



dossier

a cura di Maria Caterina Vittori

Biodiversità: un patrimonio da salvaguardare

pagine I-XX

Paolo Ajmone Marsan, Licia Colli,
Riccardo Negrini, Virgilio Dionisi,
Annarita Ruberto,
Alessandro Voltolina, Patrizia Monetti.

«Non possiamo vincere
la battaglia per la
conservazione
delle specie e degli ambienti
se non creiamo un legame
emotivo tra noi e la natura,
perché non combatteremo
per salvare qualcosa che
non amiamo».

Stephen Jay Gould

Sommario

Scuola in atto

a cura di Orazio Branciforti (discipline scientifiche), Martina Bocchi e Carla Sacchi (discipline umanistiche).

Laboratorio interculturale

1a/ **Sviluppare la consapevolezza del proprio stile di apprendimento: sensoriale, cognitivo e socio-affettivo**

Claudia D'Imporzano XXI

Laboratorio "verso il Cgil"

3a/ **Ricerca informazioni: i simboli dello Stato (cittadinanza e Costituzione-tedesco)**

Evelyne Martin XXIII

Direttore: Pierpaolo Triani

Vicedirettore: Piero Cattaneo

Gruppo di redazione: Piero Cattaneo, Mario Falanga, Domenico Simeone, Martina Bocchi, Maria Caterina Vittori, Orazio Branciforti, Carla Sacchi, Sandro De Toni (redattore web)

Redazione e coordinamento: Paolo Infantino

Impaginazione: Marco Filippini

Segreteria: Maria Teresa Abbiatici

(sdid@ascuola.it - tel. 030.2993.245)

Progetto grafico: Studio Mizar; Bergamo

La copertina del fascicolo: una *Fratercula* (*Pulcinella di mare*). La fotografia è di Gloria Speziani.

Le Nazioni Unite hanno proclamato il 2010 Anno Internazionale della Biodiversità per portare l'attenzione del mondo intero sui problemi della distruzione e frammentazione degli ecosistemi e dell'estinzione delle specie, fenomeni che stanno procedendo ad un ritmo preoccupante in tutto il pianeta.

Nella prima parte dell'insero si descrivono l'origine della biodiversità, i rischi a cui essa è esposta ed i possibili interventi per la conservazione di specie ed ecosistemi. Viene inoltre discussa l'importanza della biodiversità agraria per l'alimentazione dell'uomo.

Nella seconda parte si forniscono spunti didattici per affrontare il problema della conservazione dell'ambiente e della diversità biologica con il contributo di diversi ambiti disciplinari.

La biodiversità: perché tutelarla?

■ Come si è originata la biodiversità e come evolve

Lil gennaio 2010 a Berlino le Nazioni Unite hanno proclamato ufficialmente aperto l'Anno Internazionale della Biodiversità, con l'obiettivo di promuovere a livello mondiale l'intensificazione degli sforzi di conservazione del patrimonio biologico esistente sul nostro pianeta. La prima manifestazione d'attenzione pubblica alla diversità delle forme di vita esistenti sulla Terra si può far risalire al 1988, quando l'United Nations Environmental Programme (Unep) nominò una commissione costituita da un gruppo di esperti cui fu affidato l'incarico di valutare lo stato della biodiversità e di definire le linee guida per la messa a punto di una convenzione internazionale per la sua difesa. Nel 1991 l'Unep negoziò le soluzioni proposte con le diverse autorità nazionali e, nel 1992, venne stilata durante il Summit della Terra di Rio de Janeiro la *Convenzione sulla Diversità Biologica* (Cbd). La Cbd afferma che i firmatari dell'accordo sono «consoci del valore intrinseco della biodiversità» e «consapevoli dell'importanza della diversità biologica per l'evoluzione ed il mantenimento dei sistemi della biosfera che permettono il sostentamento della vita». Si afferma, inoltre, che «la conservazione della diversità biologica è responsabilità e preoccupazione di tutto il genere umano» e che i firmatari sono «consapevoli del fatto che la conservazione e l'utilizzo sostenibile della diversità biologica sono fondamentali per garantire cibo, salute ed altre necessità alla popolazione mondiale in crescita».

■ Definizione generale e livelli

La Cbd definisce la biodiversità come «la variabilità esistente tra tutti gli esseri viventi provenienti da ogni habitat, compresi tra gli altri quelli marini, terrestri e di acqua dolce, e gli ecosistemi di cui fanno parte». La diversità biologica di una certa area geografica include, quindi, la diversità tra gli individui e le popolazioni all'interno delle specie (di microorganismi, piante e animali), tra le specie e tra gli ecosistemi presenti nell'area considerata. In modo schematico si possono identificare tre livelli che meritano attenzione:

- la *biodiversità degli ecosistemi*;
- la *biodiversità delle specie*;
- la *biodiversità genetica*, ora intesa anche come diversità tra genomi e tra singoli geni degli individui e delle popolazioni entro ciascuna specie.

Questi livelli, in realtà, sono strettamente legati. Per esempio la biodiversità delle specie è legata a quella degli ecosistemi, poiché gli ecosistemi complessi solitamente ospitano una grande varietà di specie. O ancora, la biodiversità a livello di specie può essere correlata negativamente con la diversità genetica entro specie, quest'ultima fondamentale per l'adattamento e la sopravvivenza in caso di cambiamenti nelle condizioni ambientali. Per questo motivo, è stato recentemente proposto un quarto livello, quello della *biodiversità funzionale*, che considera le complesse interrelazioni esistenti entro e tra i tre livelli sopra descritti.

