall'insegnante e fornita agli alunni come scheda.

Si osserva inoltre la foglia nelle sue diverse parti: forma della lamina fogliare, margine, picciolo.

Settembre-Ottobre 2001: classe terza

Con la ripresa delle lezioni, torniamo in giardino per osservare i cambiamenti stagionali. A terra troviamo qualche *frutto*: possiamo così vedere il riccio con le sue spine e le sue castagne. Viene messa in luce la somiglianza del riccio con l'ovario.

Le *foglie* sono deteriorate, quasi del tutto secche. Sembrerebbe naturale dire che ciò è normale, dato che in autunno le foglie seccano e cadono ... Ma l'attenta osservazione indagatrice delle foglie autunnali dei bambini, porta alla scoperta della larva di un microlepidottero (*Cameraria Obridella*) che ha il suo habitat esclusivo nella lamina fogliare dell'ippocastano. Mettendo in controluce la foglia, un bambino scopre che dentro c'è qualcosa e con lo stereomicroscopio possiamo vedere che quel "qualcosa" è la larva di un piccolo insetto. E' il massiccio attacco di questo insetto, che si nutre delle cellule a palizzata della lamina fogliare scavandovi delle gallerie, a causare la prematura caduta delle foglie. Da questo momento le osservazioni si estendono anche al mondo animale, grazie all'uso dello stereomicroscopio. Sollevando delicatamente l'epidermide della foglia, possiamo, in questa stagione, trovare molte pupe e ancora qualche larva. E' la pupa a svernare all'interno delle foglie secche cadute al suolo. Si comincia così a delineare il ciclo vitale dei lepidotteri.

Maggio-Giugno 2002

Osservando da vicino il tronco dell'ippocastano, si possono scorgere i piccolissimi lepidotteri di cui avevamo trovato immagini in internet. La visione dal vero suscita molto entusiasmo e sono in molti a chiedere di poter portare a casa la farfallina.

Le foglie osservate negli ultimi giorni di scuola hanno già evidenti macchie: sono le prime mine del nostro lepidottero.



Nel frattempo, utilizzando le ore di educazione all'immagine, i bambini avevano inventato e illustrato una breve storia i cui protagonisti erano un ippocastano di nome Ippocalippo e la terribile farfallina *Cameraria Ohrdella* (1).

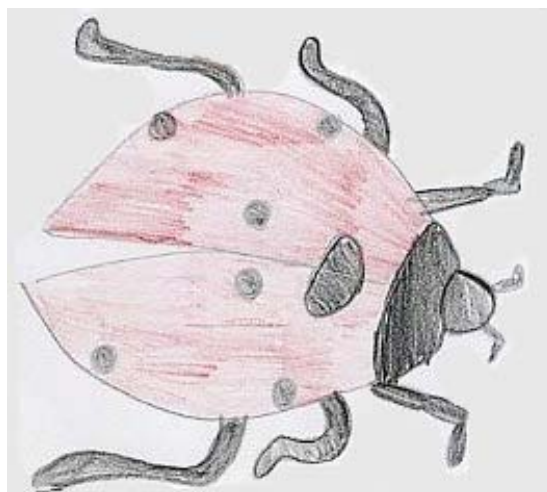
La produzione di un ipertesto, e quindi la necessità di avere materiale digitale iconico e sonoro, ci ha dato l'occasione di ripercorrere l'intero percorso.

Attraverso osservazioni ripetute, si sono andate costruendo conoscenze di ordine generale (ciclo dei vegetali e dei lepidotteri), specifiche (Ippocastano e *Cameraria Ohrdella*) e, dato che i due cicli si intrecciano in modo molto stretto, un avvio alle relazioni tra gli esseri viventi.

Nota

(1) In un campo c'era Ippocalippo, un ippocastano molto giovane: alto, robusto, con una folta chioma. Ogni mattina la formica Tintellina andava sul naso di Ippocalippo e gli faceva il solletico. Ma un brutto giorno, l'ippocastano venne attaccato da una terribile farfallina: la *Cameraria Ohrdella*. Subito la formica Tintellina corse dalla sua mamma e l'avvertì. Poi lo disse anche al lombrico Tonghi Longhi che viveva accanto all'ippocastano e insieme diedero l'allarme; venne anche il lumacotto Toks. Tutti insieme pensarono il modo per sconfiggere la *Cameraria Ohrdella*. IDEA!!!! Spruzzarono con una canna dell'acqua gelida l'ippocastano, così, tutte le farfalline, per non bagnarsi le ali, fuggirono e non tornarono mai più.

Marida Baxiu
ANISN sez. Brescia
Docente, Scuola primaria



Allevamento di piccoli animali: chioccioline, lombrichi e bachi da seta

Racconto di una esperienza nella seconda classe della scuola primaria

AGOSTINA TORRI (1)

*Nel 1997, un gruppo di economisti e scienziati
dell'ambiente ha espresso un valore in dollari
di tutti i servizi di ecosistema forniti gratis
all'umanità dall'ambiente naturale vivente.
Essi hanno stimato che il contributo è pari a
33.000 miliardi di dollari all'anno, un valore
quasi doppio del PIL di tutti i paesi del mondo.
Quanto stiamo perdendo, con la scomparsa
costante delle specie che avviene sotto
i nostri occhi?*

Edward O.Wilson *Il futuro della vita* Edizioni Codici, 2004, Torino

Contesto della scuola

La scuola, il circolo didattico in cui lavoro si trova in un paese, Pioltello, alla periferia di Milano, la cui popolazione, negli ultimi dieci anni, ha lottato per conservare nel proprio Piano Regolatore delle zone agricole e degli spazi verdi a discapito di una eccessiva urbanizzazione. Questo consente agli insegnanti, che si sentono di farlo, di raggiungere in poco tempo, a piedi, prati e campi ancora abbastanza naturali che si rivelano dei veri e propri laboratori didattici.

L'allevamento di piccoli animali in aula è stato la conseguenza naturale e logica dell'attività di esplorazione del prato, iniziata in classe prima, con un piccolo progetto di avvio all'acquisizione del concetto di biodiversità. Attività che si è concentrata nello scoprire e nel prendere consapevolezza della grande varietà di erbe e fiori che ci sono in un prato e delle relazioni esistenti con gli animaletti che ci vivono.

L'allevamento di piccoli animali oltre l'esplorazione e l'osservazione

La fenomenologia dell'allevamento di piccoli animali in aula e la costruzione di piccoli terrari aiuta ad introdurre numerosi concetti fondamentali di biologia. Nella mia esperienza, per esempio, l'allevamento delle chioccioline mi ha permesso di introdurre i bambini al concetto di popolazione e di variabilità, oltre ad avvicinarli ai meccanismi della riproduzione ed ad alcuni concetti correlati alla riproduzione delle chioccioline come l'ermafroditismo. Nell'allevamento del lombrico quello che ha più colpito i bambini è stato il movimento ed ho colto questa opportunità per introdurre il concetto di metameria, di simmetria bilaterale ed inoltre il percorso mi è stato utile per introdurre il concetto di trasferimento di energia (che sto svolgendo quest'anno). Invece l'allevamento del baco da seta è stato congeniale per osservare il fenomeno della crescita della "muta", della trasformazione del corpo e del ciclo biologico. L'osservazione dei diversi modi di vivere e dei bisogni degli animaletti come la loro crescita

in relazione al cibo, alla presenza di altri animali, alla luce, alla temperatura ha permesso ai bambini di esercitare la capacità di vedere/osservare ogni fenomeno biologico sempre “in relazione a”. Infine, la correlazione dei bisogni e dei modi di vivere degli animali (con i loro bisogni e modi di vivere) ha messo in grado i bambini di capire che tutti, animali piccoli e grandi, uomo compreso, sono parte integrante della natura e l'uomo non ne è certo il dominatore, il padrone.

Racconto di un'esperienza: l'allevamento delle chioccioline

La narrazione ha un ruolo centrale anche nell'insegnamento scientifico, in modo particolare con i bambini: i bambini narrano le cose che vedono in una sequenza di eventi e l'insegnante comprende dalla sequenza degli eventi raccontati il significato e l'interpretazione che i bambini hanno dato a quell'evento.

L'allevamento degli animaletti comporta sempre qualcosa di imprevisto, di incomprensibile ma la narrazione accurata dei bambini di ciò che è successo ed un ascolto attento dell'insegnante permettono di chiarire quasi sempre l'accaduto. I bambini propongono semplici esperimenti, per confutare o avvalorare quello che è sembrato assurdo per l'esperienza, ma che a volte assurdo non è. L'imprevisto è poi necessario, perché sostiene la conoscenza sia per analogia sia per contrasto.

In questa chiacchierata non racconterò “tutta la storia”, sarebbe troppo lunga, ma soltanto alcuni momenti della vita della classe che mi sembrano più adatti per far condividere il lavoro svolto.

Patto formativo

All'inizio dell'anno ho chiesto ai miei alunni, di una seconda classe elementare, se secondo loro aveva senso allevare in aula chioccioline, lombrichi e bachi da seta e lì perché. Quasi tutti hanno risposto affermativamente, l'allevamento degli animaletti aveva senso *Per vedere tutta la loro vita, prima da piccoli e poi da grandi, per vedere come vivono ... se vivono come noi... Per imparare a vivere con loro, per non avere paura e schifo. Perché con l'allevamento possiamo vederli nascere, crescere ... Perché sui libri le immagini sono ferme e nel terreno li vedi come nascono, come crescono, sul libro li vedi tutti uguali..., e chissà se è così ...*

In una nebbiosa mattina d'autunno ci siamo recati in un grande parco agricolo a cercare una zolla di terra che contenesse chioccioline e lombrichi.

