

## «Fare scienza» alla secondaria di primo grado: UN PERCORSO DI BOTANICA VERTICALE E RICORSIVO

di Angela Ivaldi\*

*Un percorso di studio ricorsivo può costruirsi in modi diversi. Ma la chiave di volta è che il punto di partenza sia un insieme di concetti essenziali presentati in modo adeguato all'età degli studenti, cioè su cui gli studenti sono in grado di ragionare. Ogni «ritorno» successivo sull'argomento arricchisce da una parte il quadro globale e, dall'altra, il dettaglio.*

*Il percorso descritto riguarda la Botanica nella scuola secondaria di primo grado: ha impegnato insegnanti e studenti nella prima classe ed è stato presentato all'open day della scuola all'inizio della classe seconda. Una grande occasione per ritornare sul lavoro acquistando consapevolezza dei passi compiuti e scoprendo nuove domande.*

*Uno spunto per riproporre con vigore attività sperimentali o di esplorazione del mondo svolte da protagonisti.*

\* Docente di Scienze presso la Scuola Secondaria di Primo Grado "La Zolla" di via Carcano - Milano

Nel primo anno della secondaria di primo grado, in primavera, affrontiamo lo studio della Botanica.

Le piante sono dappertutto, sono facili da trovare, da raccogliere e da osservare, crescono velocemente, sono buone da mangiare, ne esistono miliardi di specie: la situazione ideale per chi come noi vuole partire dall'osservazione per fare esperienza della realtà.

Così ho pensato, tornando a insegnare alla secondaria di primo grado dopo tanti anni al liceo.

Sicuramente alla scuola primaria i miei studenti hanno incontrato il mondo vegetale e sicuramente hanno studiato come sono fatte le piante. Ma la Botanica è una scienza ricchissima e multiforme, una fonte incredibile di conoscenza della vita sulla Terra, un'occasione per esplorare il mondo come è e per scoprire i metodi di indagine scientifica. Perciò ho impostato attività che, mentre rinforzavano l'acquisizione sicura di contenuti essenziali, li approfondissero in diverse direzioni.

Per esempio, le parti della pianta: non più solo l'osservazione a occhio nudo, ma uso del microscopio stereoscopico per scoprire particolari nuovi; non più solo la descrizione morfologica, ma un approfondimento che evidenzi il nesso struttura/funzione e, dove possibile, facendo ricorso a esemplificativi.

Un altro esempio, studiando la foglia abbiamo imparato qualcosa in più del processo della fotosintesi, meravigliati dal fatto che tutta la vita della Terra, comprese le attività umane, dipendano in modo diretto dal lavoro silenzioso e instancabile che avviene nei cloroplasti. Il quadro di significato è più ampio di quello proponibile alla primaria: non è tanto l'ossigeno prodotto nella reazione che lega la vita tutta, quanto l'accumulo di energia che si compie nella trasformazione dei gas in zuccheri.

E alcune significative uscite didattiche «sul campo»: ai giardini vicino a scuola e all'orto botanico dell'Università di Milano. Scoprendo non solo la varietà del mondo della natura, ma anche il susseguirsi di forme via via più complesse, dalle alghe alle piante con fiori.



## Radice, fusto, foglia, fiore, frutto, seme all'open day

Quest'anno con un numeroso gruppo di ragazzi abbiamo ripercorso e ordinato il nostro lavoro per illustrarlo durante l'open day della nostra scuola, la Secondaria di Primo Grado "La Zolla" di via Carcano a Milano.

Così, mi sembra che il modo più interessante di raccontare il percorso di apprendimento che abbiamo realizzato sia quello che segue, attraverso immagini commentate dei nostri «banchetti». Abbiamo allestito un'aula con materiali di recupero: è venuta fuori una via di mezzo tra una serra e un mercato!

Ognuno desiderava far vedere che cosa di prezioso aveva scoperto nello studio delle piante e lo comunicava con un entusiasmo tale che sembrava volesse vendere.

I ragazzi a gruppi spiegavano i sei organi della pianta così come li avevano studiati, attraverso l'osservazione diretta del materiale completata da piccoli esperimenti di approfondimento.

