

INNOVAMBIENTE: un'esperienza interdisciplinare di integrazione tra scienze naturali, matematiche e informatiche

Troppo spesso la scuola appare distante dagli alunni, ancorata a contenuti che sembrano scarsamente applicabili e a metodi di insegnamento che producono scarsi risultati, perché non sono in grado di integrarsi con il linguaggio della società digitale in cui viviamo. Questo contributo, realizzato nell'ambito del progetto INNOVASCUOLA promosso dal Dipartimento per l'Innovazione e il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, propone un approccio innovativo interdisciplinare per l'insegnamento delle scienze naturali, della matematica e dell'informatica nella scuola secondaria di primo grado attraverso un percorso didattico unificato nel quale gli esperimenti di scienze rappresentano la base per applicare semplici regole matematiche e per utilizzare semplici strumenti informatici.

MELANIA MASUCCI, ANIELLO MURANO, SALVATORE CUOMO, BIAGIO D'ANIELLO

nostri ragazzi hanno a disposizione una grande quantità di strumenti digitali, vivono in una società in cui la comunicazione è mediata da immagini, suoni, video, social network e consente di esprimere il loro essere in forme diverse. Sono i cosiddetti «nativi digitali» (Prensky, 2001) che apprendono per esperienze e approssimazioni successive piuttosto che attraverso l'approccio classico logico-sistematico (Ferri, 2005). La scuola deve essere in armonia con le esigenze della società e per fare ciò deve comunicare utilizzando gli stessi mezzi e metodi, pena la perdita di autorevolezza, d'immagine e d'efficacia.

Nell'esperienza quotidiana d'insegnamento si assiste al fatto che i *curricula* della didattica delle scienze sono spesso basati su libri di testo e su modalità di insegnamento dove i contenuti sono proposti come temi distinti. Gli stessi, poi, vengono riassemblati quando sono richieste applicazioni più complesse. Eppure è noto da lungo tempo che un approccio di apprendimento frammentato è meno efficace (Oberholzer, 1937; Vars, 1992). Ciò è ancora più vero nella società moderna, dove è ben chiaro che la combinazione di varie discipline, metodi pedagogici, persone e competenze migliorano profondamente la qualità dell'apprendimento, rendendo le

scienze accessibili a tutte le tipologie di studenti (Mathison, 1997). Se si guardano le statistiche fornite dall'Organizzazione per la Cooperazione Economica e lo Sviluppo (OCSE), Program for International Student Assessment (PISA, 2006), risulta che, su 57 paesi industrializzati monitorati, gli studenti italiani sono risultati al 36° posto per le scienze naturali e al 38° posto per la matematica. Questi risultati, che collocano i nostri studenti ad un livello molto basso, sottolineano la necessità di approcci di apprendimento innovativi.

Tra le diverse iniziative Europee per la promozione e l'integrazione di diversi approcci didattici, è stato recentemente bandito il progetto INNOVASCUOLA proposto dal Dipartimento per l'Innovazione e il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (www.innovascuola.gov.it). INNOVASCUOLA ha come obiettivo quello di fornire a tutte le scuole d'Italia, di ogni ordine e grado, tutte le opportunità offerte dalla tecnologia dell'informazione e della comunicazione; in particolare, facilitare l'introduzione di metodi didattici innovativi per insegnanti e studenti; innescare un processo virtuoso di innovazione che parta dalle scuole stesse, favorendo l'espressività di insegnanti e studenti, permettendo loro di sviluppare e condividere contenuti digita-

li. Questo lavoro descrive il progetto sperimentale, INNOVAMBIENTE, approvato all'interno dell'iniziativa INNOVASCUOLA. INNOVAMBIENTE ha come obiettivo la realizzazione di un processo innovativo di insegnamento della matematica, dell'informatica e delle scienze naturali, attraverso un percorso didattico unificato nel quale gli esperimenti di scienze rappresentano la base per applicare semplici regole matematiche e per utilizzare semplici strumenti informatici.

Proposta didattica: un percorso sperimentale interdisciplinare

Il presente progetto è stato realizzato considerando come suoi destinatari dapprima 30 docenti e poi circa 600 studenti della scuola secondaria di primo grado. L'approccio metodologico sperimentale prevede la progettazione e la realizzazione di semplici esperimenti scientifici, facilmente riproducibili nei locali della scuola. Inoltre viene utilizzato il più grande laboratorio di scienze naturali sempre disponibile e aperto a tutti in qualsiasi momento: l'ambiente naturale.

Abbiamo scelto, in maniera non casuale, di correlare strettamente le scienze naturali, quelle matematiche e computazionali al fine di convogliare il sapere depositario di ciascuna di esse intorno al medesimo problema, ma senza che esse perdano la loro identità. Riteniamo che questo tipo di approccio didattico renda la matematica una disciplina meno isolata e teorica, e metta in risalto il suo aspetto applicativo ed orientato al «problem solving» (Murano et al., 2009).

Ci preme sottolineare che l'approccio didattico che andiamo a proporre non è una banale esercitazione pratica volta a potenziare nozioni acquisite teoricamente, ma l'esperimento rappresenta il momento didattico principale.

In questo modo l'allievo, non avendo substrati teorici sistematici, impara maggiormente commettendo errori e costruendosi gli strumenti e le strategie più adatte, sviluppando meglio le sue capacità intuitive. Il docente provvederà a sottolineare di volta in volta gli aspetti peculiari del fenomeno.