A scuola insieme ai bambini si era discusso su quali dovevano essere le caratteristiche del terrario per dare agli animaletti “una casa”, un *habitat* simile a quello naturale (temperatura, umidità, luce) e per permettere a tutti di vedere bene anche ciò che poteva succedere sotto terra.

Si erano stabiliti i gruppi ed i turni per la pulizia del terrario, per l'alimentazione degli ospiti e per la registrazione delle osservazioni. L'allevamento delle chioccioline è stato il primo allevamento ad impegnare i bambini, perché la zolla di terreno prelevata conteneva molte chioccioline. Gli alunni, con il mio aiuto, hanno elaborato delle tabelle di osservazione: i bambini descrivevano o per meglio dire “raccontavano” la vita delle chioccioline, cosa mangiavano, come si muovevano, annotavano qualcosa di diverso, di imprevisto ecc. e registravano ciò che avevano osservato.

Le osservazioni delle chioccioline

Il lungo periodo di osservazioni dirette e sistematiche, guidate e spontanee, precedute e seguite sempre da conversazioni e da miei inviti a riflettere, mi ha permesso di conoscere quello che i bambini avevano “costruito” spontaneamente, in modo indipendente oppure maturato leggendo i manuali scolastici sui modi di vivere delle chioccioline

L'ERMAFRODITISMO, LE CONOSCENZE NATURALI DEI BAMBINI

Per esempio, per i bambini, le chioccioline chiare erano femmine, quelle scure erano maschi.

Ecco uno stralcio della loro conversazione

Alex: *Ho visto in un libro una lumaca chiara che deponeva le uova e poi una scura ma che non faceva le uova e sappiamo che sono le femmine che fanno le uova*

Giacomo: *A me l'ha detto mio cugino che è più grande di me, ha 15 anni.*

Alessia: *Perché noi femmine di solito siamo più chiare di capelli dei maschi e poi le femmine sono più calme dei maschi e per me i colori chiari sono calmi, quelli scuri mi ricordano il caos e il casino che fanno i maschi quando giocano.*

Alex R.: *Perché nei miei tamagotchi la femmina è bianca e il maschio è nero.*

Guido: *Perché di solito noi maschi abbiamo la pelle più scura delle femmine.*

Veronica: *Perché le femmine sono più belle dei maschi e i colori chiari sono più belli di quelli scuri.*

A questo punto c'è stato un certo vociferare piuttosto sussurrato tra due bambini e ho captato un commento spiacevole sui neri dell'Africa, qualcosa come “schifo i neri”; non ho interrotto il discorso perché mi ha colto di sorpresa la cosa, ma sicuramente riprenderò l'argomento al più presto.

Poi Manuel ha detto: *Non è vero quello che ha detto Veronica! Ci sono anche i maschi belli!*

Dalla conversazione emergono essenzialmente ostacoli di tipo culturale, oltre ad una visione antropomorfa degli animaletti.

Ho invitato ad osservare attentamente le chioccioline ed i bambini hanno visto accoppiarsi chioccioline chiare con chioccioline chiare, chioccioline scure con chioccioline chiare e chioccioline scure tra di loro.

Ho rifatto la domanda: *Quale delle chioccioline è il maschio? E quale la femmina?*

Riporto solo le risposte più significative.

Veronica: *Le più piccole sono femmine. Ma no guardate* -continua il discorso Alex- *A volte sembra che si comportano come maschi e a volte come femmine, ci sono due chioccioline scure che hanno il piede attaccato, là invece ce n'è una chiara e una scura, non si riesce a capire...*

Fabrizio mi domanda rivolgendosi anche a tutta la classe *Ma Tina, sono gay?* E Guido incalza il compagno: *Si dice omosessuali.*

Molti bambini sono d'accordo con Alex ed io ne approfitto per chiarire che cosa vuol dire la parola ermafroditismo usando i termini “organi genitali”, “organi per la riproduzione” ma alcuni bambini continuano a pensare che ermafrodita sia la stessa cosa di omosessuale, finché Asia spiega: *Ermafrodita vuol dire che hanno tutte e due le parti basse, quella dei maschi e quella delle femmine* e Alex sostiene quello che ha detto Asia e specifica: *Certo vuol dire che hanno il pisello e anche la farfallina.*

LE UOVA, IL VALORE DELL'ESPERIENZA

Un'altra conversazione interessante è stata quella relativa al fatto che l'esperienza fatta dai bambini sembrava che fosse in contraddizione con quello che i bambini avevano letto sul libro. I bambini avevano visto le uova delle chioccioline a gennaio, invece sui libri avevano letto che le chioccioline si riproducono a primavera. Approfitto dell'occasione e chiedo ai bambini il perché di quella "stranezza": *Nel libro sono riportate cose sbagliate?* Li invito a riflettere e poi a poco a poco la risposta prende corpo.

Alessia dice: *Perché noi, a dicembre, abbiamo continuato a mettergli da mangiare* e Chiara: *Sì, anche perché ogni tanto gli spruzzavamo l'acqua sopra e non le lasciavamo dormire* e Valentina: *Ma qui dentro fa caldo, ci sono i termosifoni accesi, è come se fosse primavera* è stata infine la risposta su cui tutti si sono trovati d'accordo.

LE CHIOCCIOLINE: UN ELOGIO ALLA DIVERSITÀ; IL LINGUAGGIO SI COSTRUISCE SUI FATTI E I FATTI ORGANIZZANO IL LINGUAGGIO.

A Novembre, dopo che era stato allestita la casa delle chioccioline, i bambini spontaneamente hanno iniziato a portare a scuola qualche conchiglia di mare a forma di chiocciola (gasteropodi) e pian piano anche altri tipi di conchiglie. Alla fine si sono raccolte le conchiglie in 5 buste trasparenti: gasteropodi, pettini, bivalve e cipree. I bambini erano molto orgogliosi di questa piccola collezione e la trovavano molto bella ed invitavano anche gli amici di altre classi a vederla. Ho approfittato del loro interesse per chiedere: *Bambini, sapete dirmi che cosa rende bella la collezione di conchiglie?*

Ecco alcune risposte: *La forma diversa, la quantità delle conchiglie, più sono tante e più bella è la collezione, la rarità delle conchiglie, come quella che ho portato io con dentro il quarzo, anche perché non ce ne sono molte in giro, tutti i colori e le forme che hanno, la forma e la grandezza, grandi o piccole, tante forme diverse, tanti colori e tante dimensioni diverse, a ventaglio, a spirale, a pettine, i colori diversi, il liscio e il ruvido della conchiglia...*

I bambini evidenziano una naturale e "profonda" idea, anche se non spontanea, di biodiversità. Lo stesso ragionamento volto a cogliere le diversità, i bambini lo hanno fatto poi all'interno di due altri "gruppi" (2), quello delle margherite in un prato e dei bambini in una classe. Gli allievi hanno osservato che le margherite di un prato differivano tra di loro sia per le dimensioni, sia per il numero dei petali. Anche all'interno della loro classe hanno individuato differenze relative al colore dei loro occhi, dei loro capelli, della loro pelle, all'aspetto magro, grasso, al tono della voce di ciascuno di loro. Abbiamo giocato a riconoscere i compagni dalla voce, dalla forma del viso con il tatto, ecc.

IL GIOCO DELLE PAROLE

Ho invitato i bambini poi ad osservare con maggior accuratezza il guscio delle chioccioline. I bambini hanno evidenziato sul guscio delle chioccioline delle differenze di tonalità di colore e che la colorazione a volte era uniforme ed a volte era a bande: *Le chioccioline non sono tutte uguali, uguali* ha detto più di un bambino. Ho indirizzato la discussione con i bambini sul linguaggio ovvero sul significato delle parole uguale, simile, identico.

Ho chiesto ai bambini di dirmi in che cosa i gusci o le altre conchiglie fossero uguali, in che cosa simili e in che cosa identici e ho chiesto di spiegarmi che cosa significassero per loro queste parole.

Chiara si avvicina alle conchiglie e ai gusci che avevamo predisposto sul banco e dice: *Per esempio queste due conchiglie sono uguali, perché hanno la stessa forma, ma non possono essere identiche cioè uguali, uguali perché il colore è diverso e poi una è più grande e un'altra più piccola. Invece simili possono essere queste altre due perché hanno la stessa forma, ma una è più grande uguale.*

Asia: *Io tra queste conchiglie e tra questi gusci non ne vedo di identici, perché sì, hanno la stessa forma, ma alcune pur avendo la stessa forma hanno però le punte più lunghe e se le conti sono di più, quindi non sono uguali.*

Veronica: *Questi due gusci di chiocciola, hanno la forma uguale ma questa è un po' più grande e anche le strisce sono diverse, qui si vedono poco e nell'altra si vedono molto bene.*

Chiara: *Per essere identiche devono avere proprio tutto uguale: il colore, la grandezza, la forma, i particolari e anche il materiale di cui sono fatti.*

Molti bambini dicono di essere d'accordo con Chiara ma ancora c'è confusione tra uguale e identico, perché alcuni pensano che ci sia differenza tra le due parole, mentre sulla parola simile sono quasi tutti d'accordo con quanto detto da Chiara all'inizio.