Abbiamo verificato ancora una volta che il risultato vero dell'open day non è quello apparente di aver convinto i visitatori della bontà della proposta didattica ed educativa della scuola, ma è quello di aver aumentato nei ragazzi la consapevolezza del percorso compiuto.

Sempre dicono: «ho scelto il gruppo di scienze perché mi era piaciuto il lavoro fatto e l'avevo imparato bene, ma adesso che l'ho raccontato agli altri ho capito di più.»



### *La radice assorbe e ancora*

Dalla scuola primaria tutti i ragazzi sanno che la radice è l'organo che assorbe dal terreno l'acqua e i sali minerali necessari alla vita della pianta.

Le radici si osservano anche allo stereomicroscopio per vedere meglio i sottilissimi «peli radicali» che sono i primi responsabili dell'assorbimento. E ci siamo stupiti perché queste cellule delicatissime riescono a penetrare nel terreno senza rompersi.

Ci sono in mostra radici «speciali»: la carota e le radici aeree delle orchidee.

Così, da un esempio si risale all'idea generale: la carota è una radice trasformata in organo di riserva, come la rapa, la barbabietola, il rapanello. Al loro interno si accumulano gli zuccheri prodotti dalle piante.

Immagine 02 ivaldi ok stereomicroscopio IMG\_2485

Le radici aeree si sviluppano fuori dal terreno e sono in grado di assorbire l'umidità dell'aria. Sono comuni nella vegetazione delle aree tropicali, ma anche nelle orchidee che crescono da noi. Nelle piante rampicanti, come l'edera, servono per attaccarsi ai sostegni.



### *Il fusto sostiene e collega*

Anche qui materiale da osservare: fusti erbacei, legnosi e fusti modificati (patata, cipolla, bulbo di tulipano).

I ragazzi, a turno, spiegano come si vedono bene i vasi del legno nelle sezioni di tronchi chiarendo che la linfa grezza, assorbita dalle radici, scorre nei vasi centrali, mentre quelli periferici hanno solo funzione di sostegno.

Anche i fusti erbacei, tipici delle piante giovani, o di quelle che vivono solo un anno, contengono vasi che collegano la radice alle foglie e ai fiori che stanno alla sommità delle piante. Non hanno parti legnose, ma sono in grado di mantenere la pianta diritta perché le loro cellule sono gonfie e rigide. Per esempio, la pianta di mais può essere alta 2-3 metri e sostenere le pannocchie.

Dal fusto originano rami e foglie. Così, sul tubero della patata, un fusto modificato che cresce sotto terra, si formano piccole gemme che possono dare origine a nuovi germogli.

Anche il bulbo della cipolla, come quello del tulipano e di molte piante da fiore, cresce sotto terra e svolge funzioni di riserva e di protezione.

Anche gli stoloni con cui le fragole si propagano e i rizomi mangerecci del topinambur sono fusti modificati. Un grande varietà di esempi che stupisce sempre.



Per dimostrare che il fusto contiene tessuti conduttori che collegano le diverse parti della pianta abbiamo eseguito un semplice esperimento, che i ragazzi spiegano ai visitatori.

Immergendo dei pezzi di sedano bianco in un liquido colorato, il liquido risale nei vasi e li mette in evidenza. Il fenomeno avviene grazie alla capillarità che permette la salita di un liquido contro la gravità in capillari sottilissimi.

D'altra parte, questo esperimento contribuisce a chiarire solo una piccola parte del funzionamento della pianta. Infatti, il trasporto della linfa dalle radici alle foglie e poi della linfa elaborata in tutta la pianta è un fenomeno molto complesso che potrà essere compreso solo nel corso degli studi futuri.

Osservazioni e ragionamenti che suscitano meraviglia e curiosità.

Un altro semplice esperimento riguarda dei germogli di rapanello cresciuti per una notte con il vaso orizzontale.

Il fusto si piega e cresce comunque verso l'alto mostrando il fenomeno del geotropismo negativo.



### *Nella foglia si compie la fotosintesi*

Osserviamo al microscopio stomi e cellule ricche di cloroplasti.