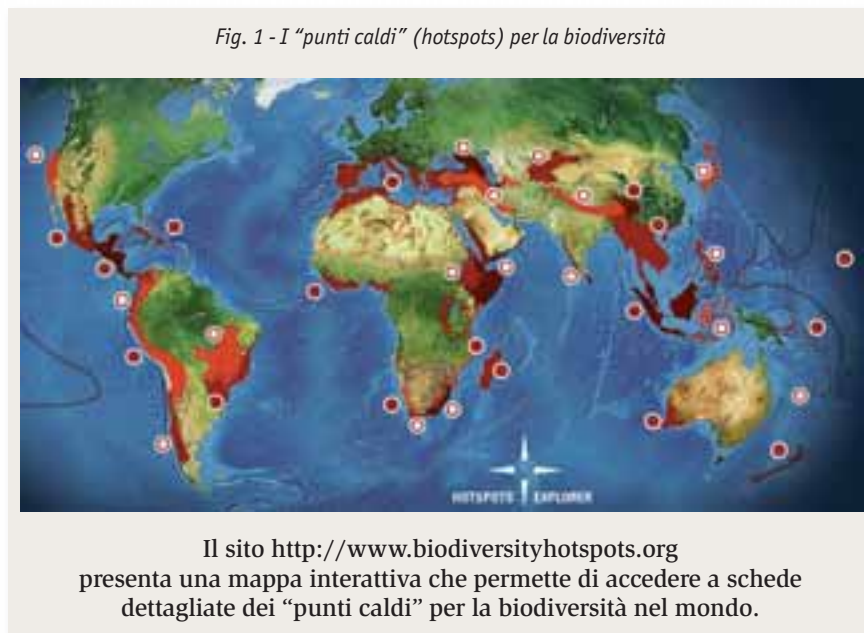
La diversità dei viventi si è originata nel corso di più di tre miliardi di anni di evoluzione durante i quali mutazioni casuali, determinate da errori nella replicazione del Dna o indotte da fattori ambientali, hanno dato origine a nuove varianti genetiche. Sotto la pressione della selezione (naturale o antropica), le varianti geniche favorevoli hanno portato alla comparsa di nuove caratteristiche nelle specie esistenti e allo sviluppo di nuove specie. La biodiversità è, quindi, da sempre il materiale di base per l'evoluzione. Nel corso della storia del nostro pianeta il quadro della diversità biologica è cambiato continuamente. Se immaginiamo di paragonare una specie vivente ad un organismo, così come esso nasce e conduce la propria esistenza fino al momento della morte, parimenti una specie vivente ha origine a seguito di un evento di speciazione, permane sul pianeta per un periodo di tempo variabile tra 1 e 10 milioni di anni, per poi estinguersi e scomparire. In quest'ottica, quindi, l'estinzione di specie va considerata come un fenomeno del tutto naturale, previsto dalle leggi che regolano il funzionamento della biosfera. Per esempio, è stato calcolato che il *tasso di estinzione di base* per uccelli e mammiferi sia pari a 1 specie estinta ogni 400 e 200 anni, rispettivamente. È noto che nel corso della storia della vita sulla Terra si sono verificati eventi di estinzioni di massa durante i quali in un arco di tempo "breve" dal punto di vista geologico si è assistito alla scomparsa pressoché contemporanea di un elevato numero di **taxa** (*Glossario*, p. VII). Si conoscono almeno 5 grandi eventi di questo tipo, ma l'esempio sicuramente più

famoso fu l'estinzione di massa di fine Cretaceo (avvenuta all'incirca 65 milioni di anni fa) che portò alla scomparsa del 75% delle specie dell'epoca, compresi i dinosauri. Di molto precedente e forse meno nota fu l'estinzione di fine Permiano (250 milioni di anni fa), che interessò principalmente le forme di vita marine e nel corso della quale scomparve circa il 90-95% delle specie. Anche se esistono pareri contrastanti tra gli scienziati circa le cause precise che indussero queste estinzioni su larga scala, sembra comunque che esse siano dipese da fattori che alterarono profondamente le condizioni climatiche e ambientali, accelerando il tasso di estinzione. In tempi geologicamente più recenti, si è assistito e si sta assistendo anche oggi ad un nuovo episodio di estinzioni di massa, le cui cause questa volta vanno ricercate nell'intervento dell'uomo.

■ Distribuzione della biodiversità

La distribuzione geografica della biodiversità non è uniforme. In generale la *ricchezza specifica* – il parametro più spesso impiegato per quantificare in modo semplice e veloce la diversità biologica – varia seguendo un gradiente latitudinale, tendendo ad aumentare se ci si sposta dai poli verso l'equatore. Non a caso, proprio nella fascia compresa tra i 30° di latitudine N e S si estendono alcuni dei biomi più ricchi di diversità biologica: le foreste tropicali, che rappresentano le aree della Terra in cui si concentra più del 50% delle specie di ambiente terrestre attualmente note, e, in ambiente marino, le barriere coralline.

Sfortunatamente, molte delle aree a più elevata ricchezza di specie sono interessate da fenomeni spesso derivanti dall'intervento dell'uomo e che minacciano la conservazione della biodiversità. Per questa coincidenza di ricchezza e rischio, tali aree sono state definite *punti caldi* o *hotspots*. L'estensione totale degli *hotspots* del pianeta è pari al 2,3% della superficie delle terre emerse, un valore sorprendentemente piccolo se si pensa che il numero di specie



endemiche di piante e vertebrati terrestri ivi presenti è stato stimato attorno al 50% e al 42%, rispettivamente. Il rischio a cui sono soggetti i punti caldi è drammaticamente reale: stime recenti indicano che, ad oggi, resti poco più di un terzo della vegetazione originaria caratteristica di queste aree.

Attualmente, a livello mondiale, vengono riconosciuti 34 punti caldi (Fig. 1), ma scendendo a livelli di scala inferiori è possibile identificare hot spot anche all'interno di contesti ambientali più piccoli. Il bacino del Mediterraneo, ad esempio, rappresenta uno hot spot di estrema importanza: nei suoi 2 085 292 km² sono presenti 22 500 specie di piante vascolari, pari a quattro volte il totale di specie in tutto il resto dell'Europa.