Guido: *Ma io non ne vedo di conchiglie e di gusci identici qui, non ce n'è nemmeno uno. Ma forse nelle cose della natura non ce ne sono di cose identiche, cioè non ci sono animali o persone o piante identiche.*

Chiedo se qualcuno la pensa diversamente e molti dicono di no, Roberta dice: *Alcuni gemelli sono identici.* Valentina che ha due zii gemelli continua: *Non è vero, perché i miei zii che sembrano identici, uno però mi è molto simpatico e l'altro mi è un po' antipatico, e poi uno ha le orecchie un po' in fuori e l'altro no.* Valentina stessa è gemella di un maschietto che frequenta anche lui la seconda nella classe di fianco.

Alessia: *Anche due alberi di mele possono sembrare uguali, ma uno può averne di più e l'altro di meno, uno può avere i rami più corti e l'altro più lunghi e anche le mele tra di loro possono sembrare identiche ma una può essere più matura e una più acerba e di sfumature di colore diverso.*

Non ancora si è arrivati alla conclusione, non c'è accordo sul significato delle parole uguale ed identico. Un bambino suggerisce di guardare sul vocabolario e scoprono che le due parole sono sinonimi. Alcuni sanno cosa vuole dire sinonimo, perché dicono che lo ha già spiegato la maestra Antonina. Guido, che "si sente un po' imbrogliato", ha detto: *Ma se vogliono dire la stessa cosa, perché le hai usate tutte e due?* continua *Ma allora stiamo facendo italiano, cosa c'entra questo con Scienze?*

L'interrogativo di Guido è un bel suggerimento metodologico perché evidenzia la trasversalità della conoscenza, il fatto che nella realtà le discipline, la Lingua, le Scienze, la Matematica sono intrecciate tra di loro. A scuola occorre fornire gli strumenti, le discipline, per disintrecciare la realtà, ma per far capire la realtà occorre poi "rimetterle insieme".

Chiedo se qualcuno sa rispondere a Guido e alza la mano Alessia: *Noi, per esempio, in prima credevamo che tutte le erbe del prato fossero uguali e invece abbiamo visto che ce ne sono di tanti tipi e anche se due fiori sembrano uguali, come le margherite, hanno sempre qualche particolare diverso.*

Guido conclude: *Solo le fotocopie, anche quelle a colore sono uguali e solo in quel caso nelle fotocopie delle margherite puoi trovare margherite identiche.*

I bambini alla fine sono arrivati alla conclusione che le chioccioline sono simili ma non sono identiche. La conclusione dei bambini evidenzia una scientificità nel processo di costruzione dei fatti e pur non avendo raggiunto un'acquisizione definitiva di "popolazione" e di "variabilità" hanno ragionato intorno a questi concetti che riguardano fenomeni complessi.

Il concetto "tutte le chioccioline di un prato sono simili ma non identiche" è una buona premessa per costruire in seguito un tema cruciale per lo studio della biologia: l'evoluzione degli organismi.

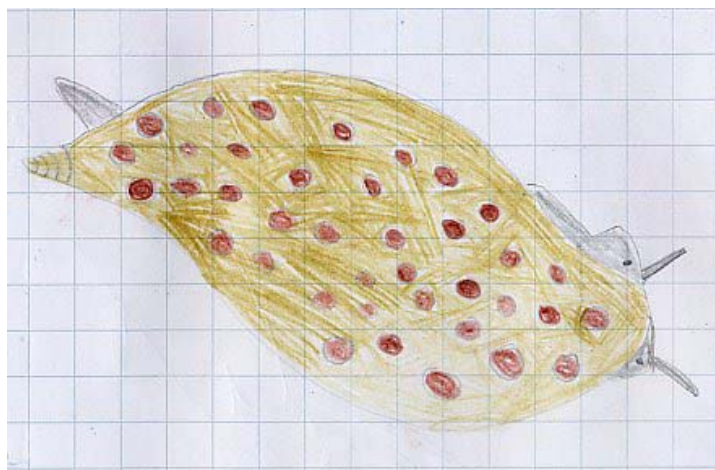
Il perché della variabilità ed il fatto che è la popolazione, il soggetto dell'evoluzione biologica, saranno affrontati più avanti.

Note

(1) Con la consulenza didattico-scientifica di Clementina Todaro.

(2) "Gruppo" corrisponde al concetto di popolazione studiato in Biologia.

Agostina Torri
Docente, Scuola primaria



La scienza, la didattica, la scienza della didattica e la didattica della scienza

Esempi di pratiche didattiche di Scienze Naturali nella scuola secondaria di primo grado

Quanti sono?

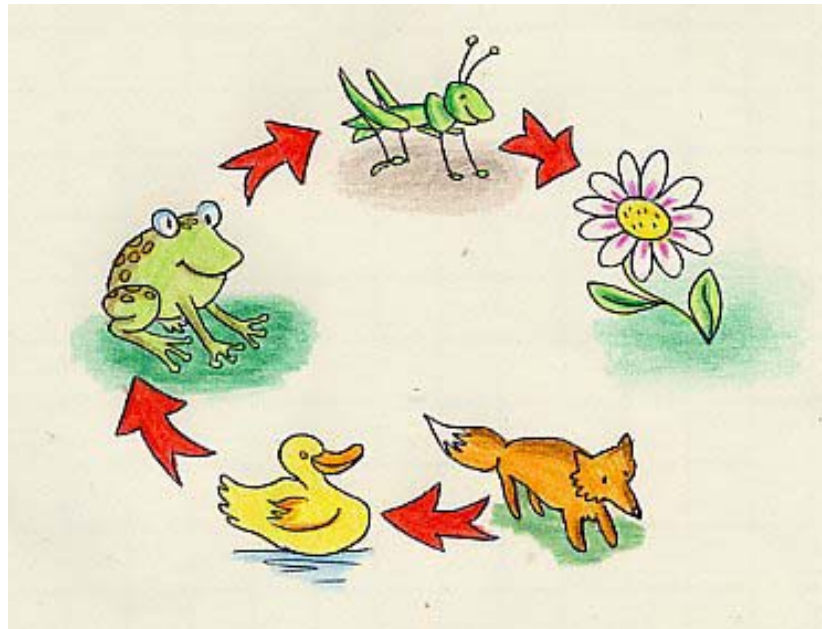
Giovanni Del Monaco

Come trasformare un protocollo di esperimenti in un percorso di conoscenza

Giulia Forni, Anna Pascucci

Costruzione della curva di crescita di una microalga (*Dunaliella*)

Eva Godini



Quanti sono?

Ovvero una esperienza del 1985 rivisitata 20 anni dopo

GIOVANNI DEL MONACO

*C'è un messaggio anche per la ricerca
biologica, dice Stewart.
Se come sembra probabile,
il comportamento è effettivamente
rappresentato in un organismo da regole,
anziché dagli effetti di queste regole,
la conoscenza del DNA è solo un passo
verso la conoscenza di come un organismo
si comporta...
La deduzione di un comportamento da regole
è, quasi per definizione, una cosa matematica!
Ian Stewart L'altro segreto della vita La nuova matematica e gli esseri viventi
Longanesi, 2002*

Questa esperienza nacque sul “campo”, mentre conducevo con la classe terza alcune osservazioni lungo un transetto lineare nella zona di Montedoro (Torre del Greco). Un alunno pose il problema: *E' facile contare vegetali o specie che non si muovono, ma come è possibile contare uccelli, conigli, volpi ovvero viventi che per vivere e sopravvivere hanno necessità di muoversi.* Il problema sollevato mi sembrò subito molto interessante, perché mi permetteva di presentare la Matematica come linguaggio comune delle Scienze e costruire attraverso di esso nuove conoscenze. Pensai di rispondere attraverso un'attività di laboratorio sotto forma di gioco, che rappresenta da sempre una strategia coinvolgente.

La scheda dell'esperienza

Contesto prossimale: La popolazione

Obiettivi: pensare per proporzioni; pensare per probabilità; necessità di modelli per comprendere.

Approccio metodologico: mediazione da parte del docente; costruzione da parte degli allievi.

Gestione della classe: discussione collettiva (le regole, le procedure, lo scopo); lavoro individuale e per gruppi; comunione/condivisione dei risultati.

Indicatori di processo.

Il docente osserva/valuta azioni, rapporti, comportamenti: cosa chiede l'alunno; cosa fa e come lo fa; cosa propone; quale ruolo ha nel gruppo; come si comporta di fronte alla difficoltà; quali le sue conclusioni. Il docente agisce e rinforza, corregge, suggerisce, orienta, smorza le tensioni; riprogetta, coordina, integra saperi emersi; si propone come valore aggiunto nella costruzione individuale ed in quella collettiva; media nei momenti cruciali dell'esperienza; articola una narrazione.

Oggetti mediatori (prerequisiti): proporzioni; media; deviazione standard; errore standard; la curva normale; il test T di Student.

Oggetti costruiti: indice di Petersen-Lincoln; indice di Bailey.

La Narrazione

Mi presento in classe con 4 scatole, in cui avevo messo un egual numero di biglietti bianchi, divido la classe in 4 gruppi di 5 alunni e ad ogni gruppo consegno una scatola. Spiego lo scopo del gioco: “Indovinare quanti oggetti (biglietti) vi sono nella scatola senza contarli tutti, in 2 o più estrazioni”.

PRIME REGOLE

Chiarisco alcune regole: la prima estrazione pari ad un numero scelto a caso tra 10 e 30, le successive estrazioni sempre scelte a caso; fornisco alcune consegne procedurali. Ogni gruppo estrae 15 biglietti (1), che si marciano con un tratto di penna rossa e si rimettono dentro la scatola.