Le nostre osservazioni avvengono quasi sempre con il microscopio stereoscopico, ma i nostri apparecchi possono essere utilizzati anche come semplici microscopi a trasmissione (massimo 80x) perché hanno una lampada che, dal basso, può illuminare degli oggetti posti tra due vetrini.

In classe abbiamo lavorato divisi in sei gruppi, con un microscopio per gruppo; all'open day i vetrini erano già pronti e i microscopi rivolti verso i visitatori.

Questa attività permette di vedere che gli stomi sono situati nella pagina inferiore delle foglie e di capire che solo attraverso gli stomi avvengono gli scambi di gas tra l'atmosfera e la parte interna della foglia cui si dà il nome di parenchima.

Nelle cellule interne alla foglia si possono scoprire strani corpiccioli che prendono il nome di cloroplasti.

Per osservare gli stomi è utile scegliere una robusta monocotiledone perché le sue foglie sono più facili da stracciare per ottenere l'epidermide inferiore. Abbiamo preparato dei vetrini con un piccolo lembo di epidermide (portaoggetto + epidermide + goccia d'acqua + coprioggetto) e i ragazzi sono stati guidati nell'osservazione da immagini simili a quelle del preparato.

Per osservare i cloroplasti ho scelto una pianta acquatica, Elodea, perché ha le foglie molto sottili facilmente attraversate dalla luce e così non è necessario preparare una sezione. Abbiamo preparato il vetrino usando la foglia intera (portaoggetto + foglia + goccia d'acqua + coprioggetto).

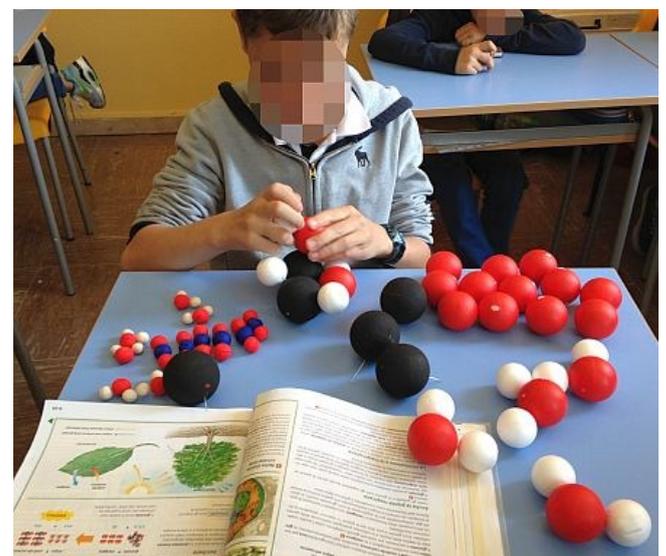
La fotosintesi è una trasformazione chimica: le sostanze di partenza (i reagenti) sono diverse dai prodotti. Per aiutare i ragazzi a capire quello che accade durante la fotosintesi e cosa vuol dire che delle sostanze possono trasformarsi in altre ho utilizzato dei modelli.

Su quattro barattoli di vetro ho scritto le formule di reagenti e prodotti. Ho lasciato vuoti i barattoli di anidride carbonica e ossigeno a testimoniare la presenza dei gas e ho messo acqua e glucosio negli altri due.

Per visualizzare la reazione a livello molecolare abbiamo costruito i modelli delle molecole con delle palline di polistirolo colorate, legate con degli stuzzicadenti a scomparsa.

Per montare la molecola di glucosio e le sei molecole di ossigeno i ragazzi dovevano smontare le molecole di anidride carbonica e acqua.

Adeguatamente evidenziato, abbiamo fatto avvenire, sotto gli occhi dei visitatori, un nuovo esperimento, un po' più complesso, che ci ha permesso di capire meglio che l'espressione «fotosintesi clorofilliana» riassume il processo con cui le piante



producono zuccheri dicendo che è una trasformazione chimica, cioè una sintesi che avviene in presenza di luce (foto) e di clorofilla.