L'identificazione di queste aree è estremamente importante anche per indirizzare adeguatamente le strategie di conservazione della biodiversità. Attualmente sullo scenario mondiale la perdita di diversità biologica e l'estinzione di specie stanno procedendo ad una velocità dieci volte superiore a quella naturale. In questo contesto diventa importantissimo localizzare rapidamente e in modo efficiente le zone strategiche per la creazione di nuove aree protette. Questo processo di definizione o assegnazione delle priorità (*prioritization* in lingua inglese) si basa su criteri precisi definiti dalla comunità scientifica nel corso degli ultimi decenni e fa uso di

strumenti pratici per valutare lo stato di rischio delle singole specie. Per una più efficace gestione delle informazioni a livello mondiale, nel 1948 è stata fondata l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (Iucn). Uno dei compiti principali della Iucn è la compilazione e l'aggiornamento periodico delle cosiddette *Liste Rosse* delle specie in pericolo di estinzione. Per permettere di identificare il livello di rischio di ciascun **taxon** e identificare i casi critici su cui intervenire il più in fretta possibile, sono state definite 8 categorie: estinto, estinto in natura, criticamente minacciato, minacciato, vulnerabile, a basso rischio, mancante di dati e non classificato. Per assegnare ogni specie alla categoria corretta, le linee guida della Iucn indicano di valutare caratteristiche quali il numero totale di individui e di popolazioni appartenenti alla specie, l'estensione totale dell'area geografica occupata, la sua continuità o l'eventuale frammentazione in parcelle di piccole dimensioni. Se da un lato le *Liste Rosse* elencano tutti quei casi in cui l'intervento dell'uomo sta minacciando la sopravvivenza di una specie, dall'altro fortunatamente esistono anche le *Liste Blu*, che descrivono le strategie di conservazione che hanno avuto successo e che hanno permesso di rimuovere dalla *Lista Rossa* una specie precedentemente considerata a rischio.

■ Come misurare la biodiversità

Nei paragrafi precedenti abbiamo visto come la diversità possa essere osservata a livelli diversi dell'organizzazione biologica – molecole, specie, ambienti, ecosistemi – e come essa sia distribuita in modo non uniforme sulla Terra, portando all'identificazione di aree più o meno ricche di specie.

Ma come possiamo misurare la biodiversità presente in una determinata zona?

Per rispondere a questa domanda, gli

ecologi hanno da tempo proposto una vasta gamma di *indici*, cioè stime della diversità ottenute applicando modelli matematici più o meno complessi. L'impiego di tali indici parte da un presupposto fondamentale che tiene conto dei principi dell'ecologia e delle leggi dell'evoluzione: le caratteristiche dell'ambiente determinano il numero e la tipologia di specie che possono convivere contemporaneamente al suo interno. Per tale ragione la *diversità specifica* – un parametro che tiene conto sia del numero sia delle proporzioni relative delle specie presenti – è tra gli indici più largamente usati per descrivere la

distribuzione quantitativa della biodiversità.

Di più semplice impiego è il calcolo della *ricchezza specifica* – cioè la stima del numero totale di specie – poiché si basa sul solo elenco dei *taxa* presenti e non richiede la raccolta di dati quantitativi sul numero di individui per specie.

Tra le stime più usate dagli ecologi come misura della biodiversità vi sono l'*indice di Shannon*, indicato con H , e l'*indice di uniformità* o di *equiripartizione*, indicato con J .

Se vogliamo impiegare questi indici per determinare la biodiversità di un'ipotetica area di studio (un parco naturale, una parcella di foresta, il giardino della propria casa o scuola ecc.) dobbiamo conoscere:

- S = il numero di specie presenti;
- N = il numero totale di individui osservati considerando l'insieme di tutte le specie;
- N_i = il numero di individui appartenenti ad ogni singola specie.

La frequenza relativa di ciascuna specie sarà data, quindi, dal rapporto $p_i = N_i/N$.

Partendo da questi dati, è possibile applicare la *formula dell'indice di Shannon*:

$$H = - \sum_{i=1}^S (p_i \ln p_i)$$

Nel caso ipotetico in cui nell'area di studio fosse presente un'unica specie ($N_i = N$), la diversità dell'ambiente sarebbe minima e l'indice assumerebbe valore $H_{\min} = 0$.

La diversità, al contrario, sarebbe massima se avessimo osservato un uguale numero di individui per ciascuna specie, da cui deriverebbe $p_i = 1/N$ e l'indice di Shannon assumerebbe il suo valore massimo $H_{\max} = \ln S$, determinato dal numero di specie presenti. In quest'ultimo caso ipotetico, pertanto, ci si troverebbe in una condizione di perfetta ripartizione.

L'indice di uniformità, J , stima quanto la diversità di un ambiente reale si discosti da questa condizione ideale di equiripartizione attraverso la formula $J = H/H_{\max}$, e può variare tra 0, *completa uniformità* = tutti gli individui appartengono ad un'unica specie, e 1, *massima ripartizione* = ogni specie è rappresentata da un uguale numero di individui.

Altre considerazioni utili impiegate

GLI AUTORI DI QUESTO DOSSIER

Paolo Ajmone Marsan divide la sua vita professionale fra insegnamento universitario e ricerca sulla genetica di piante e animali. Ha iniziato la sua esperienza nella Silicon Valley, in California, dove ha lavorato sulla moltiplicazione *in vitro* di piante da frutto. Tornato in Italia, ha lavorato sul mais ed è stato tra i primi al mondo a identificare componenti del suo genoma contenenti geni utili per aumentare la produzione. Dal 1997 lavora alla Facoltà di Agraria dell'Università Cattolica del S. Cuore di Piacenza, dove dirige il laboratorio di genetica animale dell'Istituto di Zootecnica ed il Centro di Ricerca sulla Biodiversità e sul Dna antico (BioDNA).

Collabora con la Commissione Europea ed il Ministero dell'Agricoltura in qualità di valutatore esperto di proposte di progetti, con il Ministero dell'Università e della Ricerca come membro della delegazione italiana del 7° Programma Quadro nell'Area Food, Agriculture and Biotechnology, con la Fao e con l'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica (Iaea) come consulente scientifico.