Gli obiettivi del progetto

Gardner (1997) affermava che: «*Nei sistemi educativi contemporanei, molti studenti vengono considerati ingiustificabilmente dei successi, così come molti altri vengano considerati senza motivo dei fallimenti*». Riteniamo che le principali cause degli insuccessi siano legate al fatto che nella didattica delle discipline scien-

tifiche gli allievi apprendono in maniera passiva le informazioni che fornisce il docente. Ciò naturalmente assicura il conseguimento degli obiettivi prefissati per le tipologie di studenti che hanno buone capacità di astrazione, ma spesso fallisce con gli studenti più portati per le attività pratiche, non raggiungendo, quindi, una parte importante della platea studentesca.

«*L'apprendimento in genere e la soluzione di problemi sono basati sulla esplorazione di differenti alternative, l'istruzione deve facilitare e regolare tale esplorazione da parte del discente*» (Bruner, 1992). Con questa proposta progettuale si vuole, dunque, esplorare un percorso che parta dalla base con un esperimento condotto dal discente, in modo da acquisire un dato tangibile sulla realtà che lo circonda.

Per contro, al docente spetta la parte organizzativa, di controllo e monitoraggio delle fasi esecutive. Secondo questo schema il vero protagonista della sua formazione è l'allievo, che, dovendo affrontare di volta in volta nuovi problemi, sarà indotto a sviluppare e raffinare le sue capacità intuitive.

In questo modo si tenterà di utilizzare al meglio l'intelligenza emotiva dell'allievo, intesa come «*la capacità di motivare se stessi, di persistere nel perseguire un obiettivo nonostante le frustrazioni*» (Goleman, 1997). Infatti, lavorando su materiale personalmente prodotto, egli avrà ottime motivazioni che lo predisporranno nella maniera migliore per l'apprendimento e l'approfondimento delle nozioni.

Un altro problema, ben noto agli insegnanti di matematica, è che spesso il discente percepisce questa disciplina come una serie di regole complicate e di nozioni isolate, perché non ne vede l'immediata applicabilità. L'idea di questo progetto è quella di far seguire l'analisi matematica e quella computazionale immediatamente a quella sperimentale, in modo che lo studente impari e applichi le regole della matematica a dati scientifici da lui stesso raccolti (D'Aniello et al., 2009).

Ciò premesso, volendo ora sintetizzare quelli che sono gli obiettivi della presente proposta progettuale, si riportano di seguito le «key words» che riassumono il percorso didattico:

- *sperimentazione*: approntare semplici esperimenti scientifici per coinvolgere didatticamente il discente;
- *autoformazione*: imparare a rendere lo studente parte integrante della sua formazione attraverso la sperimentazione;
- *unificazione della didattica delle scienze*: imparare a proporre le nozioni di scienze naturali, matematiche e computazionale come un'unica disciplina;
- *tecnologia*: utilizzo di strumenti tecnologici innovativi come la lavagna interattiva multimediale (LIM).

Casi di studio

Il progetto è organizzato in schede didattiche basate sui contenuti dei programmi ministeriali. Ogni scheda è in realtà un esperimento che segue un percorso mirato in cui il docente organizza i dati in maniera digitale, in modo da proporre una didattica più motivante e coinvolgente per lo studente, grazie all'utilizzo di mezzi comunicativi più consoni allo stile di pensiero dell'allievo moderno.

In questo modo si cerca di stimolare le risorse intellettuali e la creatività degli insegnanti, affinché riescano a proporre agli studenti le discipline curriculari utilizzando gli strumenti a loro più vicini: i video-giochi, Internet o la musica e la televisione digitale. In particolare riteniamo indispensabili alcuni strumenti offerti dalle nuove tecnologie: le Lavagne Interattive, i sistemi di video-proiezione interattiva di contenuti didattici, la condivisione in rete di ricerche e risultati, ecc. Al fine di rendere più esplicito l'approccio didattico sono di seguito riportate tre schede, in ciascuna delle quali viene illustrato il percorso didattico relativo al tema affrontato e le nostre proposte d'integrazione tra le diverse discipline scientifiche.

Caso studio 1. La biodiversità

Questo esperimento è condotto nell'ambiente e si basa sulla osservazione di diverse specie di farfalle utilizzate come bioindicatori. L'approccio metodologico è condotto percorrendo un transetto, cioè un percorso prefissato di 300 metri di macchia mediterranea in una area naturale protetta. È meglio se si dispone già di dati scientifici noti sui lepidotteri dell'area (D'Aniello e Balletto, 2008). Gli studenti iniziano il loro esperimento annotando il tipo ed il numero di individui osservati in diverse specie di farfalle, mediante l'uso di guide naturalistiche sui lepidotteri. È ammessa anche la possibilità di catturare con il retino alcuni individui al fine di identificarne la specie e poi liberarli.

Successivamente gli studenti ripetono lo stesso esperimento in un ambiente non protetto ma con una vegetazione simile, al fine di confrontare i dati ottenuti. Il grado di precisione sarà ovviamente basso, ma, in questo contesto, l'obiettivo non è quello di formare tecnici, ma di misurare con una certa approssimazione la biodiversità.

Si supponga che gli allievi abbiano osservato durante l'esperimento otto specie diverse complessive tra i due ambienti (fig. 1).