In un acquario pieno di acqua copriamo una piccola pianta di Elodea con un imbuto chiuso da una provetta capovolta.

Dopo alcune ore di esposizione alla luce di una lampada, nella provetta si raccolgono delle piccole bolle, il gas prodotto dalla pianta.

In questo modo si dimostra che nelle foglie di Elodea è avvenuta la fotosintesi.

La piantina ha assorbito dall'acqua l'anidride carbonica in essa disciolta e, grazie alla clorofilla e alla luce, è avvenuto il processo. Si è liberato un gas che è ossigeno e costituisce una parte dell'aria che respiriamo.



Per mostrare che l'Elodea ha effettivamente utilizzato l'anidride carbonica presente nell'acqua abbiamo eseguito un altro esperimento.

Prima di tutto abbiamo riempito di acqua due beker: uno con acqua di rubinetto, l'altro con acqua frizzante, cioè ricca di CO<sub>2</sub>.

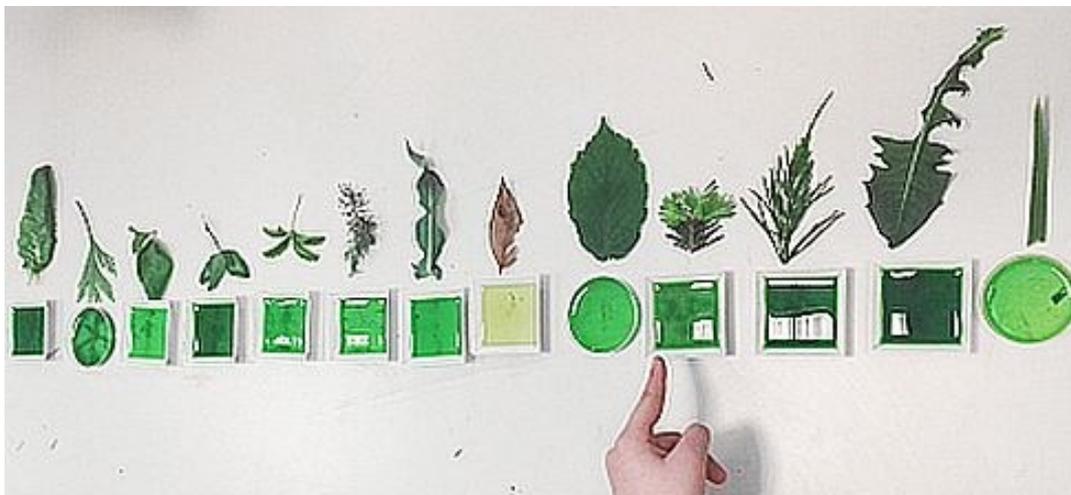
Ho fatto vedere che una sostanza particolare, il blu di bromotimolo, colora di blu l'acqua del rubinetto e di giallo l'acqua frizzante. Poi abbiamo versato l'acqua frizzante, colorata di giallo, in altri due beker e abbiamo aggiunto in ognuno due rametti di Elodea. Abbiamo sistemato un beker alla luce e l'altro al buio.

Dopo poco tempo nel beker al buio l'acqua rimane gialla, mentre in quello alla luce l'acqua diventa prima verde e poi blu: per fare la fotosintesi, la pianta ha prelevato CO<sub>2</sub> dall'acqua prima che, quindi, ha cambiato colore.

A questo punto siamo andati alla ricerca della clorofilla. Armati di mortai e pestelli schiacciamo in alcool etilico delle foglie di diverse piante.

Esce un liquido verde a testimoniare la presenza della clorofilla.

Con stupore osserviamo che la clorofilla è presente anche nelle foglie di colore rosso o marrone, ma non in quelle secche.



#### *Il fiore è l'organo riproduttore della pianta*

Osserviamo le parti del fiore, fiori e infiorescenze, piante monoiche e dioiche.

I ragazzi hanno fatto fatica a credere che la margherita *Bellis perennis*, una delle piante del prato più conosciute, non avesse fiori ma infiorescenze e lo stereomicroscopio ci ha aiutato nelle nostre osservazioni.