- Domando: “Cosa c’è ora nella scatola che prima non c’era?”

- Raccolgo le risposte e concludiamo in termini di variabili: Biglietti bianchi (abbreviato Bb) e Biglietti rossi (abbreviato Br) e in termini di relazioni.

$Bb + Br = \text{Totale Biglietti}$ (soluzione del problema).

Chiedo: “Il problema è risolvibile?” Si evidenzia l’impossibilità di risolvere il problema, e quindi si ricorre ad una nuova estrazione.

Si sceglie un altro numero a caso, il numero 12, ed ogni gruppo opera una seconda estrazione con il risultato che molti biglietti sono bianchi ma qualcuno è rosso perché è stato riestratto.

- Chiedo: “Cosa abbiamo nella scatola in termini di variabili? Cosa abbiamo fuori?” Si analizzano le risposte.

Dentro: Interni Bianchi = variabile incognita, Interni Rossi = variabile nota

Fuori: Esterni Bianchi = variabile nota, Esterni Rossi = variabile nota

Chiedo: “Quale relazione vi è tra l’interno e l’esterno della scatola?” Sollecito ipotesi e... *suggerisco che potrebbe essere la somma delle variabili interne uguale alla somma delle variabili esterne.*

Gli alunni calcolano e concludono negativamente.

Allora qualcuno prova con la differenza, qualcun altro intravede la proposizione. Si arriva così ad una ipotesi di soluzione: “E’ possibile che il rapporto esterno tra biglietti bianchi e rossi, sia eguale a quello interno?”

Provo a formalizzare quanto si è costruito:

detti M_1 i biglietti della prima estrazione; detti C i biglietti della seconda estrazione;

detti M_2 i biglietti riestratti; detto N il totale dei biglietti,si avrà per l’ipotesi fatta

$N : M_1 = C : M_2$ da cui

$N = M_1 C / M_2$

-Chiedo una verifica dell’ipotesi

I quattro gruppi calcolano N e si analizzano i risultati:

	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 4
M_1	15	15	15	15
C	12	12	12	12
M_2	1	0	0	2
N calcolato	180	????	????	90

Conclusioni: il metodo non è efficiente perché produce risultati molto diversi, anzi alcune volte non produce risultati essendo impossibile dividere per Zero. Chiedo di migliorare il gioco introducendo nuove regole.

NUOVE REGOLE

1) Si conviene, per evitare la divisione per zero, di aggiungere sempre un'unità ad M_2 e a C per cui il modello diventa:

$$N = (C+1)M_1 / (M_2+1)$$

2) Poiché i risultati sono diversi da gruppo a gruppo e da estrazione ad estrazione non è possibile arrivare ad una risposta certa del problema, ma ad una risposta aleatoria espressa in termini di intervallo e di probabilità di errore. Faccio notare che i risultati ottenuti con le estrazioni sono dei campioni casuali rappresentativi dell'intera popolazione distribuiti normalmente e che esiste un test inferenziale, test T di Student, per passare dai dati del campione a quelli della popolazione.

3) Si decide di fare altre quattro prove: nella prima estrazione il numero dei biglietti è sempre 15, nella seconda 14, 16, 18, 20.

Ogni alunno compie la sua estrazione ed il suo calcolo di N , nel gruppo i risultati vengono mediati e viene calcolato l'intervallo di confidenza al 95% di probabilità.

I risultati di ogni gruppo vengono messi insieme e sottoposti ad analogo test.

G1	1	2	3	4	5		G2	1	2	3	4	5
M₁	15	15	15	15	15		M₁	15	15	15	15	15
C	12	14	16	18	20		C	12	14	16	18	20
M₂	1	0	0	1	2		M₂	0	1	1	2	1
N	98	225	255	142	105		N	195	113	128	95	158
G3	1	2	3	4	5		G4	1	2	3	4	5
M₁	15	15	15	15	15		M₁	15	15	15	15	15
C	12	14	16	18	20		C	12	14	16	18	20
M₂	0	0	1	1	2		M₂	2	1	0	0	1
N	195	225	128	142	105		N	65	113	255	285	158

Risultati dei 4 gruppi

	media	dev. stand	err. stand	L infer. 95%	L super 95%
1 gruppo	165	71,271	31,873	102,53	227,47
2 gruppo	137,8	39,442	17,639	103,23	172,37
3 gruppo	159	49,543	22,156	115,57	202,43
4 gruppo	175,2	93,184	41,673	93,521	256,88

Test T di Student

Contiamo alla fine i biglietti nella scatola che risultano 196, in pratica solo il gruppo 2 non comprende questo risultato, ma ciò fa parte del rischio di errore che si compie quando si accettano certe ipotesi (detti errori del primo tipo).

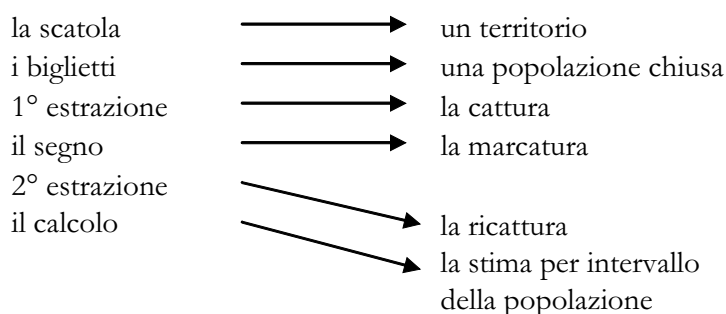
Tutte le formule utilizzate sono nell'allegato 1.

Trasposizione del gioco

Adesso viene il momento di smontare il gioco e di farne una opportuna analogia, anche questa è una strategia di apprendimento.

Spiego che il gioco appena concluso non è altro che un metodo utilizzato da ricercatori e scienziati sul campo per ottenere stime delle popolazioni animali che non si possono ottenere con altri metodi come succede per la popolazione umana attraverso periodici censimenti.

Il metodo si chiama *di cattura e ricattura* e gli indici trovati, indici di Petersen e indici di Bailey, mentre la stima per intervallo è un metodo da noi originalmente sperimentato. Si possono così individuare le analogie:



Gli spunti di riflessione/discussione dell'esperienza sono stati:

- il concetto di popolazione chiusa;
- le variabili di sistema (nascita, morte, immigrazioni, emigrazioni);
- le necessità di una stima di popolazione per studiarne le dinamiche;
- i metodi di cattura;
- i metodi di marcatura;
- le differenze tra la simulazione e la realtà.

L'esperienza rivisitata 20 anni dopo

Nell'anno scolastico 2004/2005 nell'ambito di un lavoro che conducevo con la classe terza (La natura, il numero, la simulazione descritto su <http://arcoseno.altervista.org>) trattando del rapporto preda/predatore ho riproposto ancora lo stesso gioco, ma con approccio e modalità differenti. Nel 2005 il percorso intradisciplinare rispetto al 1985 (Matematica e Scienze) si era arricchito di nuovi strumenti e metodi (Matematica, Scienze ed Informatica, materia di cui ero il referente della relativa sperimentazione). La consegna è stata quindi differente ovvero una codifica digitale del gioco che ha visto la preparazione di un *Learning object* per il sito scolastico per la formazione a distanza; la ricerca in internet per le referenze in letteratura sul metodo di cattura/ricattura.

Rispetto alla precedente esperienza vi è uno spostamento nel metodo che ha privilegiato l'aspetto metacognitivo, ma una minore attività manipolativa.

Gli allievi divisi in gruppi elaborano un progetto del percorso sotto forma di struttogramma, individuano la sequenza delle operazioni e le formule da utilizzare (allegato 2);

- eseguono i calcoli e discutono la validità dei modelli (allegato 3);
- ricercano in internet modelli di cattura/ricattura nella ricerca scientifica.

- scoprono l'efficacia di un modello più evoluto al seguente indirizzo www.tnstate.edu/ganter/B412%20Lab7%20PopSize.html, che è il modello di Schnabel di ricattura multiplo (allegato 4);
- ripropongono nuovi esercizi.

Conclusioni

L'esperienza si è dimostrata efficiente per la quantità/qualità delle informazioni mediate ed efficace dal punto di vista dell'apprendimento grazie alle strategie e alle metodologie perseguite. Sia il processo osservato che i prodotti raggiunti lo confermano positivamente.

Si propone infine una tabella di confronto tra le due esperienze (allegato 5).

Note

(1) Numero scelto a caso tra 10 e 30 e dato come regola del gioco

Allegati

Allegato 1 Formule utilizzate

$$\text{media aritmetica} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

$$\text{deviazione standard o scarto quadratico medio } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2}{n - 1}}$$

$$\text{errore standard della media } se = \frac{\sigma}{\sqrt{n - 1}}$$

Limiti fiduciari di una media (test T di Student)

$$L_1 = m - 1,96 * se \quad L_2 = m + 1,96 * se$$

Allegato 2: Struttogramma

1. Si sceglie il software (foglio di calcolo).
2. Il docente nasconde il numero e comunica il suo indirizzo logico.
3. Si generano numeri casuali che simulano le prima cattura e le successive (con apposita funzione).
4. Si conviene che i numeri generati siano interi.
5. Si conviene che vadano da 0 al 20% del numero.
6. Si aggiunge 10 a questo risultato per avere un minimo di 10 catture.
7. Ogni numero occupa una cella.