In questa fase, agli studenti viene posto il problema di realizzare un modello matematico da applicare all'esperimento effettuato per migliorarne la rappresentazione

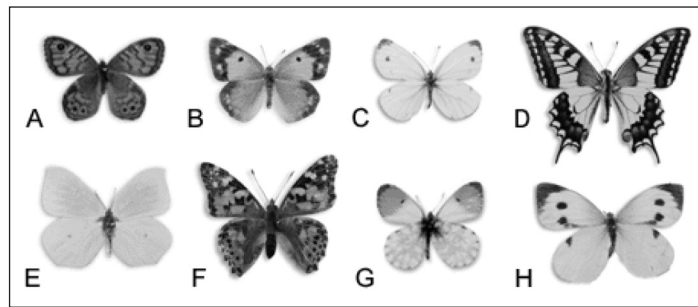


Fig. 1 Specie di farfalle: A) *Lasiommata megera*, B) *Colias crocea*, C) *Pieris rapae*, D) *Papilio machaon*, E) *Gonepteryx cleopatra*, F) *Vanessa cardui*, G) *Anthocharis cardamines*, H) *Pieris brassicae*.

e comprendere compiutamente la correlazione tra i dati e i risultati. In questi casi può essere molto utile il concetto di «funzione», ossia la ricerca di una relazione tra il numero delle specie (e d'individui di ogni specie) e un indice di biodiversità. In questo modo il concetto di biodiversità diventa un'applicazione reale delle teorie matematiche. Tornando al nostro esempio, supponiamo che gli studenti abbiano raccolto i seguenti dati ambientali in area protetta (P) e non protetta (NP) (fig. 2).

A1	SPECIE		D	E
	A	B	C	
	SPECIE	AREA PROTETTA P	AREA NON PROTETTA NP	
1				
2	A. <i>Lasiommata megera</i>	7	0	
3	B. <i>Colias crocea</i>	12	3	
4	C. <i>Pieris rapae</i>	20	32	
5	D. <i>Papilio machaon</i>	4	1	
6	E. <i>Gonepteryx cleopatra</i>	3	0	
7	F. <i>Vanessa cardui</i>	5	1	
8	G. <i>Anthocharis cardamines</i>	10	2	
9	H. <i>Pieris brassicae</i>	7	0	
10				
11				

Fig. 2 Foglio di Excel in cui sono archiviati i dati.

Siccome il numero totale di specie osservato è 68 in P e 38 in NP, indicando con pI per I in $\{A, \dots, H\}$ – il numero di specie osservato in ciascun ambiente (fig. 1) – si ottiene che:

- pA : 7/68 per P e 0/39 per NP (specie A);
- pB : 12/68 per P e 3/39 for NP (specie B);
- pC : 20/68 per P e 32/39 for NP (specie C);
- pD : 4/68 per P e 1/39 for NP (specie D);
- pE : 3/68 per P e 0/39 for NP (specie E);
- pF : 5/68 per P e 1/39 for NP(specie F);
- pG : 10/68 per P e 2/39 for NP (specie G);
- pH : 7/68 per P e 0/39 for NP (specie H).

Dopo aver calcolato la frazione di ogni specie sul totale, si propone agli allievi una versione semplificata dell'indice di biodiversità di Simpson (1949), calcolando la somma dei quadrati delle frazioni. Senza elevare al quadrato, la somma delle frazioni darebbe 1 in entrambi gli ambienti e questo non ci permetterebbe una differenziazione. Invece, elevando al quadrato:

$$D = p_A \cdot p_A + p_B \cdot p_B + \dots + p_H \cdot p_H,$$

si ottiene rispettivamente per l'area protetta P e quella non protetta NP i valori di D_P (indice di biodiversità in P) e D_{NP} (indice di biodiversità in NP):

$$D_P = 0,01384 \quad e \quad D_{NP} = 0,0254$$

e, come atteso, si osserva che entrambi i numeri sono compresi tra 0 e 1. Ora, al di là della simbologia matematica, si noti che l'allievo non deve fare altro che applicare semplici concetti sulle operazioni elementari dell'aritmetica di base. L'obiettivo è quello di capire cosa significa indice di biodiversità, quindi gli studenti apprendono direttamente che, utilizzando l'indice di Simpson (opportunosamente semplificato): «più l'indice è prossimo allo zero e maggiore è la diversità e l'eterogeneità dell'ecosistema considerato». Pertanto, gli studenti possono logicamente concludere che l'ambiente non protetto è, rispetto a questi dati, meno eterogeneo di quello più naturale. Sia i dati in input che quelli in output di questo esperimento sono successivamente organizzati tramite banche-dati semplici (per la memorizzazione dei dati) e strumenti multimediali che permettono un'interpretazione grafica della biodiversità (fig. 3).

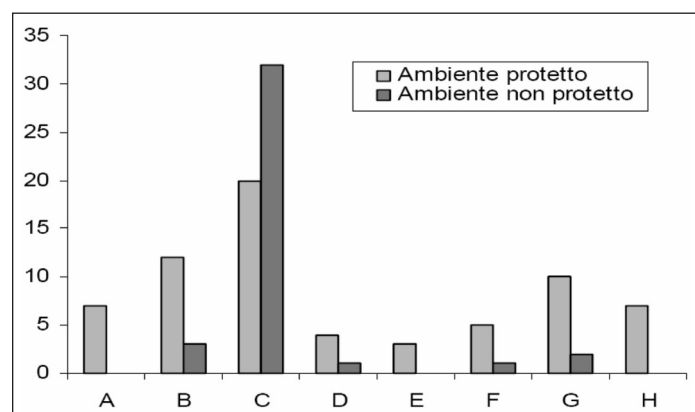


Fig. 3 Grafico ottenuto mediante Excel. Si noti la visualizzazione grafica della biodiversità dei lepidotteri. Nell'ambiente protetto ci sono più specie più o meno equamente rappresentate, laddove in ambiente degradato ci sono meno specie e una sola è dominante.