Osservando un enorme pianta di mais che ho portato in classe abbiamo visto che la parte maschile e quella femminile del fiore possono trovarsi in luoghi diversi della pianta, immediatamente un ragazzo si è ricordato che all'orto botanico alcune piante in vaso avevano dei sacchetti di carta sui fiori femminili ad evitare l'autoimpollinazione.

Durante le uscite nei giardini di via Aicardo accanto alla scuola, nel tentativo di classificare alcuni alberi presenti, l'osservazione e la descrizione delle piante di ginkgo ci ha portato a capire che le differenze osservate erano tra esemplari che portano solo fiori femminili e altri che portano solo fiori maschili.

Come si vede nell'immagine qui a destra, un ragazzo ha voluto portare all'open day la sua collezione di piante carnivore e ha spiegato a tutti, con entusiasmo, uno degli adattamenti più curiosi del regno vegetale. Infatti alcune piante che crescono in terreni poveri di sali minerali integrano il loro fabbisogno di azoto catturando insetti e in zone tropicali perfino piccoli vertebrati.

Aiutandoci con il microscopio osserviamo il polline.

Prima osserviamo gli stami «sporchi» di polline con lo stereomicroscopio.

Poi prepariamo un vetrino.

Facciamo cadere il polline da uno stame sul vetrino portaoggetto, aggiungiamo una goccia d'acqua e copriamo con il coprioggetto per osservarlo al microscopio a 80x.

Le nostre osservazioni ci hanno portato a capire che c'è una relazione stretta tra la forma del fiore e la strategia che la pianta usa per l'impollinazione.

Abbiamo confrontato i fiori pendenti di nocciolo e di noce nero, pronti a far cadere il polline al primo alito di vento con altri in cui la presenza del calice e della corolla rendono il polline accessibile solo agli insetti impollinatori.

### *Il frutto custodisce i semi*

Campioni di frutti secchi e carnosì in mostra. Li abbiamo collezionati andando a fare la spesa e durante una passeggiata nei giardini pubblici vicino alla scuola.

Dal tarassaco al peperone, dallo zucchini all'acero, dal pomodoro al baccello di fagiolo, fino ad arrivare a tutti quelli che in tavola normalmente i ragazzi chiamano frutta.

Li abbiamo osservati e descritti.

Prima dall'esterno.

Poi li abbiamo sezionati sia trasversalmente che longitudinalmente e abbiamo scoperto la posizione dei semi al loro interno.

Abbiamo anche cercato di dare loro il nome scientifico corretto.

Come si vede nell'immagine che segue, il banchetto del frutto era posizionato accanto a quello del fiore, per evidenziare immediatamente, e spiegare meglio, la sequenza di sviluppo di questi organi della pianta.



*Il seme è l'embrione della nuova pianta*

Campioni di semi scelti anche tra quelli commestibili.

Ne abbiamo osservato la varietà di forme e di dimensioni. Abbiamo registrato se erano avvolti in un involucro coriaceo o legnoso. Abbiamo provato a spezzarli e abbiamo visto che si possono riconoscere due grandi gruppi: monocotiledoni e dicotiledoni.

All'interno di alcuni semi si vede già un piccolo embrione.



Per dimostrare che dal seme può nascere una intera nuova pianta, abbiamo costruito un semplice germinatoio utilizzando un barattolo di vetro, della carta a quadretti, sabbia e acqua.

La carta a quadretti ha permesso di misurare meglio la crescita, dall'ingrossamento del seme per tutta la crescita delle radici e del fusto.

I semi sono stati infilati tra il vetro e la carta, che a sua volta era a contatto con la sabbia umida, così i ragazzi hanno potuto osservare la piantina isolata nelle prime fasi della germinazione.



L'utilizzo contemporaneo di mais e fagioli ha permesso di osservare le differenze tra monocotiledoni (il mais) e dicotiledoni (il fagiolo) nella germinazione.

Nelle dicotiledoni dall'embrione nasce prima la radichetta e, in un secondo momento, il germoglio è spinto all'esterno del suolo incurvato, in modo da proteggere le foglie.