8. La formula viene scritta nella prima e copiata nelle celle successive.
9. Si trasformano le formule in valori, per evitare che i numeri possano cambiare ad ogni apertura o cambi di foglio ecc.
10. Si generano in colonna tanti numeri casuali, quanto indica il valore prima cattura (M_1)
11. Si generano tanti numeri casuali, quanto indica il valore seconda cattura (C)
12. Come in 9.
13. Numeri uguali nella colonna vengono aumentati di una unità.
14. Si vedono quanti numeri in seconda cattura sono presenti in prima cattura (M_2).
15. Si applica il modello e si calcola N (con formula calcolata).
16. Si ripete lo stesso con le altre catture, cioè altre 4 volte.
17. Si calcola la media dei 5 valori trovati (con apposita funzione).
18. Si calcola la deviazione standard (con apposita funzione).
19. Si calcola l'errore standard (con formula calcolata).
20. Si calcolano gli intervalli di confidenza al livello del 95% (con formula calcolata).
21. Si scopre il valore nascosto e si confronta con quello calcolato.
22. Si registra l'attività svolta con captivate di Macromedia.
23. Fine.

Formula apposita = formula presente nel software

Formula calcolata = formula non prevista e calcolata con operazioni

Tutte le formule e le altre operazioni sono inserite nel learning object “quanti sono?”

Allegato3: Risultati al foglio elettronico

	M 1	C	M 2	stima				M 1	C	M 2	stima	
1 ric	34	49	5	283			1 ric	14	10	0	154	
2 ric	34	66	10	207			2 ric	14	17	1	126	
3 ric	34	47	3	408			3 ric	14	14	1	105	
4 ric	34	18	2	215			4 ric	14	56	4	159	
5 ric	34	21	1	347			5 ric	14	55	3	196	
gr 1	media	ds	es	L 1	L 2		gr 2	media	ds	es	L 1	L 2
	297	91	41	217	377			148	35	15	118	178
	M 1	C	M 2	stima				M 1	C	M 2	stima	
1 ric	17	32	2	187			1 ric	31	42	3	333	
2 ric	17	64	5	184			2 ric	31	65	5	341	
3 ric	17	52	1	450			3 ric	31	53	2	558	
4 ric	17	32	1	280			4 ric	31	36	5	191	
5 ric	17	29	1	255			5 ric	31	16	1	263	
gr 3	media	ds	es	L 1	L 2		gr 4	media	ds	es	L 1	L 2
	271	108	48	176	366			337	138	62	217	458

La popolazione effettiva era 320, il gruppo 3 non dà risultati accettabili.

Risultati complessivi tra tutti i valori:

	media	ds	es	min	max
tot	259	77	38	184	334

Quest'ultimo risultato approssima abbastanza bene la popolazione vera.

Allegato4: Metodo di Schnabel

Metodo di Schnabel di ricattura multiplo:

$$N = \frac{\sum \text{catt} * \text{marcati}^2}{\sum \text{ricatt} * \text{marcati}}$$

periodi	catt	ricatt	m arcati	catt*m arcati ²	ricatt*m arcati
1	14	0	0	0	0
2	10	0	14	1960	0
3	17	1	24	9792	24
4	14	1	40	22400	40
5	56	12	53	157304	636
6	55	18	97	517495	1746
			somme	708951	2446
			popol.	290	

Con l'indice di Bailey la popolazione risulta di 348.

Con questo indice la popolazione risulta 290.

La popolazione vera è di 320.

Si conferma la efficacia dell'ultimo metodo.

Allegato 5 confronto tra le due esperienze

	1985	2005
Contesto	classe	classe/lab.inform at.
Efficienza	**	***
Efficacia	***	**
Rispetto ai contenuti	***	*
Rispetto ad obiet. trasversali	**	**
Ambito meta	*	***
Dimensione sociale	***	**
Identificazione processo	***	**
Identificazione prodotti	***	***
Possibilità approfondimento	*	***
Riproducibilità	*	**

Giovanni Del Monaco

ANISN Campania

Docente, Scuola secondaria di I° grado



Come trasformare un protocollo di esperimenti in un percorso di conoscenza

Allevare e far riprodurre il Danio rerio, un piccolo pesce tropicale, per osservarne il comportamento, la riproduzione e lo sviluppo embrionale

GIULIA FORNI E ANNA PASCUCCI

Dewey, in fondo, tende a dimostrare che l'attività sperimentale è fondamentale sia nel metodo della scienza, sia nel metodo dell'educazione.

Egli concepisce la vita della natura come un interagire continuo degli esseri gli uni con gli altri e con l'ambiente e, in quanto vivere significa per lui sperimentare, come un processo continuo di esperienza.

John Dewey (1859-1952)

Perché lavorare in classe con organismi viventi?

L'idea di scegliere organismi viventi per un approccio didattico, nel contempo analitico e sistemico, allo studio della complessità biologica e delle interazioni chimico-fisiche con l'ambiente deriva sia dalla nostra esperienza di insegnanti sia dalla possibilità di trasporre, in contesti didattici efficaci, strategie sperimentali validate dalla ricerca scientifica.

I bambini sono attratti ed incuriositi dagli animali: le storie più apprezzate sono ricche di ogni sorta di piccoli e grandi viventi ed in ogni lingua troviamo espressioni zoomorfe per caratterizzare inclinazioni, atteggiamenti e temperamenti umani (“coraggio da leone”, “occhio di lince”, “astuzia da volpe”, “fedele come un cane” sono solo alcuni degli esempi più tipici).

Dunque lavorare in classe con organismi viventi induce l'attivazione di una forte carica motivazionale ed innesca meccanismi percettivo-attenzionali profondi. Il contesto pone all'allievo problemi reali che aspettano soluzioni reali, la complessità del compito stimola la cooperazione e l'emergere di molte potenzialità inesprese, gli imprevisti, inevitabili, favoriscono la discussione ed impongono un nuovo ruolo all'insegnante.

Quali organismi scegliere

La storia della scienza e in particolare quella della biologia è stata continuamente contraddistinta dalla ricerca degli strumenti “più adatti” per affrontare l'indagine scientifica. Molto spesso per capire un problema complesso è risultato e risulta utile scegliere e utilizzare un “sistema” più semplice nel quale il fenomeno biologico da



Drosophila melanogaster



Arabidopsis thaliana

indagare si presenta in modo particolarmente “puro” ed esemplare. Tutto ciò che verrà “capito” nel modello sarà poi estrapolato e verificato in contesti più complessi. Il continuo intreccio tra semplicità e complessità, tra strutture e relazioni, che si realizza in tal modo, consente alle conoscenze scientifiche di progredire. Così dai piselli di Gregorio Mendel, la Biologia moderna si è progressivamente costruita e continua a costruirsi su sistemi-modello. Spesso sono organismi unicellulari o pluricellulari animali e vegetali con un ciclo vitale breve ed una progenie numerosa, facili da allevare e manipolare, reperibili a basso costo e comunemente denominati “Organismi Modello”. Lo sono il batterio *Escherichia coli*, il lievito *Saccharomyces cerevisiae*, il moscerino della frutta *Drosophila melanogaster*, la piccola pianta *Arabidopsis thaliana*, il verme nematode *Caenorhabditis elegans*, il pesciolino *Danio rerio*. Ognuno di questi organismi presenta vantaggi e svantaggi per cui la scelta di un particolare sistema-modello viene fatta in funzione principalmente del tipo di ricerca che si vuole affrontare.

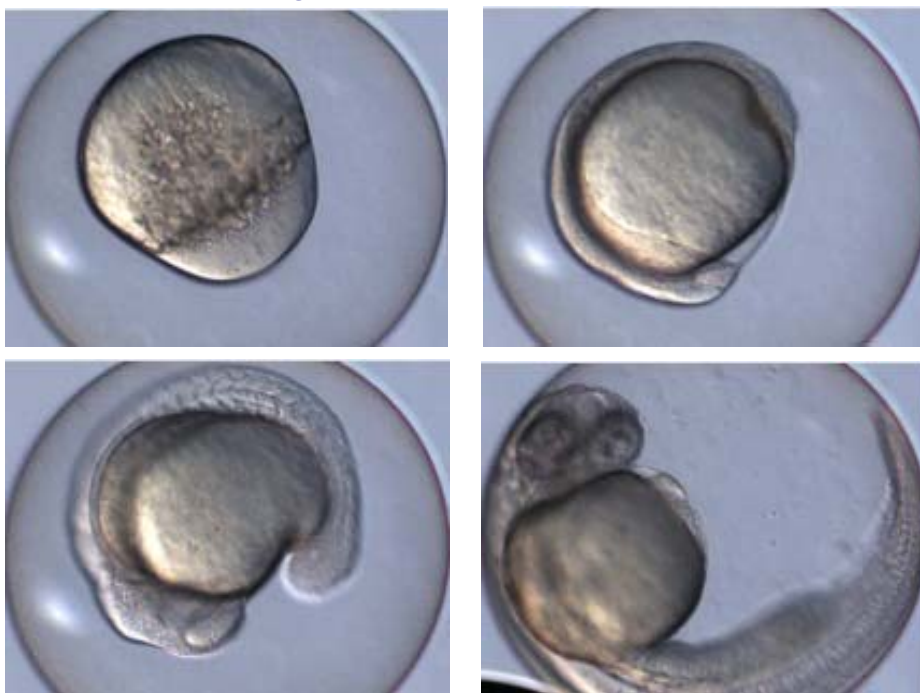
“...piccoli, resistenti, facili da allevare ... una miniera ricchissima di conoscenze ... con una lunga storia scientifica alle spalle ... perchè non usarli anche in un’aula scolastica?..” Così in anni di collaborazione con scienziati di università ed enti di ricerca abbiamo sviluppato protocolli sperimentali (1) che utilizzano il moscerino della frutta, il riccio di mare, il piccolo pesce *Danio rerio* o leguminose e batteri. Essi permettono di affrontare nuclei tematici fondamentali nello studio delle Scienze della Vita attraverso esperienze laboratoriali significative e flessibili, facilmente realizzabili in quanto non necessitano di strumentazioni sofisticate né di laboratori attrezzati. Alcuni protocolli permettono di introdurre ed approfondire lo studio delle caratteristiche anatomiche di invertebrati e vertebrati, del dimorfismo sessuale, della fecondazione, dell’embriogenesi, del ciclo vitale, delle modalità di trasmissione dei caratteri ereditari, delle variazioni della durata del ciclo vitale o dell’embriogenesi o della prolificità in relazione al variare di fattori ambientali quali la temperatura o la quantità di cibo. Altri, quelli che utilizzano piante e/o batteri, permettono di affrontare lo studio della crescita batterica e delle peculiarità di quella vegetale, di fenomeni complessi come le interazioni mutualistiche tra organismi o lo studio dei cicli biogeochimici e delle loro alterazioni a seguito dell’azione dell’uomo. Tutti offrono fertili spunti per parlare di storia della genetica, delle mutazioni, delle malattie genetiche, delle biotecnologie e delle sue implicazioni in bioetica.