In conclusione che cosa hanno appreso gli studenti da questo processo interdisciplinare? Studiano l'ambiente, attraverso l'analisi della biodiversità utilizzando l'aritmetica e gli strumenti informatici.

Caso studio 2. Misure del pH e della conducibilità elettrica dell'acqua

Questo esperimento riguarda la valutazione e la registrazione delle modifiche del pH e della conducibilità elettrica dell'acqua mediante l'utilizzo di strumenti elettronici, la raccolta dei dati e l'interpretazione dei risultati.

L'esperimento prevede le seguenti tappe. Si preparano 2 becher in uno dei quali sono posti 50 ml di acqua di fonte e nel secondo 50 ml di acqua distillata. Nel primo è posto l'elettrodo dello strumento che misura il pH, (pHmetro); nel secondo s'introduce un conduttimetro che registra la misura della conducibilità elettrica. In seguito si preparano due soluzioni per apportare modifiche a quelle di partenza. La prima soluzione, costituita da succo di limone opportunamente filtrato, servirà per abbassare in maniera progressiva il pH, laddove una soluzione salina contenente cloruro di sodio (NaCl), il comune sale da cucina, sarà utilizzata per alzare la conducibilità elettrica dell'acqua distillata.

Nel becher contenente acqua di fonte sono aggiunte mediante una pipetta gocce di succo di limone, mentre nel secondo sono riversate gocce della soluzione di NaCl. Dalle soluzioni iniziali si rilevano i dati relativi ai parametri oggetto dell'esperimento registrando i cambiamenti provocati dall'aggiunta di ogni singola goccia di soluzione. I dati sono riportati contestualmente in un foglio elettronico in cui a partire dalla seconda goccia si riserva una colonna in cui sono riportati i valori «attesi» (Fig. 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H
2	unità	valore	differenza	valore previsto		pH calcolato	differenza	pH previsto
3	0	0				6,53		
4	1	111	111			6,22	0,31	
5	2	218	107	222		6	0,22	5,91
6	3	302	84	325		5,8	0,2	5,78
7	4	416	114	386		5,6	0,2	5,6
8	5	505	89	530		5,42	0,18	5,4
9	6	620	115	594		5,25	0,17	5,24
10	7	693	73	735		4,95	0,3	5,08
11	8	798	105	766		4,68	0,27	4,65
12	9	898	100	903		4,4	0,28	4,41
13	10	992	94	998		4,15	0,25	4,12

Fig. 4 Tabulato in Excel che riporta le variazioni delle soluzioni di partenza in seguito all'aggiunta delle gocce delle soluzioni di limone e NaCl e le colonne con i valori attesi.

Ciò consentirà l'applicazione ortodossa del metodo scientifico che prevede la dimostrazione sperimentale di un'ipotesi. In questo caso, sulla base delle conoscen-

ze pregresse, prevediamo che il succo di limone abbasserà i valori numerici del pH, mentre le gocce di soluzione salina innalzeranno quelli dell'acqua distillata. L'ipotesi è che questi cambiamenti seguiranno una progressione aritmetica, cioè che l'aggiunta di unità di soluzione (gocce) determinerà un cambiamento lineare.

In questo contesto è utile precisare che la concentrazione di acido citrico nel succo di limone e la quantità di sale nella soluzione non hanno rilevanza per questo esperimento, nel quale, per i nostri obiettivi, le gocce saranno considerate come unità matematiche. A questo punto l'allievo noterà che il valore atteso raramente concorda con quello reale. Questo lo indurrà a pensare che l'ipotesi iniziale non sia pienamente sostenuta dall'esperimento.

Ciò, in effetti, è proprio quello che voleva il docente, in quanto gli consente d'introdurre il concetto dell'errore nella misura. In effetti, si osserva che il valore della ragione d , ottenuta dalla differenza di due misurazioni successive, varia di volta in volta. Esso in una progressione aritmetica dovrebbe essere costante. Per distribuire l'errore in maniera uniforme si potrebbe considerare un valore:

$$d^* = \frac{(d_1 + d_2 + d_3 + \dots d_n)}{N}$$

ottenuto dalla media dei valori d_i ottenuti successivamente. L'errore di campionamento deriva da diversi fattori: scarsa precisione dello strumento elettronico, impossibilità di controllare rigorosamente la quantità di liquido nella goccia e, ovviamente, errore umano.