Ha partecipato a numerosi progetti internazionali ed attualmente coordina il progetto Globaldiv (<http://www.globaldiv.eu>) che studia la biodiversità degli animali zootecnici a livello mondiale. Ha al suo attivo numerose pubblicazioni su prestigiose riviste scientifiche internazionali.

Licia Colli si è laureata in biologia presso l'Università di Parma e ha conseguito il dottorato in Biologia Animale (Zoologia) presso l'Università di Bologna. Dal 2005 lavora come *post-doc* nel Laboratorio di Genetica Animale dell'Università Cattolica del S. Cuore di Piacenza, dove ha collaborato allo svolgimento di numerosi progetti di rilevanza nazionale ed internazionale. Nel corso degli ultimi anni ha collaborato alla realizzazione di numerosi eventi di divulgazione scientifico-culturale, tra cui l'edizione 2009 del *Darwin Day* che si è svolto a Piacenza in occasione dell'anniversario dei 150 anni dalla pubblicazione dell'*Origine delle Specie*. È autrice-coautrice di numerosi articoli scientifici di rilevanza internazionale e nazionale.

Riccardo Negrini si è laureato a Firenze in Scienze Tropicali e Subtropicali e ha conseguito il dottorato di ricerca in "Salute e produzioni animali" presso l'Università di Pisa. Ha trascorso un periodo di perfezionamento nei laboratori dell'Institute of Animal Health and Production di Compton (Regno Unito); dal 2000 si è trasferito presso l'Istituto di Zootecnica della Facoltà di Agraria di Piacenza dove ha partecipato in qualità di *post-doc* a numerosi progetti di ricerca nazionali e internazionali sulla biodiversità zootecnica. Attualmente è responsabile scientifico per l'Unità di Piacenza del progetto Europeo "NextGen", che studierà la diversità genetica di bovini, capre e pecore utilizzando le nuove tecnologie di sequenziamento ad alta efficienza e i pannelli di marcatori ad alta densità, e partecipa al progetto Globaldiv. È autore o coautore di numerosi articoli scientifici di rilevanza internazionale e nazionale.

in ecologia per caratterizzare la diversità biologica di un'area riguardano la presenza di specie *rare*, cioè poco frequenti, o *endemiche*, cioè presenti esclusivamente all'interno di un ristretto e ben definito ambito territoriale e in habitat specifici.

■ Rischi per la biodiversità

Con la comparsa dell'*Homo sapiens*, per la prima volta nella storia del pianeta una specie ha cominciato a modificare profondamente e su vasta scala l'ambiente in cui vive per adattarlo alle proprie esigenze. Con il procedere dello sviluppo tecnologico, l'impatto dell'uomo sull'ambiente naturale è andato crescendo e, con esso, il numero di estinzioni causate dalle attività umane. Stime della Iucn indicano che, nel corso degli ultimi quattro secoli, siano scomparse ad opera dell'uomo ben 485 specie di animali e 584 specie di piante. I principali fattori di origine antropica che minacciano la biodiversità sono:

- *alterazioni degli habitat*: le aree in cui l'impatto delle attività umane ha provocato modificazioni delle caratteristiche ambientali (inquinamento, incendi, taglio della vegetazione, cambiamenti climatici ecc.) sono definite "antropizzate" e spesso sono abitate da comunità animali e vegetali semplificate da cui sono scomparse quelle specie più rare od esigenti che necessitano di ambienti naturali incontaminati per la propria sopravvivenza;
- *specie aliene ed invasive*: nel corso degli ultimi secoli il trasporto di piante ed animali **alloctoni** ha alterato significativamente la distribuzione della biodiversità sul pianeta. L'introduzione di specie "aliene" – così definite perché estranee all'ambiente in oggetto – può avvenire sia in modo accidentale, a seguito di attività commerciali o di flussi migratori di popoli, sia volontario, come conseguenza, ad esempio, dell'interesse collezionistico verso specie rare ed esotiche o dell'interesse commerciale per l'allevamento/coltivazione di

specie da reddito. Una specie alloctona invasiva solitamente possiede caratteristiche – quali il rapido adattamento a condizioni climatiche diverse e a nuove fonti di cibo – che la rendono capace di adeguarsi velocemente al nuovo ambiente e di propagarsi con tanto successo da surclassare le specie autoctone e causarne la scomparsa;

- *eccessivo sfruttamento delle specie in natura*: attività come la caccia e la pesca, se praticate senza controllo, possono condurre all'impovertimento delle risorse naturali e alla perdita di biodiversità. Le popolazioni naturali possiedono "capacità di recupero" grazie alle quali il prelievo di una certa quota di individui può essere compensato dall'accrescimento demografico. Se effettuato in questi termini, il prelievo viene definito *sostenibile* perché può continuare nel tempo senza compromettere la sopravvivenza delle popolazioni. Se il prelievo è eccessivo, la capacità di recupero delle popolazioni naturali non è più in grado di compensare e si innesca un meccanismo di **feedback** negativo che può portare in breve tempo all'estinzione. Questo andamento attualmente sta interessando numerose specie pescabili o cacciabili;
- *crescita della popolazione umana mondiale*: l'espansione demografica che ha caratterizzato l'ultimo secolo della storia della nostra specie è un fenomeno ancora in atto e che comporterà un ulteriore aumento della popolazione mondiale nel corso dei prossimi decenni. Dalla crescita demografica deriva la necessità di maggiori risorse in termini di spazio, cibo e acqua, con aumento della richiesta di superfici da destinare all'agricoltura, all'allevamento e all'urbanizzazione e conseguente impatto sull'ambiente naturale. L'aumento demografico della popolazione umana sta attualmente interessando principalmente proprio i paesi dell'area tropicale e subtropicale nei quali si concentra larga parte della diversità biologica del nostro pianeta.