Invece, nelle monocotiledoni, il germoglio e la radichetta crescono quasi contemporaneamente, sono avvolti da una guaina e non si incurvano.

Abbiamo anche imparato che la germinazione del fagiolo viene detta epigea, mentre si parla di germinazione ipogea quando i cotiledoni restano nel sottosuolo.

## Classificazione ed evoluzione

Al termine del percorso abbiamo creato due angoli dedicati alla classificazione delle piante.

La prima tappa è il risultato di un lavoro fatto nei giardini di via Aicardo adiacenti alla scuola dove, utilizzando delle chiavi dicotomiche semplificate (di cui mostro un esempio nella tabella che segue), abbiamo classificato ginkgo, pino, acero e noce nero, i primi quattro alberi incontrati.

I ragazzi seguendo la strada segnata dalle chiavi hanno cercato il materiale richiesto come descritto, quindi, guidati, hanno imparato a riconoscere la forma delle foglie, del loro margine, scoprire cosa vuol dire drupa o baccello o cono....

La cosa che li ha colpiti di più in questo lavoro è stata la percezione di un numero enorme di strade percorribili per arrivare alla classificazione finale e della loro complessità, quindi lo stupore per la molteplicità di specie esistenti.

A distanza di mesi, attraversando i giardinetti vicino a scuola, osservano ancora le differenze stagionali dei quattro alberi che hanno imparato a chiamare per nome e ogni tanto arrivano in classe con una foglia o un seme per documentare la loro scoperta. Alcuni di loro hanno cercato di utilizzare le chiavi da soli per dare un nome agli alberi della loro via e mi hanno aggiornato dei progressi (prof, devo aspettare i frutti...).



	caratteristiche	a	genere
1	Foglia aghiforme o squamiforme	2	
1'	Foglia a lamina espansa	25	
2	Foglia aghiforme	3	
2'	Foglia squamiforme	18	
3	Foglia inserita singolarmente sui rami	4	
3'	Foglia inserita sui rami a verticilli di 3 in modo singolo o a gruppi (riunite in fascetti di 2 o più)	15	
4	Foglia persistente e coriacea con apice non ricurvo	5	
4'	Foglia diversa da sopra	12	
5	Piante con fiori urceolati, riuniti in infiorescenze o portati singolarmente		<i>g. Erica</i>
5'	Piante senza fiori, ma con microsporofilli e macrosporofilli riuniti in coni	6	
6	Coni femminili allungati a pigna, lunghi oltre 5 cm	7	
6'	Coni femminili diversi da sopra	9	
7	Coni femminili penduli e integri a maturità	8	
7'	Coni femminili eretti e tendenti a disarticolarsi a maturità		<i>g. Abies</i>
8	Coni femminili con squame tricuspidate		<i>g. Pseudotsuga</i>
8'	Coni femminili con squame non tricuspidate		<i>g. Picea</i>
9	Coni femminili a pigna più piccoli di 3 cm		<i>g. Tsuga</i>
9'	Coni femminili diversi da sopra	10	
10	Coni femminili carnosi e rossastri		<i>g. Taxus</i>
10'	Coni femminili diversi da sopra	11	
11	Cono femminile carnoso, ovoidale e brunastro		<i>g. Cephalotaxus</i>
11'	Cono femminile rappresentato da uno strobilo legnoso ovoidale e brunastro (2-2,5 cm)		<i>g. Sequoia</i>
12	Foglia aghiforme coriacea persistente con apice ricurvo	13	
12'	Foglia tenera, aghiforme, caduca	14	
13	Foglia inserita tutto intorno ai rami, cono femminile grande e tondo		<i>Araucaria excelsa</i>
13'	Foglie inserite in modo spirale, addossate ai rami, cono femminile sferico, di 15-20 mm con squame uncinatate		<i>Cryptomeria japonica</i>
14	Foglie opposte, lunghe 3-4 cm, cono ovoidali e pedunculati		<i>g. Metasequoia</i>
14'	Foglie non opposte lunghe 1 cm, cono sessili e tondi		<i>g. Taxodium</i>
15	Foglie inserite in modo singolo o a verticilli di 3		<i>g. Juniperus</i>
15'	Foglie inserite sui rami a gruppi (due o più insieme)	16	
16	Foglie inserite a gruppi di 2-3-(4)-5 sui rami		<i>g. Pinus</i>
16'	Foglie inserite a gruppi di 20-40 (o più)	17	
17	Foglie persistenti e coriacee		<i>g. Cedrus</i>
17'	Foglie tenere e caduche		<i>g. Larix</i>
18	Squame grandi, più di 2-3 cm, rigide ed appuntite		<i>Araucaria araucana</i>
18'	Squame più piccole di 1 cm	19	
19	Piante con fiori piccolissimi riuniti in infiorescenze a racemo poste tutto intorno ai ramuli		<i>g. Tamarix</i>
19'	Piante senza fiori, ma con microsporofilli e macrosporofilli riuniti in strutture coniche o tondeggianti (galbuli e strobili)	20	
20	Squame piccole, sollevate, triangolari e pungenti, galbuli tondi e carnosi		<i>g. Juniperus</i>
20'	Squame piccole e addossate ai rametti, apice non pungente	21	
21	Ramuli a sezione tondeggianti e galbuli tondi o ovoidali con diametro maggiore di 2 cm		<i>g. Cupressus</i>