Il percorso didattico del *Danio rerio*

Un buon protocollo sperimentale non diventa tuttavia automaticamente per una classe un buon percorso di conoscenza anche se forse ne è una delle componenti

essenziali. Un protocollo sperimentale è infatti una struttura rigida che non contemplerebbe imprevisti, il percorso di conoscenza di una classe è invece un evento unico e non completamente prevedibile, è simile ad un prodotto artigianale, si riconosce lo stile della bottega, ma ogni oggetto è diverso dall'altro perché le variabili che intervengono sono tante. Un percorso di conoscenza è in qualche modo un *unicum* e potremmo paragonarlo ad una rappresentazione della Commedia dell'Arte: dove il copione non era fissato in un testo, ma la trama, il canovaccio, sì. Nella nostra commedia dell'Arte scolastica comunque-questo deve essere ben chiaro- il primo attore è l'alunno, gli altri attori sono i pesciolini, gli acquari... L'insegnante propone il canovaccio e allestisce la scena, ha chiara la trama, ma sa che durante la rappresentazione qualcosa potrebbe cambiare il finale e questo non lo spaventa. Un altro elemento fondamentale, che spesso manca, è l'occhio critico del pubblico che induce riflessione e continui aggiustamenti. Questa è stata la funzione di Clementina Todaro che solo da quest'anno ha iniziato a seguire l'esperienza.

E dunque è il canovaccio e la scena delle esperienze con *Danio rerio* che qui vogliamo descrivere. *Danio rerio* è un piccolo pesce tropicale, un ciprinide che vive nei fiumi dell'India. Grazioso e socievole è giunto in Europa per abbellire gli acquari, ma ben presto è diventato un protagonista nella ricerca di embriologia e genetica, mentre nei laboratori delle industrie viene utilizzato per test tossicologici. La caratteristica fondamentale di *Danio rerio* è di presentare embrioni trasparenti che permettono l'osservazione dell'embriogenesi di un vertebrato.



Sviluppo embrionale in *Danio rerio*

Immagini del sito http://www.exploratorium.edu/imaging_station

Reperibile in qualsiasi negozio di acquariologia è davvero molto adatto a diventare “un buon compagno di classe” per accompagnare i ragazzi alla scoperta dei misteri della vita. La classe si struttura come una comunità di apprendimento che patteggia un compito concreto: allevare piccoli pesci tropicali per poterne osservare il comportamento, la riproduzione e lo sviluppo embrionale fin dalle fasi iniziali.

L’esperienza prevede l’allestimento di due piccoli acquari. Il primo per la riproduzione deve essere dotato di filtro ed ossigenatore, ma privo di piante che ostacolerebbero la raccolta delle uova. Gli embrioni infatti devono essere subito separati dagli adulti che altrimenti li divorerebbero. Il secondo acquario serve per l’allevamento degli avannotti e deve essere privo di filtro ed ossigenatore (che potrebbero risucchiare ed uccidere gli avannotti), perciò il suo equilibrio è assicurato dalla presenza di piante e piccoli invertebrati come limnee.



La presenza di due acquari si rivela una grande risorsa didattica: col primo si focalizza l’attenzione sui fattori abiotici di un ambiente, mentre col secondo si affronta, tra l’altro, anche l’osservazione delle relazioni alimentari tra gli organismi presenti nell’acquario.

Si procede quindi alla raccolta degli embrioni che sono trasparenti ed impiegano tre giorni per raggiungere la schiusa dell’uovo: l’emozione che si prova nell’osservare il formarsi del nuovo essere vivente e talvolta addirittura dei primi battiti del cuore è davvero straordinaria.



Immagini della vaschetta che viene utilizzata per raccogliere gli embrioni dei *Danio*

Il percorso didattico si presenta molto articolato ed offre la possibilità di affrontare alcuni temi fondamentali della Biologia.

NUCLEI CONCETTUALI INTERCETTATI LUNGO IL PERCORSO

A) Concetti relativi all’osservazione e allo studio del *Danio rerio*:

- L'ecosistema, il biotopo.
- Le caratteristiche anatomiche e il dimorfismo sessuale
- La fecondazione in zebrafish.
- La raccolta e la cura degli embrioni di zebrafish.
- Lo sviluppo embrionale di zebrafish
- Sviluppo e crescita di zebrafish
- Il comportamento (La vita del banco. Il corteggiamento. La cura della prole)

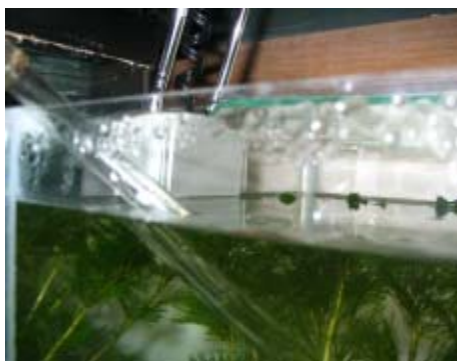
B) Vengono introdotti concetti generali di biologia quali:

- Teoria cellulare;
- Divisione, crescita e differenziamento cellulare ;
- Riproduzione asessuata e sessuata

Questi concetti saranno ripresi ed approfonditi nel corso del triennio.

C) Idee essenziali:

- Biorelatività dell'ambiente
- Differenze e uguaglianze tra il sistema- fiume e il sistema-acquario
- Le potenzialità “scientifiche” e “cognitive” di un risultato “sbagliato” non previsto dal protocollo
- Relazione microscopica-macroscopica per comprendere un fenomeno complesso quale la crescita degli organismi, per comprendere concetti strutturanti l'apprendimento in Biologia, quale quello di struttura e funzione. Il percorso, a rete e a spirale, introduce l'allievo anche ad ambiti disciplinari relativi alle conoscenze fisiche e chimiche (2).



L'ottica dell'acquario: il sifone di vetro inserito nell'acqua sembra spezzarsi



L'ottica dell'acquario: sul fondo dell'acquario ecco formarsi l'*arcobaleno*

Metodologia adottata

L'attività si caratterizza per essere centrata sull'alunno e sui processi di conoscenza, più che sui contenuti; i prodotti dei ragazzi hanno valore in quanto testimoniano e regolano i processi. L'insegnante fornisce “sostegni” per favorire l'emergere di ciò che già è in via di sviluppo.

L'attività di *scaffolding* è di:

- tipo cognitivo: suggerimenti, orientamento nella discussione, proposte di testi, film, materiale da osservare, esperienze da eseguire o progettare;

- tipo emotivo-motivazionale e metacognitivo; promozione della riflessione su ciò che si fa, su come lo si fa, su ciò che si sa, su ciò che si dovrebbe sapere per portare a termine il compito.

Il contesto didattico appare molto motivante non tanto per l'indiscusso fascino che l'acquario esercita sui bambini, ma piuttosto perché la sua gestione pone problemi concreti e reali: nulla sembra essere artificioso o rimandabile, il piano della teoria e della pratica si intrecciano continuamente, bisogna sapere e saper fare. La modalità di gestione dei singoli incontri nei quali i ragazzi vengono assistiti verso la "scoperta" di eventi, regole, relazioni, trasformazioni si può articolare nel seguente percorso-tipo:

1. Il gruppo-classe individua il problema da risolvere (es.: Come allestire l'acquario?) o il compito da svolgere (es: Osservazione degli embrioni di *Danio*).

2. Il piccolo gruppo esplora attivamente, osserva, legge testi.

3. Il gruppo-classe si confronta sull'attività svolta nel piccolo gruppo.

4. Ogni ragazzo rielabora individualmente quanto vissuto producendo materiali (Relazioni, disegni, racconti, elenchi di "Domande in attesa di risposta", memorie di immagini e metafore). Si tratta perciò di un modello in cui il ragazzo affianca al lavoro individuale quello svolto nel gruppo dei pari (piccolo gruppo) ed infine quello svolto nel grande gruppo in cui la discussione è moderata dal docente. Il percorso, relativamente lungo, permette di riprendere più volte alcuni temi che in un itinerario a spirale vengono via via approfonditi: la dimensione sperimentale si intreccia con la dimensione teorica delle conoscenze e si affinano pian piano i modelli di osservazione ed interpretazione del fenomeno studiato. I problemi e le domande che emergono si moltiplicano: è importante non perdere di vista l'obiettivo, ma anche non lasciar cadere tutti i nuovi spunti non previsti, talvolta è importante saper sospendere il giudizio.