■ Come conservare

Il principio base della tutela della biodiversità è la protezione e la conservazione della variabilità genetica a tutti i livelli di organizzazione biologica prima descritti. L'applicazione di questo principio nel luogo di origine di una specie viene chiamata *conservazione in situ*. La Cbd fornisce un buon inquadramento dei fini e delle tecniche della *conservazione in situ* ed invita ogni nazione a stabilire un sistema di aree protette nelle quali siano adottate misure speciali per conservare la diversità biologica. Propone, inoltre, di sviluppare linee guida nazionali per la gestione e la protezione degli ecosistemi, compresa un'attività di controllo delle specie aliene. In Europa e in Italia, questa indicazione si è concretizzata con la nascita della *Rete Natura 2000*, una rete di aree protette diffusa su tutto il territorio della Ue per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciate o rare a livello comunitario.

A complemento degli interventi di *conservazione in situ*, vi sono le strategie *ex situ* realizzate attraverso il prelievo dall'habitat naturale di specie o popolazioni a rischio di estinzione e la loro tutela in luoghi appositamente predisposti, principalmente giardini zoologici, acquari, vivai e orti botanici. La maggior parte dei programmi di *conservazione ex situ* delle specie animali viene condotto dalle circa 1500 strutture zoologiche mondiali, delle quali un terzo ha sede in Europa e oltre 40 in Italia. Il nostro Paese possiede anche un importante patrimonio di giardini, orti botanici e giardini storici, unico in Europa e che conta oltre 106 strutture distribuite sul territorio nazionale. La tutela di varietà locali di specie vegetali di interesse agronomico, è affidata, invece, alla *conservazione on farm*, in cui l'agricoltore è il vero "custode" della diversità, il responsabile della sopravvivenza di varietà e specie a rischio di estinzione.

Un ruolo strategico nella *conservazione ex situ* è svolto senza dubbio dalle *biobanche*, dove si possono conservare per tempi lunghi e in poco spazio grandi quantità di

“diversità genetica” sotto forma di campioni biologici. In termini generali, questa modalità di conservazione viene indicata anche come *crioconservazione* o *conservazione in vitro*.

La maggior parte del **germoplasma** conservato nelle Banche del Germoplasma Vegetale a livello mondiale è rappresentato da semi, ma vengono raccolti anche spore, pollini, talee... Lo *Svalbard Global Seed Vault* (Sgsv), letteralmente *Deposito Globale di Semi*, aperto ufficialmente il 26 febbraio 2008, è localizzato vicino alla città di Longyearbyen, nell'isola di Spitsbergen, nell'arcipelago artico delle isole Svalbard (Norvegia). L'Sgsv è costruito ad oltre 120 m di profondità nel cuore di una montagna a 130 m al di sopra del livello del mare per garantire sicurezza anche in caso di scioglimento dei ghiacci.

Attualmente sono stoccati circa 430 mila campioni a temperatura compresa tra -20 e -30° C. L'iniziativa norvegese si affianca al *Millennium Seed Bank Project* coordinato dal 2000 dai famosi *Kew Gardens* di Londra con lo scopo di conservare, entro quest'anno, i semi di 24 000 specie.

Nelle banche genetiche animali, invece, vengono conservati in azoto liquido diversi tessuti biologici, tra cui liquido seminale, oociti, cellule somatiche ed embrioni.

Da un anno è stato avviato *The Frozen Ark Project*, letteralmente *Arca di Noè congelata*, coordinato dall'Università di Nottingham (Regno Unito) nato con lo scopo di conservare il Dna di tutte le specie animali a rischio di estinzione. Accanto a questo e con lo stesso scopo, sono state attivate numerose altre iniziative tra cui il *Frozen Zoo* (San Diego, USA) e la banca *Cryo-Brehm* di Lubecca (Germania).

■ Le specie *bandiera* e le specie *ombrello*

Per ottimizzare gli effetti dei progetti di conservazione della biodiversità e rendere più facile l'identificazione delle zone chiave in cui far sorgere nuove aree protette, si ricorre spesso alle cosiddette *specie bandiera* o *specie ombrello*.

Nel primo caso si tratta di specie a rischio, molto note e amate dal grande pubblico, scelte come simbolo – la *bandiera*, appunto – di tutte le altre specie in pericolo. Specie quali il panda gigante, la tigre, l'orso polare, l'elefante, le balene e i capodogli, il leopardo delle nevi... sono in grado di suscitare una reazione di tipo emotivo nelle persone, stimolando l'interesse verso la conservazione della biodiversità.

Le specie *ombrello*, invece, sono quelle che richiedono grandi estensioni di habitat per poter sopravvivere e mantenersi vitali. Un intervento mirato alla conservazione di una specie *ombrello* deve prevedere la tutela di ampie estensioni di territorio, la cui protezione consentirà di salvaguardare anche tutte le altre forme di vita e le risorse naturali presenti all'interno dell'area protetta.

■ Le specie domestiche: un caso speciale?

Circa 10 000 anni fa la nascita dell'agricoltura ha segnato l'inizio di una nuova era, il Neolitico. La *domesticazione di piante e animali* ha rappresentato una tappa fondamentale per lo sviluppo culturale dell'uomo e l'evoluzione di civiltà complesse, avviando un processo di graduale trasformazione degli ecosistemi naturali in agrosistemi. Tra le migliaia di specie animali e vegetali presenti in natura, solo un numero sorprendentemente piccolo è stato domesticato e poi allevato o messo in coltura. Così facendo, l'uomo ha “catturato” una piccola frazione della biodiversità generata nel corso dell'evoluzione e, dopo migliaia di anni di selezione, questa piccola frazione è oggi alla base della sussistenza di oltre 6 miliardi di persone. Sebbene all'incirca 50 specie animali siano oggi allevate, solo cinque di esse – bovini, suini, capre, pecore e polli – producono la quasi totalità dei prodotti animali consumati dall'uomo. L'estinzione di una di queste specie sarebbe, quindi, un evento drammatico, con ripercussioni sull'intera umanità, ed in modo particolare sui paesi e sugli strati sociali più poveri per i quali queste specie rappresentano spesso