Estratto da:  
"Chiavi Dicotomiche di Identificazione Semplificate"  
di Mario Ferrari

La seconda tappa nella classificazione ha visto esposto il materiale delle piante dalle più semplici alle più complesse così come le abbiamo osservate e raccolte visitando l'orto botanico dell'Università degli Studi di Milano.

Sulla *lim* scorrevano le foto della visita e le immagini delle piante e i ragazzi spiegavamo ai visitatori le caratteristiche essenziali che, di gruppo in gruppo, scandiscono l'evoluzione dei vegetali. Un'alga, un muschio, il fusto sterile di un equisetto, parte di una foglia di felce in cui si vedono bene le spore, un pezzetto di ramo di tasso, un fiore di ranuncolo, il suo ovario, una foglia di quercia. Sono solo parti dei vegetali che abbiamo osservato, ma i ragazzi hanno imparato a riconoscere una molteplice complessità delle forme e abbiamo messo in fila le parti secondo un ordine di tipo evolutivo delle piante di appartenenza.

Abbiamo anche dato un nome alle piante osservate, non ancora il nome latino, ma il gruppo di appartenenza: Alghe, Briofite, Pteridofite (l'equiseto e la felce), Spermatofite: Gimnosperme (il tasso, una conifera come il pino) e Angiosperme (il ranuncolo e la quercia).



### In conclusione

L'avventura di scoperta condivisa con i miei studenti, che ho cercato di raccontare all'open day e in questo contributo, ha avuto anzitutto per me un risvolto importante: accorgermi ancora della ricchezza del mondo della natura in cui viviamo e delle molteplici strade per conoscere, o approfondire, di volta in volta, aspetti nuovi.

Una molteplicità di approcci e di scoperte che si è rivelata chiaramente anche ai visitatori: il tempo e le energie dedicati alle uscite sul campo, alle osservazioni a occhio nudo o con il microscopio, alle attività sperimentali ci hanno fatto compiere passi notevoli anche nelle capacità di organizzare il lavoro e di ragionarci sopra.

È anche interessante notare che la classificazione dei viventi, per molti anni considerata una operazione inutile nella didattica delle scienze naturali, si è invece dimostrata una esigenza per «fare ordine» nelle conoscenze che avevamo acquisito in più di tre mesi di intenso lavoro scolastico.

Angela Ivaldi

(Docente di Scienze presso la Scuola Secondaria di Primo Grado "La Zolla" di via Carcano - Milano)

L'attività descritta è stata svolta nelle classi prime nell'anno scolastico 2016-2017 ed è stata presentata all'open day nell'anno 2017.

È stata discussa e condivisa nel Gruppo di Ricerca di Scienze, «Educare Insegnando», promosso dall'Associazione Culturale "Il rischio Educativo" coordinato da Maria Elisa Bergamaschini e Maria Cristina Speciani.