Per rendere minimo l'errore si può considerare la relazione $a_n = f(a_{n-1})$ come se fosse un fenomeno che si modella attraverso una funzione lineare ottenuta dai dati sperimentali:

$$Ph(x) = f(x) = mx + q.$$

Questa retta deve essere quella che minimizza l'errore sui dati rilevati (retta dei minimi quadrati). I valori di m e q sono ottenuti dai dati sperimentali applicando le formule che sono ovviamente improponibili agli studenti della secondaria di primo grado.

$$(1) \quad m = \frac{\sum x_i \cdot \sum y_i - N \sum y_i x_i}{(\sum x_i)^2 - N \sum (x_i)^2}$$

$$(2) \quad q = \frac{\sum x_i \cdot \sum (x_i y_i) - \sum (x_i)^2 \sum y_i}{(\sum x_i)^2 - N \sum (x_i)^2}$$

Tuttavia, i concetti racchiusi da equazioni complesse si possono riprodurre graficamente in maniera elementare. Per semplicità di trattazione si prende un foglio di carta a quadretti. Si disegnano due rette di riferimento (assi di riferimento) e i punti della tabella corrispondenti alle coppie: numero di gocce e pH misurato (Fig. 5). Si chiede all'allievo di osservare se i punti tracciati possono essere intercettati da una riga posata sul foglio. Lo studen-

te ha in questo modo una percezione diretta dell'errore di misura, in quanto non riuscirà a seguire i punti con la propria riga. Inoltre si richiede di considerare i punti 6 e 8 e quelli 0 e 1 si vedrà che le rette tracciate per ciascuna coppia di punti sono due e distinte (Fig. 6).

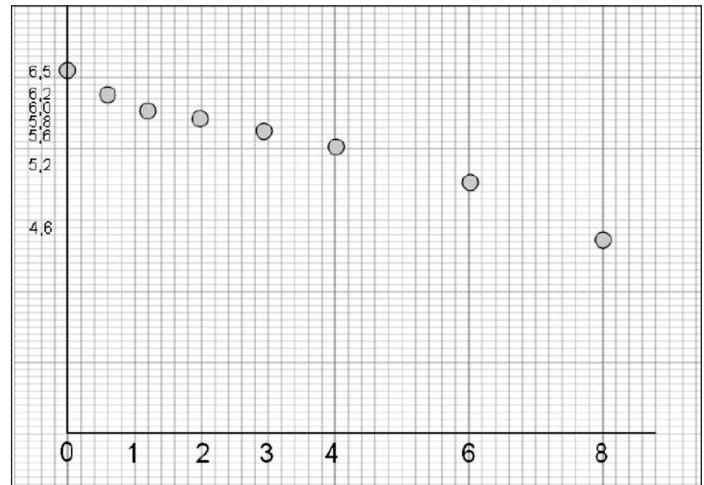


Fig. 5 Carta millimetrata su cui sono individuati i punti relativi alla tabella del pH.

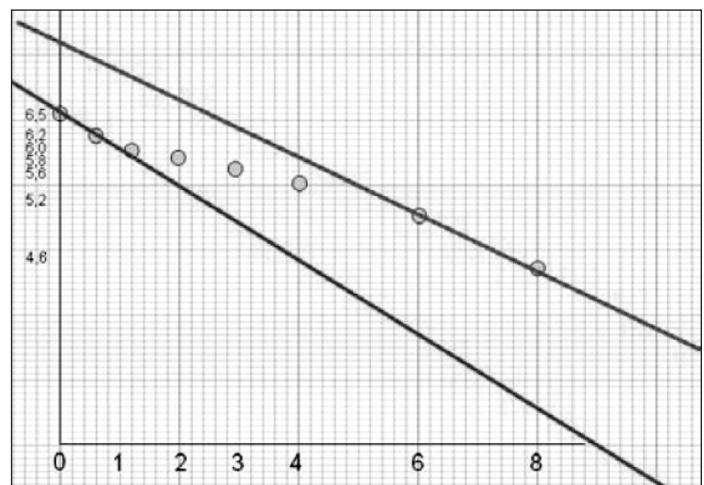


Fig. 6 Le due rette rappresentate non sono coincidenti, il che denota che l'ipotesi che le gocce determinano cambiamenti lineari non è rispettata appieno, perché c'è un errore di misura che è rappresentato graficamente proprio dalla discordanza delle rette.

Il passo successivo sarà quello di suggerire allo studente di disegnare una retta che non passi necessariamente per i punti segnati sul grafico ma che si scosti da essi il meno possibile. Quanto visto è una semplificazione del concetto di retta dei minimi quadrati, calcolata in maniera più complessa con le formule (1) e (2).

Si possono infine ottenere i grafici in fig. 5 e in fig. 6 attuando una strategia didattica di tipo ludico basata sul gioco della «battaglia navale»: unendo «magicamente» i

bersagli del gioco di ottenere il grafico del nostro esperimento.

Successivamente si passa all'analisi computerizzata del fenomeno mediante un foglio di calcolo, in modo da utilizzare tutti i valori ottenuti del pH e della conducibilità elettrica, notando che l'ipotesi iniziale è avvalorata in quanto i dati sono riportati su rette i cui valori del dato reale e quello atteso sono molto vicini (figg. 7 e 8).

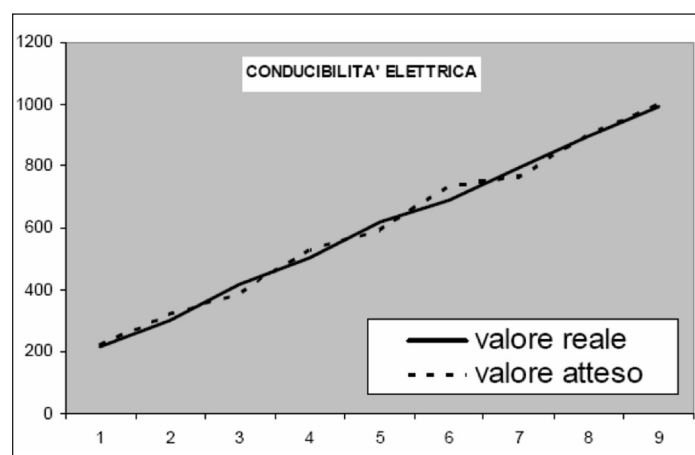


Fig. 7 Grafico di Excel: si osserva che la linea del valore reale della conducibilità elettrica e quella del valore atteso sono molto vicine, a conferma che l'errore è minimo.