l'unica fonte di sopravvivenza. Analogamente, si potrebbe prevedere una carestia di dimensioni catastrofiche se il mondo venisse improvvisamente privato di piante come frumento, mais, riso e sorgo. I dati di censimento demografico delle risorse genetiche animali prodotti dalla Fao (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) indicano che ad oggi il numero di bovini supera 1,3 miliardi di capi, gli ovini sono circa 1,1 miliardi, i caprini poco meno di 800 milioni ed i suini oltre 1,1 miliardi. Le specie domestiche sembrerebbero, quindi, ben lontane da qualsiasi soglia di rischio, ma una lettura dei dati più approfondita rivela una tendenza preoccupante. La Fao ha redatto nel 2007 un rapporto sullo stato delle risorse genetiche animali nel mondo. Un totale di 169 paesi ha fornito informazioni sulle consistenze numeriche e sullo stato di rischio di 7 616 razze allevate nel complesso sul proprio territorio. Di queste, il 20% è classificato a rischio di estinzione. Considerando che in molte regioni del nostro pianeta il monitoraggio del livello di rischio è assente o inadeguato, questi dati rappresentano probabilmente una sottostima del reale livello di erosione genetica in atto. Si stima che attualmente sia a rischio 1 razza ogni 3, che 1 su 10 sia ormai estinta e che il tasso attuale di estinzione sia di 1 razza al mese. Questa perdita di biodiversità, irreversibile e sempre più rapida, ha cause diverse. Nei paesi sviluppati sono principalmente di tipo socio-economico, legate all'abbandono delle aree agricole marginali e alla sostituzione delle razze locali con razze più produttive. Nei paesi in via di sviluppo le ragioni sono più complesse, dovute in parte all'aumento della povertà delle popolazioni umane ma anche a cambiamenti climatici, guerre e incroci indiscriminati con le razze industriali; questi ultimi, in particolare, in poche generazioni alterano la capacità delle specie domestiche di sopravvivere e adattarsi alle condizioni ambientali locali. Lo stesso trend si riscontra in molte specie vegetali coltivate. Ad esempio, all'inizio del secolo scorso erano presenti in Italia più di 400 varietà di melo mentre oggi, per motivi commerciali, si sono ridotte a quattro. Esiste, dunque, il pericolo che la moderna agricoltura faccia diminuire

la biodiversità esclusivamente per ragioni economiche. Per sfamare il pianeta avremmo bisogno di ripetere una “rivoluzione del Neolitico” del III millennio, ma abbiamo a disposizione sufficiente variabilità genetica vegetale ed animale per fare una selezione? La variabilità genetica è alla base della capacità delle specie di sopravvivere ai cambiamenti ambientali attraverso l’adattamento. Una corretta gestione e conservazione di questa variabilità è, quindi, la condizione *sine qua non* per soddisfare future richieste del mercato globale degli alimenti e per selezionare varietà di piante e razze di animali in grado di adattarsi a nuovi metodi di allevamento e coltivazione, nonché a condizioni ambientali difficili, per esempio per la presenza di malattie endemiche che precludono l’allevamento animale o di condizioni

pedoclimatiche proibitive per le produzioni vegetali.

Una migliore gestione e conservazione della biodiversità darebbe anche la possibilità di produrre alimenti più salubri e di qualità migliore, arricchiti ad esempio da biocomponenti come gli acidi grassi “omega 3” e le vitamine...

■ Le opportunità offerte dalla genetica

Conservare è quindi una necessità. Ma in assenza di un’adeguata stima del valore della diversità biologica, la conservazione viene ritenuta un costo e, poiché le risorse economiche disponibili sono limitate, si è obbligati a fare delle scelte su cosa conservare e come.

Teoricamente si vorrebbe mantenere la diversità genetica funzionale delle specie animali e vegetali, cioè la variabilità dei geni che controllano la manifestazione di specifici caratteri che sono o potranno essere utili in futuro. In realtà, si sa ancora poco di questi geni o dei caratteri **fenotipici** di molte razze e varietà considerate a rischio di estinzione. In più, non sappiamo ancora con precisione quali caratteristiche potrebbero essere utili in futuro. Per avviare almeno in parte a questa mancanza di informazioni, negli ultimi anni sono stati utilizzati degli indicatori

che misurano la variabilità presente sul Dna. Questi strumenti, definiti nel complesso *marcatori molecolari*, possono essere caratterizzati con specifiche tecniche di laboratorio ed utilizzati per ricostruire la storia evolutiva delle specie e per stimare la diversità genetica esistente entro e tra specie, razze e varietà. Queste informazioni di tipo molecolare risultano utili nei processi decisionali relativi alla gestione e conservazione delle popolazioni a rischio. Pertanto, per fare le giuste scelte di conservazione bisogna innanzitutto comprendere la biodiversità, e per fare ciò non occorre solo capire meglio il funzionamento di piante ed animali, ma anche ricostruirne la storia evolutivistica.

■ Biotecnologie: rischio o opportunità per la biodiversità?

Il termine *biotecnologie* comprende tutte le applicazioni tecnologiche della biologia che hanno come fine quello di ottenere beni o servizi. Nei documenti della *Convenzione sulla Diversità Biologica* le biotecnologie vengono definite come «l’applicazione tecnologica che si serve dei sistemi biologici, degli organismi viventi o di derivati di questi per produrre o modificare prodotti o processi per un fine specifico».