Note

(1) I protocolli sperimentali con *Drosophila melanogaster*, *Caenorhabditis elegans*, *Rhizobium leguminosarum* sono stati sviluppati da A. Crimi, G. Forni, A. Pascucci, S. Lippo, M. Sirgiovanni grazie alla consulenza scientifica di ricercatori dell'Istituto di Genetica e Biofisica del CNR di Napoli. Il percorso didattico con *Danio rerio* è stato sviluppato in collaborazione con l'Università Federico II di Napoli, il percorso didattico con *Paracentrotus lividus* in collaborazione con la stazione zoologica Anton Dohrn di Napoli.

(2) Il calore e la temperatura, l'ottica, le soluzioni, la pressione ...

Giulia Forni

ANISN Campania

Docente, Scuola secondaria di primo grado

Anna Pascucci

ANISN Campania

Docente, Scuola secondaria di primo grado

Costruzione della curva di crescita di una microalga (*Dunaliella*)

Un percorso laboratoriale in cui la didattica scolastica incontra la ricerca universitaria

EVA GODINI

CON LA COLLABORAZIONE DI NADIA GASPARINETTI

*L'esperienza più bella e profonda che l'uomo
possa avere è il senso del misterioso...
percepire che, oltre a ciò che possiamo sperimentare,
si nasconde qualcosa di irraggiungibile
per il nostro spirito, qualcosa la cui bellezza
e sublimità si percepisce solo
indirettamente e come un pallido riflesso.*
A. Einstein (1957) *Idee ed opinioni* Schawrz, Milano

Il progetto è stato attuato in un laboratorio di Scienze di una classe II della scuola secondaria inferiore con 14 alunni (5 femmine e 9 maschi). Lo scopo era la partecipazione alla “Matematica dei ragazzi”, manifestazione in collaborazione con l'Università (Nucleo di ricerca didattica del Dipartimento di Scienze matematiche dell'Università di Trieste). Si tratta di uno scambio di esperienze tra coetanei organizzato ogni due anni: ogni classe o gruppo partecipante presenta agli altri ragazzi (anche di età diverse) un'esperienza che abbia come base un argomento matematico. Abbiamo dovuto risolvere un problema: trovare un esperimento di Biologia che abbia degli “agganci matematici”. La crescita di una coltura di microalghe con la costruzione di una curva di crescita è sembrato un esperimento ideale!

Che cosa ci ha spinto a proporre questo percorso didattico?

Abbiamo voluto rendere partecipi gli alunni di un percorso laboratoriale che essi stessi fossero capaci di gestire con un sufficiente grado di autonomia, anche se comunque sotto la guida dell'insegnante, mettendoli anche in grado di utilizzare gli strumenti matematici indispensabili, sia per comprendere le esperienze di laboratorio che per elaborare i dati ricavati dall'esperimento. Infine, è stato nostro compito aiutare il gruppo ad elaborare, come conclusione dell'esperimento, dei materiali esplicativi adatti ad una “Mostra di Matematica” per ragazzi.

La collaborazione con l'Università e l'esperienza della ricerca scientifica

Questo percorso è stato reso possibile dalla fornitura di molti dei materiali da parte del Dipartimento di Oceanografia Biologica dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste.

La coltura viva di *Dunaliella tertiolecta* che è stata usata per l'inoculo proviene dalle colture di microalghe del suddetto Dipartimento. La trasposizione didattica di questo

percorso è stata resa possibile dall'esperienza maturata dalla scrivente durante alcuni anni di lavoro nel campo della ricerca scientifica attraverso l'uso di colture microalgali in laboratorio. Siccome i docenti di Scienze delle Scuole medie inferiori e superiori hanno tutti dei percorsi universitari e post-universitari differenziati, proporre un'attività di laboratorio vorrà dire proporre la propria personale esperienza, nel caso in cui questa possa essere attuata con efficacia nell'ambito scolastico. Siamo convinti dell'importanza delle attività pratiche, sia che esse si svolgano nel laboratorio scolastico, che in laboratori esterni o nell'ambiente naturale, purché sempre supportate da un percorso teorico in cui i nuclei concettuali sviluppati siano resi ben evidenti. Il laboratorio proposto è un vero e proprio esperimento, nel quale non si conoscono a priori i risultati, ma (come nella ricerca scientifica) si raccolgono, si rielaborano ed interpretano i dati ottenuti.

Prerequisiti e preconoscenze del “gruppo classe”

I prerequisiti irrinunciabili per affrontare un lavoro complesso quale quello proposto sono la motivazione a partecipare attivamente alla lezione per capire quello che si sta facendo, chiedendo spiegazioni ove necessario e ponendosi in maniera propositiva durante le attività pratiche. Questi prerequisiti, se non già posseduti dagli studenti, possono diventare degli obiettivi da raggiungere. E' importante, inoltre, essere capaci di porre attenzione ad istruzioni precise per eseguire le operazioni manuali necessarie al lavoro di laboratorio ed essere consapevoli dell'importanza del lavorare in gruppo. Per elaborare quanto sperimentato era utile saper preparare al computer una presentazione in Power Point, utilizzando testi ed immagini. Questa capacità è ormai posseduta da diversi studenti delle Scuole Medie Inferiori.

La classe aveva già trattato l'anno precedente alcuni concetti base di Biologia e di Chimica; era quindi a conoscenza dei concetti di atomo, molecola, cellula come pure del fatto che le cellule costituiscono i viventi, divisi in esseri unicellulari e pluricellulari. Avevano ormai ben chiaro il concetto di riproduzione.

Non avevano difficoltà ad affermare che le piante per crescere hanno bisogno di energia, data dalla luce e da alcune “sostanze” nutritive, non però ben precisate.

Dalla Chimica avevano appreso i simboli degli elementi più comuni ed il fatto che gli atomi, particelle piccolissime che costituiscono la materia, si organizzano in molecole. Per quanto riguarda la Matematica, la classe era già a conoscenza delle unità di misura di lunghezza e di capacità fino al millimetro ed al millilitro, dei calcoli con le unità di misura, delle proporzioni, dei calcoli con numeri decimali, di come si costruisce un grafico cartesiano.

Come già detto, il saper applicare in modo consapevole i concetti teorici alla pratica del percorso laboratoriale diventa un *obiettivo* molto importante da perseguire.

Cosa hanno capito i ragazzi?

Quali sono state le loro maggiori difficoltà?

I concetti di Biologia che sono stati “esplorati” durante il percorso didattico non hanno creato alcuna difficoltà. Diversi alunni del gruppo si sono sentiti dei veri e propri

“scienziati”; tutti hanno comunque interiorizzato bene l’approccio sperimentale, ritenendolo fondamentale per la ricerca scientifica. Si sono resi conto però dell’importanza dell’impostazione teorica dell’esperimento (comprensione dei meccanismi che ne stanno alla base) e della discussione successiva dei risultati pratici (nel nostro caso soprattutto l’elaborazione matematica dei dati acquisiti).

Fondamentale è stato “vedere” quello che succedeva:

- la crescita delle microalghe nelle beute è stata seguita attraverso il cambiamento di colore, da verde chiaro a verde scuro, della coltura;
- al microscopio, “contando” le cellule presenti nei campi visivi si sono resi conto che queste aumentavano da un giorno di campionamento all’altro;
- hanno visto inoltre che nello stesso vetrino i diversi campi contenevano un numero diverso di cellule, per cui era necessario fare una media;

Tutti gli alunni hanno affermato che le maggiori difficoltà sono dipese dai concetti matematici, dai calcoli pratici (trasformazioni di unità di misura, numeri decimali, divisioni...) e dall’elaborazione dei dati.

Inoltre è stato un po’ difficile “mettere tutto insieme”, perlomeno all’inizio. Durante l’esecuzione dell’esperimento molti dubbi si sono risolti e i ragionamenti teorici trasformati in realtà sperimentata si sono rivelati non più tanto difficili da capire.

E’ stato sicuramente difficile per i ragazzi lavorare in gruppo. Infatti le diverse personalità dei singoli hanno influenzato molto la conduzione del lavoro. Più che collaborare nel gruppo al fine di ottenere un buon risultato complessivo, ciascun studente ha lavorato soprattutto per sé; talvolta questo comportamento ha creato problemi perché non c’è stato l’impegno di “aiutare a fare bene” chi aveva capito un po’ meno bene degli altri. Insegnare a svolgere un buon lavoro di gruppo è sicuramente uno degli obiettivi che ci si deve porre!

I problemi come spunti di riflessione

E’ stato necessario cambiare metodo di conta, perché il vetrino contaglobuli (counter cell) non era adatto al microscopio a disposizione; questo ha fatto capire che molti sono i metodi che si possono usare, tutti vanno valutati, modificati se necessario oppure cambiati se non adeguati.

Il giorno del primo campionamento, per la confusione, le provette con i campioni non sono state poste al buio e in frigo per cui le cellule del primo campione avevano perso la clorofilla, ed erano trasparenti. Ciò è stato notato durante la conta al microscopio, poiché era difficile individuare le cellule.