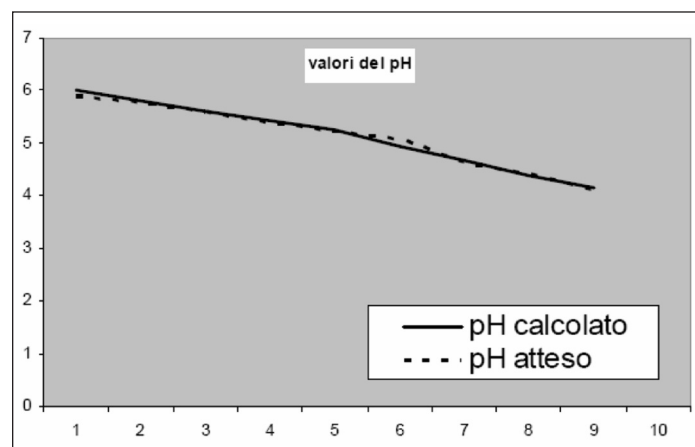


Fig. 8 Grafico di Excel: la linea del valore reale del pH e quella del valore atteso sono molto vicine, a conferma che l'errore è minimo.

A questo punto si richiede agli studenti di proporre un modello animato della conducibilità elettrica, utilizzando uno strumento di presentazione multimediale. Le cariche elettriche sono gli ioni positivi Na^+ e quelle negative Cl^- . Esse sono rappresentate da palline colorate che si muovono seguendo percorsi di animazione personalizzati secondo tempi diversi, in maniera continua rispettivamente verso l'anodo e il catodo (fig. 9).

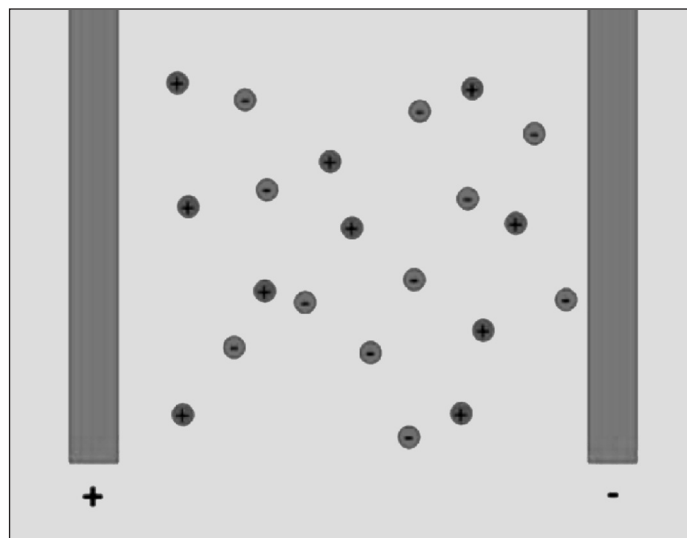


Fig. 9 Prospetto in Power Point di un modello della conducibilità elettrica. La trasmissione dell'elettricità è condotta dagli ioni positivi (più scuri) verso l'anodo e dagli ioni negativi (più chiari) verso il catodo.

In conclusione, riguardo agli aspetti formativi l'integrazione delle discipline permette di raggiungere diversi obiettivi:

- applicare il metodo scientifico;
- operare sulle soluzioni e utilizzare strumenti elettronici per ricavare i dati;
- comprendere il significato del pH e del passaggio della corrente attraverso le soluzioni;
- campionare l'esperimento in maniera opportuna;
- rappresentare i dati tramite fogli di calcolo;
- analizzare le correlazioni che sussistono tra le diverse misurazioni ed estrapolare il loro legame matematico;
- introdurre la teoria matematica dell'errore partendo dagli errori sistematici di misura;
- rappresentare la sintesi dell'esperimento tramite l'uso di strumenti di presentazione multimediale.

Caso studio 3. Teoria cellulare

L'esperimento inizia prelevando cellule umane dalla mucosa della guancia interna di un volontario. Le cellule delle mucose sono connesse in maniera lassa, per cui possono essere prelevate con una pipetta senza traumi, raschiando lievemente (Fig. 10).

Successivamente la punta della pipetta viene strisciata su un vetrino portaoggetti, dove le cellule aderiscono naturalmente.

Poi si depone su di esse una goccia di blu di metilene per colorarne i nuclei. Dopo qualche minuto si elimina il colorante in eccesso lavando il vetrino in un becher con-



Fig. 10 Un'insegnante preleva alcune cellule dalla mucosa della guancia.

tenente acqua, si asciuga l'acqua del vetrino sul lato opposto a quello sul quale sono deposti i campioni biologici, sovrapponendo di seguito il vetrino copri-oggetto.

Si passa poi all'osservazione al microscopio, connesso mediante una telecamera USB al computer della lavagna interattiva.

In questo modo è possibile visualizzare l'immagine a tutta la classe (Fig. 11).