Le biotecnologie sono state spesso identificate unicamente con gli *Organismi Geneticamente Modificati o Migliorati* (Ogm) e considerate un rischio per la salute umana, l’ambiente e la biodiversità. In realtà, nella definizione di biotecnologie ricadono tecniche molto diverse, comprese tutte quelle che permettono uno studio approfondito del genoma degli organismi. Queste possono avere applicazioni estremamente utili per la caratterizzazione e conservazione delle risorse genetiche, sia naturali sia di specie domestiche. Per esempio, permettono il monitoraggio dei livelli di consanguineità in popolazioni a rischio di erosione genetica, lo studio delle dinamiche demografiche, l’identificazione delle zone d’origine e delle migrazioni e colonizzazioni di specie e popolazioni, l’individuazione dei punti caldi di variabilità genetica

all’interno delle specie o degli ecosistemi e l’ottimizzazione della scelta degli ecosistemi da conservare in modo prioritario. Da questo punto di vista, le biotecnologie sono uno strumento utile per la comprensione e la conservazione della biodiversità. Nel settore agro-alimentare queste stesse tecnologie, compresa quella che produce Ogm, possono essere utilizzate per migliorare con rapidità ed efficacia gli organismi di interesse agrario.

A sfavore dell’impiego delle biotecnologie in agricoltura viene spesso argomentato che l’impiego su larga scala di poche varietà selezionate e migliorate in laboratorio andrebbe a discapito delle molteplici varietà coltivate, causando quindi l’impoverimento della variabilità genetica. In realtà, sebbene questo timore possa essere in qualche modo condivisibile, il problema della tutela

GLOSSARIO

Alloctono: indica la non appartenenza di qualcosa o qualcuno al luogo di residenza. In particolare in biologia il termine si riferisce a specie che, per opera dell’uomo o di un evento naturale, si trovano ad abitare e colonizzare aree geografiche diverse da quelle di origine.

Feedback: questo termine (in italiano *retroazione o retroregolazione*) descrive il meccanismo con cui, nei sistemi dinamici, i risultati di un determinato processo interno al sistema modificano le caratteristiche del sistema stesso.

Fenotipo (aggettivo **fenotipico**): è il complesso dei caratteri visibili di un individuo e che sono il risultato dell’interazione tra il patrimonio genetico – il genotipo – e le condizioni ambientali. Genotipi uguali in contesti ambientali differenti, possono produrre fenotipi diversi.

Germoplasma: rappresenta la variabilità genetica totale disponibile per una specifica popolazione di individui. Esso è rappresentato da semi, tessuti o cellule da cui si potrebbe ripristinare un organismo intero.

Pedoclimatico: tutto ciò che è relativo al terreno, al clima e alla loro interazione reciproca.

Taxon (plurale **taxa**): termine di validità generale che indica un raggruppamento di organismi reali, distinguibile da altri su basi morfologiche o genetiche e riconoscibile come unità sistematica, posizionata a qualsiasi livello della struttura gerarchica di classificazione introdotta da Linneo.

della biodiversità riguarda l'agricoltura moderna in generale, indipendentemente dal fatto che l'ottenimento e la selezione delle nuove varietà siano fatti con metodi tradizionali, con l'aiuto dei marcatori molecolari o con l'ingegneria genetica. In sintesi, l'agrobiodiversità è a rischio indipendentemente dall'impiego delle biotecnologie, che possono anzi rivelarsi uno strumento utile per valutare a livello genetico l'entità della perdita di diversità e per orientare gli sforzi di conservazione. È inevitabile che agricoltura intensiva e conservazione della biodiversità siano in contrasto. Ma le razze e varietà moderne sono state selezionate partendo da una elevatissima variabilità genetica disponibile proprio nelle tipologie locali. È indispensabile che questa diversità biologica non vada perduta proprio perché necessaria a garantire una fonte di geni utili per sviluppare nuove caratteristiche adatte a condizioni ambientali e di mercato in continua evoluzione. In sintesi, agricoltura industriale e conservazione della biodiversità devono essere rese compatibili, perché strettamente legate, e proprio le biotecnologie possono permettere di ottimizzare questo processo. Un'ultima nota sulla tecnologia Ogm: come per ogni tecnologia avanzata, è il modo di utilizzo che ne determina benefici e rischi. Sarebbe, quindi, opportuno valutare sicurezza e qualità dei singoli prodotti Ogm, piuttosto che le tecniche utilizzate per produrli.

■ Il valore della biodiversità

La perdita di biodiversità non è solo un problema di carattere etico, riguardante la sfera delle nostre responsabilità morali nei confronti degli altri esseri viventi e delle future nostre generazioni. È ormai sempre più evidente quanto sia prezioso per la nostra sopravvivenza il mantenimento degli ecosistemi naturali e dei "servizi" ad essi collegati (purificazione delle acque, conversione dell'anidride carbonica, impollinazione delle piante...) e la preservazione della variabilità all'interno delle specie di interesse alimentare.

**Paolo Ajmone Marsan,
Licia Colli, Riccardo Negrini,**

Biodiversità: una proposta didattica

Come affrontare in classe il tema della biodiversità e dell'importanza della sua salvaguardia? *Traendo spunto dal fatto che il 2010 è stato proclamato Anno internazionale della biodiversità, i docenti potrebbero ideare, in modo collegiale o individualmente, dei percorsi di analisi, riflessione e approfondimento sulla varietà dei viventi e sulla necessità di conservarla, partendo dai molteplici collegamenti a queste tematiche presenti nei diversi ambiti disciplinari.*

La proposta che presentiamo comprende quattro possibili itinerari didattici, differenti nella impostazione, ma unificati dalla tematica di fondo; due percorsi sono legati alle scienze, uno alla geografia e l'ultimo a cittadinanza e Costituzione, da sviluppare, però, con il contributo di diverse discipline.

scienze

La varietà dei viventi e gli ambienti

Il docente di scienze può progettare un percorso didattico che consenta all'alunno di cogliere il concetto di biodiversità e l'importanza di salvaguardarla. Per realizzarlo, si suggeriscono delle attività da effettuare a scuola e in centri scientifico-naturalistici per comprendere la funzione fondamentale della variabilità dei viventi, riconoscere i rischi ambientali connessi con certi comportamenti umani e l'importanza di adottare atteggiamenti responsabili.