Un campionamento è stato effettuato senza mescolare prima la beuta: la conta è risultata più bassa del previsto e ciò si vede nel grafico dei risultati.

Nuclei concettuali individuati nel corso del percorso didattico

Le alghe unicellulari come esseri microscopici, non osservabili ad occhio nudo.

La divisione cellulare.

Le piante utilizzano luce e nutrienti per crescere.

Il metodo scientifico.

La coltura di laboratorio come metodo per far crescere in maniera controllata le microalghe.

La “sterilità” della coltura (concetti di igiene).

La popolazione di microalghe cresce in coltura con una velocità variabile nel tempo.

La matematica ci permette di elaborare i dati e renderli più “visibili” attraverso le tabelle di dati ed i grafici.

PRIMO INCONTRO

Argomenti: come si scrive una relazione di laboratorio; il microscopio e le sue parti; come si prepara un vetrino; come si mette a fuoco un campione; ingrandimento totale; osservazione di organismi di stagno (piccoli crostacei ed alghe).

SECONDO INCONTRO

Argomenti: organismi unicellulari e pluricellulari, batteri (10 X più piccoli), protozoi ed alghe unicellulari (microalghe) con osservazione di fotografie; scissione nei batteri, divisione cellulare in protozoi ed alghe unicellulari; osservazione al microscopio di tre diverse specie di microalghe, per osservarne la forma, determinarne le dimensioni ed individuare eventuali cellule in divisione.

Stima delle dimensioni della cellula, in mancanza di un vetrino con le tacche per la misura.

Il ragionamento proposto è il seguente: se io osservo un oggetto largo 1 cm. con uno strumento che ingrandisce 40 volte, io lo vedrò grande 40 cm.

Se al contrario osservo al microscopio qualcosa che “mi appare grande” 1 cm. con l’ingrandimento di 40 X, ciò significa che in realtà il mio oggetto è grande 1 cm diviso 40, cioè $0,025 \text{ cm} = 0,25 \text{ mm}$, ossia un quarto di millimetro.

Se osservo al microscopio a 100 X qualcosa che “mi appare grande” 5 mm. in realtà quell’oggetto è grande 5 mm diviso 100 ossia 0,05 mm

In pratica devo dividere la dimensione stimata per l’ingrandimento usato e trasformare nell’unità di misura più comoda, a seconda del caso.

TERZO INCONTRO

Aspetti matematici: quanto grandi sono gli organismi unicellulari?

Esercitazione sulle grandezze e sulle unità di misura.

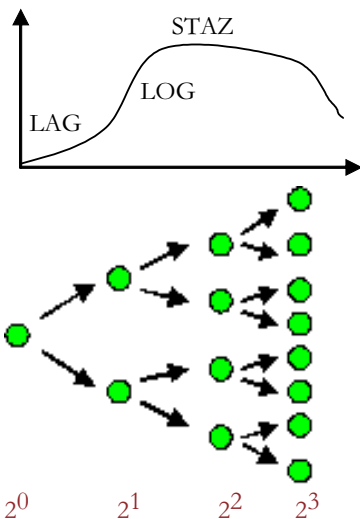
Strumenti utilizzati: fotografie al microscopio, vetrino preparato con *Dunaliella tertiolecta*, righello. Nuova unità di misura introdotta: il micron.

QUARTO INCONTRO

Come crescono le microalghe in laboratorio nel brodo di coltura in condizioni controllate?

Per una coltura “crescere” significa aumentare il numero delle cellule presenti, che si moltiplicano di solito per divisione cellulare semplice. All’inizio della coltura avremo quindi poche cellule nel contenitore (il liquido sarà quasi trasparente), poi il numero aumenterà rapidamente fino a raggiungere un certo valore (il liquido sarà verde), alla fine il numero di cellule rimarrà più o meno costante nel tempo, per poi decrescere un po’.

Curva di crescita



La curva di crescita: Fase LAG, di crescita lenta: le alghe si devono “abituare” alle condizioni di coltura, si preparano alla crescita

Fase LOG, di crescita esponenziale: le alghe si dividono velocemente, da una a due, quattro, otto... in maniera esponenziale

Fase stazionaria: il numero complessivo di cellule non varia molto nel tempo, alcune si dividono ancora, altre iniziano a morire.

QUINTO INCONTRO

Argomento: approfondimento matematico sulla fase esponenziale della curva di crescita. La teoria matematica può risultare un po' difficile per i ragazzi di seconda media, ma si è cercato di semplificare, spiegando la divisione cellulare come una potenza a base 2.

SESTO INCONTRO

Spiegazione dell'esperimento

Materiali e strumenti da utilizzare per l'esperimento:

2 beute da 500 ml; 2 “tappi” per le beute, di cotone rivestiti da garza; terreno liquido di coltura (F/2 modificato); inoculo di *Dunaliella tertiolecta*; lampada per illuminare le beute; timer per l'illuminazione; termometro.

Materiali e strumenti da utilizzare per i campionamenti:

2 pipette da 5 ml per ciascun giorno di campionamento, con propipetta (*porcellino*); 2 contenitori con tappo ermetico per ciascun giorno di campionamento; formalina per fissare i campioni; carta di alluminio per rivestire i contenitori; frigorifero per conservare i campioni; pennarello indelebile.

Materiali e strumenti da utilizzare per contare le cellule di ciascun campione:

vetrino di Palmer per la conta delle cellule; pipetta automatica; microscopio

Il terreno di coltura: le alghe per crescere hanno bisogno di avere nel liquido di coltura delle sostanze chiamate in generale nutrienti. Alcune di esse devono essere più abbondanti, soprattutto sali di azoto e fosforo, mentre altre vengono fornite in minor quantità. Il terreno contiene anche delle vitamine, in piccola quantità.

L'acqua utilizzata avrà una salinità del 32 per mille.

Tutti i materiali da utilizzare saranno sterili: ciò significa fare in modo che le beute, pipette di prelievo, terreno di coltura, siano privi di batteri.

L'ESPERIMENTO

Nelle due beute si pone velocemente il terreno di coltura sterile; subito dopo si inserisce l'inoculo di *Dunaliella* e si tappano le beute con il tappo di cotone. E' importante eseguire tutte queste operazioni rapidamente, con mani pulite, senza respirare tanto vicini ai materiali, in modo da non far entrare batteri nel terreno di coltura inoculato.

Le beute vanno poste sotto la lampada che fornisce la luce necessaria per la fotosintesi delle alghe e quindi per la crescita delle microalghe. Il contenuto delle beute deve essere mescolato con una lieve rotazione, facendo molta attenzione a non bagnare il tappo di cotone, almeno due volte al giorno.

L'ESPERIMENTO: IL CAMPIONAMENTO

Per costruire la curva di crescita, scopo dell'esperimento, si effettua un campionamento ogni due giorni, in questo modo: con una pipetta sterile si prelevano 5 ml della coltura, aprendo velocemente il tappo di cotone e richiudendolo immediatamente dopo il prelievo. I 5 ml di coltura, vengono posti in un contenitore su cui si scrive la data del campionamento e *fissati* con una piccola quantità di formalina; il contenitore, protetto dalla carta di alluminio viene conservato in frigorifero fino al momento della conta. L'esperimento si conduce per circa 12 giorni, se non si verificano imprevisti.

L'ESPERIMENTO: I CONTEGGI

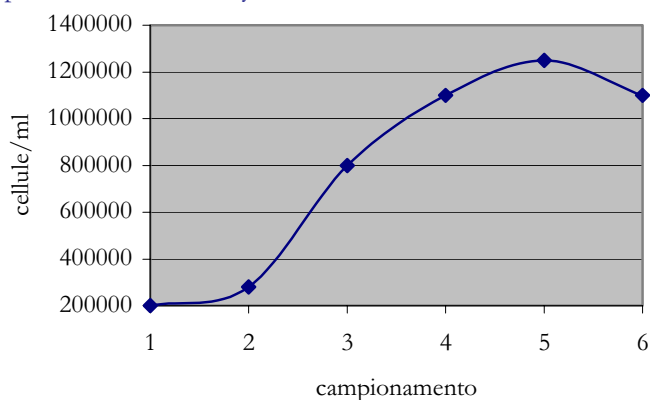
Al termine del periodo di campionamento si procede al conteggio delle cellule presenti nei vari campioni e si costruisce il grafico della curva di crescita.

Metodo di conta con il vetrino di Palmer:

- contare il numero di cellule presenti nel campo visivo;
- ripetere il conteggio per N campi;
- fare la media dei conteggi;
- porre sul vetrino una quantità di liquido di 60 microlitri, all'ingrandimento di 400X
 $\text{cellule/millilitro} = \text{media dei conteggi} \times 28666,67$.

Costruzione della curva di crescita

I dati vengono posti su un grafico cartesiano, con i giorni sull'asse x e il numero di cellule per millilitro sull'asse y.



Eva Godini

Consigliere ANISN sez. F.V.G. Docente, Scuola secondaria secondo grado

con la collaborazione di Nadia Gasparinetti
Docente, Scuola secondaria primo grado

La pièce teatrale

Scienza, fantasia, arte del raccontare e del recitare con e per i bambini ed i ragazzi

La fata bendata: perché nasce un maschietto e perché nasce una femminuccia
Clementina Todaro

La fata bendata: il canto e la musica
Vincenzo Boccardi

Nastro rosa e nastro azzurro: la filastrocca
Alma Longo