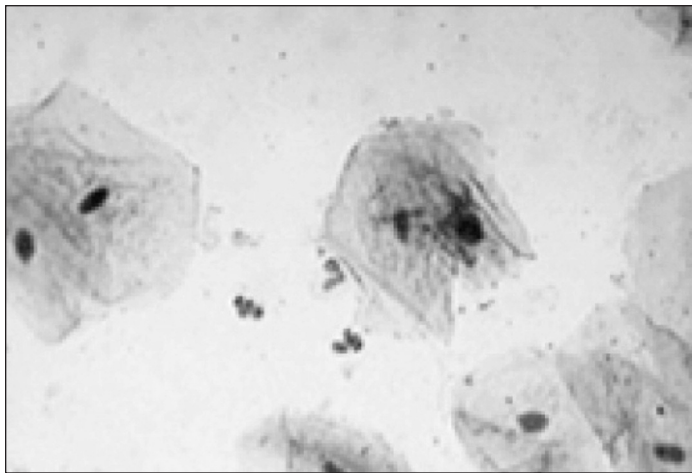


Fig. 11 Immagine al microscopio di cellule umane prelevate dalla mucosa della guancia e colorate con blu di metilene.

Inoltre, il docente può ricalcare i contorni della cellula, descriverne le varie parti con lo strumento di testo e salvare il lavoro.

Questo caso di studio permette di applicare anche alcuni concetti di geometria. Partendo dalla cellula osserviamo che essa ha una struttura che può essere approssimata ad una figura geometrica, in particolare a un esagono. Per semplicità si suppone che sia regolare (fig. 12). Quindi, si può misurare il lato e l'apotema e calcolarne il perimetro (p) e l'area (A) per mezzo delle formule:

$$p = 6 \cdot l \text{ e } A = a \cdot p/2.$$

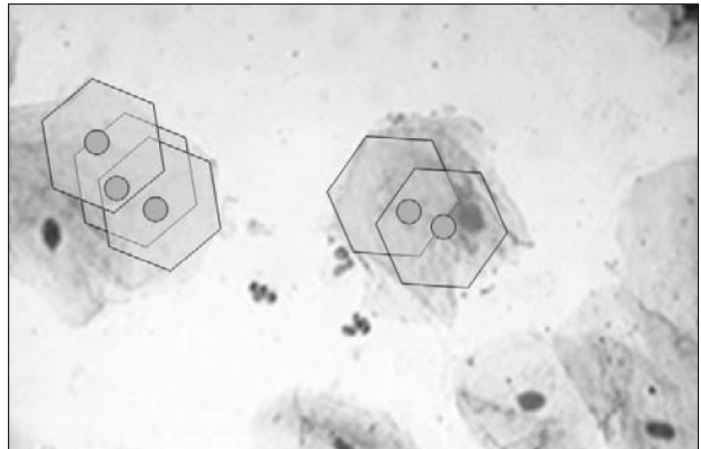


Fig. 12 Mediante i tools della lavagna interattiva si circondano le cellule con esagoni e i nuclei con cerchi.

Il lato l si misura tenendo conto della percentuale d'ingrandimento del microscopio e del proiettore mediante una semplice proporzione.

Il docente può chiedere agli studenti di calcolare l'area totale occupata dalla cellula sul vetrino e può anche porre nuovi problemi, come quello di sottrarre l'area del nucleo (approssimabile con un cerchio) per ottenere l'area citoplasmatica.

Per eseguire queste misure, il docente si può anche avvalere di software interattivi per la geometria euclidea, come *Cabri* o *GeoGebra* (Fig. 13).

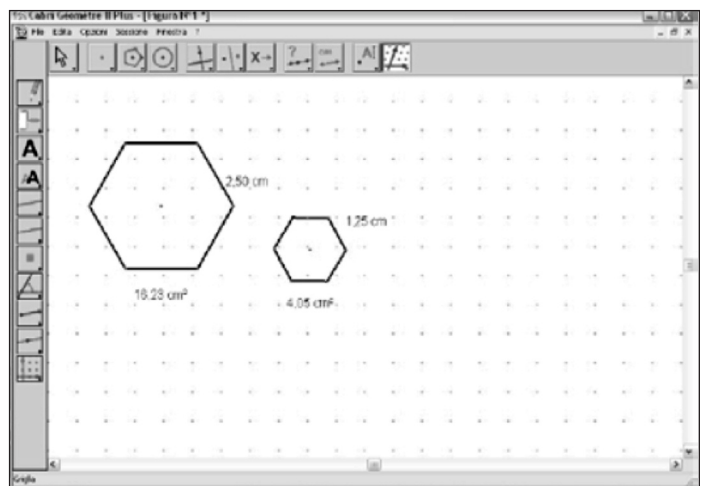


Fig. 13 Rappresentazione mediante il software *Cabri* degli esagoni ottenuti come approssimazioni delle cellule sul vetrino.

Lo stesso tipo di approccio didattico può essere applicato alle cellule vegetali, le quali, grazie alla parete cellulare rigida, hanno forme più stabili e geometrie più regolari. Inoltre, possono essere preparate in vivo con estrema facilità, ad esempio dalla pellicola epidermica

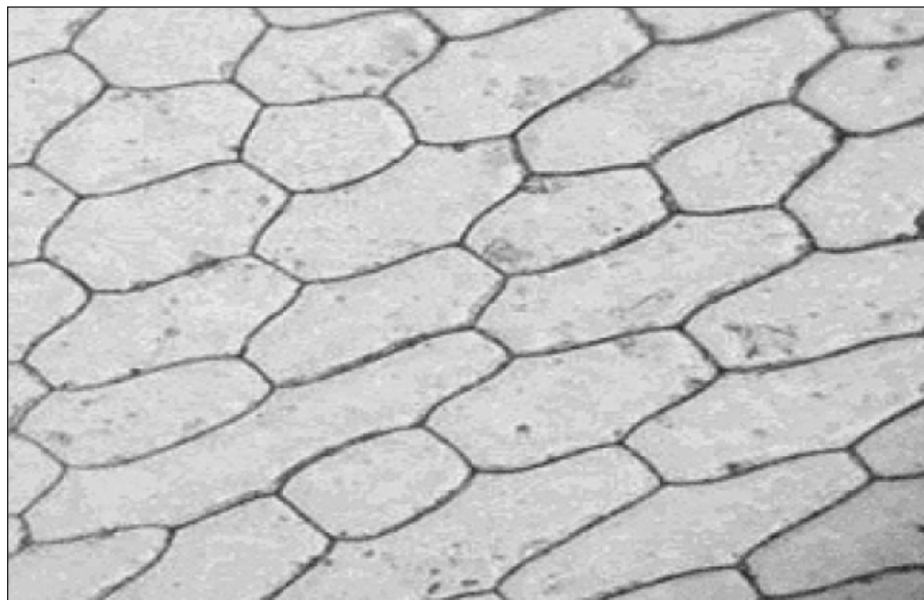


Fig. 14 Epitelio della costa interna della cipolla. Le cellule presentano strutture approssimabili con diverse forme geometriche.

interna della costa di una cipolla (fig. 14). Interessante è la possibilità di utilizzare le potenzialità di tali software direttamente sulla Lavagna Interattiva Multimediale al fine di condurre in maniera efficace una lezione di tipo laboratoriale sulla geometria euclidea.

In conclusione, con questa procedura lo studente compie un esercizio didattico complesso interdisciplinare, che lo obbliga a sperimentare, misurare, rappresentare. In questo modo impara l'esperimento, impara tutti i concetti che sono alla base della teoria cellulare e applica la geometria in un ambiente computazionale.

Conclusione

Questo lavoro propone un approccio innovativo interdisciplinare basato sul progetto INNOVAMBIENTE, per l'insegnamento di scienze naturali, matematica e informatica nella scuola secondaria di primo grado (D'Aniello et al., 2009; Murano et al., 2009; Cuomo et al., 2009). Questo approccio estende le classiche metodologie in due direzioni distinte. In primo luogo, si utilizzano esperimenti reali per mostrare l'efficacia delle discipline scientifiche nella risoluzione di problemi pratici. In secondo luogo si cerca di integrare le differenti discipline seguendo un percorso comune, in modo tale che ognuna di esse diventa complementare all'altra.

Quindi, partendo dalle scienze naturali, ogni esperimento immerge studenti in teorie matematiche, nella gestione dei dati elettronici acquisiti, e nella riproduzione dell'esperimento attraverso strumenti multimediali.

A seguito del progetto INNOVAMBIENTE, lo studente diventa l'attore principale della sua educazione e, dal momento che ha bisogno di affrontare di volta in volta nuovi problemi, sarà indotto a sviluppare e affinare le proprie capacità intuitive.

Melania Masucci

IC «G. Mameli» - Nola (NA)

Aniello Murano, Salvatore Cuomo,

Biagio D'Aniello

Facoltà di Scienze,

Università «Federico II» - Napoli

BIBLIOGRAFIA

- A. Murano, S. Cuomo, B. D'Aniello, *An Interdisciplinary Project Integrating Natural Science, Mathematics and Computer Science*, MJBAS. 1 (2): 313-318, 2009.
- B. D'Aniello, E. Balletto, *I lepidotteri ropaloceri del Sito d'Interesse Comunitario (SIC) - Monti di Lauro*, p. 98, UZI-69, Senigallia, 2008.
- B. D'Aniello, S. Cuomo, A. Murano. *The INNOVAMBIENTE Project: An Interdisciplinary Approach Integrating Natural Science, Mathematics and Computer Science*. In IEEE Computer Society, pp. 604-605, 2009.
- D. Goleman, *The Meditative Mind*, Tarcher, 1988.
- E.H. Simpson, *Measurement of diversity*, Nature pp. 163, vol. 688, 1949.
- E.E. Oberholzer, *An integrated curriculum in practice*, AMS Press, New York, 1937.
- G.F. Vars, *Integrated curriculum in historical perspective*, J. Educational Leadership, 49(2), 14-15, 1992.
- H. Gardner, *The Shattered Mind*, Knopf, New York, 1975.
- <http://www.innovascuola.gov.it/>.
- J.S. Bruner, *Acts of Meaning*, Harvard University Press, 1990.
- M. Prensky, Digital Natives, *Digital Immigrants in On the Horizon*, NCB University Press, Vol. 9 No. 5, 2001.
- OECD, *Science Competencies for Tomorrow's World. Programme for Int. Student Assessment*, Pisa, 2006.
- P. Ferri, E-Learning. *Didattica e comunicazione e tecnologie digitali*, Le Monnier, Milano, 2005.
- S. Cuomo, B. D'Aniello, A. Murano e E. Saulino, *An Interdisciplinary Science Learning Environment*, in Research, Reflections and Innovations in Integrating ICT in Education.
- A. Méndez-Vilas, A. Solano Martín, J.A. Mesa González e J. Mesa González, *EDS. FORMATEX*, Badajoz, Spain. Vol I: 325-329, 2009.
- S. Mathison e M. Freeman, *The Logic of Interdisciplinary Studies*, Conf. American Research Association, Chicago, 1997.