Che cos'è la biodiversità? Il concetto di biodiversità è molto spesso sconosciuto o associato alla vita degli animali selvatici, senza comprenderne i legami con gli esseri umani e con la nostra civiltà. È, quindi, opportuno che l'insegnante indaghi sulle *preconoscenze* degli studenti. Ai ragazzi che pensano di conoscerne il significato sarà chiesto di scriverlo su un foglietto per non condizionare i compagni. Dopo aver chiarito che cosa sia, andrà precisato che la biodiversità si può leggere a più livelli: la diversità genetica, di specie e di ecosistemi. È la diversità genetica (cioè la variabilità del patrimonio genetico tra le popolazioni e tra i singoli individui di una popolazione all'interno di una specie) l'unità di base della diversità, in quanto è la somma di tutti i genomi di tutti gli organismi della Terra (vedi *Esploriamo le relazioni tra biodiversità e genetica* a p. XIII).

► **Attività.** Cerchiamo la diversità negli anfibi e nei rettili. Per permettere agli allievi di rendersi conto della ricchezza della biodiversità, si può prendere in considerazione un gruppo di organismi della propria regione, ad esempio gli anfibi e i rettili. Se ne esiste la possibilità, è utile visitare una mostra di animali vivi, purché effettuata con finalità scientifiche (altrimenti l'insegnante potrà utilizzare delle immagini). Ciò consentirà di comprendere che, anche limitandoci a un ristretto gruppo sistematico come quello erpetologico, esiste una notevole diversità biologica all'interno del proprio territorio. La visita potrà contribuire anche a sfatare l'idea negativa diffusa nell'immaginario collettivo, dovuta a superstizione e scarsa informazione, verso specie animali quali rospi e serpenti. Gli studenti dovranno cogliere la

diversità biologica esistente all'interno di questo gruppo sistematico:

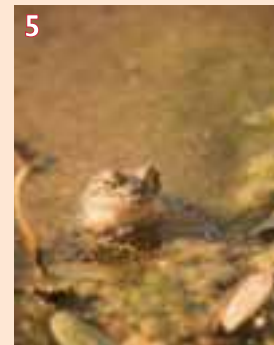
- differenze tra *anfibi e rettili*;
- tra gli anfibi, differenze tra *urodeli e anuri* (presenza o assenza di coda);
- tra gli urodeli, differenze fra *tritoni e salamandre* (Figg. 1-2);
- differenze tra le *specie di tritoni*: tritone punteggiato, crestatto, alpestre... (Figg. 1-3);
- differenze tra le *specie di salamandre*: salamandra pezzata,

salamandrina dagli occhiali...;

- tra gli anuri, differenze tra *rane e rospi* (riguardano la presenza o meno di verruche nella pelle, la lunghezza delle zampe e quindi la possibilità di compiere dei salti);
- differenze tra le *specie di rospi*: rospo comune, smeraldino... (Figg. 4-5);
- tra le rane, differenze di *pigmento* (rane verdi e rane rosse) e di *abitudini di vita*: la rana verde vive

nei fossi e negli stagni, le rane rosse prevalentemente in ambienti boschivi (Fig. 6) e la raganella è arboricola (Fig. 7);

- *colorazioni mimetiche* (Fig. 8) o *vistose*; quelle particolarmente vivaci avvertono i predatori della tossicità della pelle, come quella della *salamandra pezzata* (Fig. 2) e della parte ventrale dell'*ululone appenninico* (Fig. 9) e dei *tritoni* (Fig. 3);



1. Tritone crestatto
2. Salamandra pezzata
3. Tritoni alpestri
4. Rospo comune
5. Rospo smeraldino
6. Rana appenninica
7. Raganella
8. Geotritone
9. Ululone appenninico





10. Tartaruga marina spiaggiata, 11. Testuggine terrestre, 12. Testuggini palustri dalle orecchie rosse, 13. Geco verrucoso, 14. Orbettino, 15. Saettone, 16. Biscia dal collare, 17. Vipera

- tra i rettili, differenze tra *sauri*, *serpenti* e *tartarughe*;
- tra le tartarughe, differenze tra *tartaruga marina* (Fig. 10), *testuggini terrestri* (Fig. 11) e *testuggini d'acqua dolce* (Fig. 12);
- tra i sauri, differenze tra *lucertole*, *ramarri*, *gechi* (questi ultimi si differenziano anche per le abitudini notturne, Fig. 13), *orbettino* (Fig. 14) e *luscengola* (queste ultime due specie nel corso dell'evoluzione hanno "perso" le zampe, completamente la prima, parzialmente la seconda);

- differenze tra le *specie di serpenti* (Figg. 15-16-17); tali differenze riguardano le colorazioni, gli ambienti di vita (la *biscia* è legata all'acqua), se sono velenosi o no (è velenosa solo la *vipera*).

Non si può conservare ciò che non si conosce. Si farà presente che solo una parte minima delle specie che oggi popolano la Terra sono state scoperte e descritte dalla scienza ufficiale. Si inviteranno gli studenti ad indicare gruppi di forme di vita

meno conosciuti di altri (ad esempio, gli organismi microscopici e quelli che abitano gli abissi oceanici). L'insegnante spiegherà che è la *sistematica*, attraverso la *tassonomia*, a tracciare un quadro organizzato della diversità della vita sulla Terra. Attraverso la *denominazione binomia*, ogni specie viene universalmente identificata con due nomi in latino diversi da quelli dati a qualunque altra specie. Il primo inventario della biodiversità, che risale agli anni 1753-1758, si deve a Carlo Linneo.

Si illustrerà anche l'attività del *tassonomo*. Attraverso osservazioni, misurazioni, raccolta dei dati (morfologici, biologici, comportamentali) egli giunge ad identificare la specie e a classificarla (inserendola in un sistema gerarchico). Grazie alla tassonomia ogni anno sono descritte migliaia di nuove specie.

Non si mancherà di evidenziare che negli ultimi anni al lavoro del tassonomo tradizionale si è affiancata la *tassonomia genetica*, che consente di riconoscere un essere vivente dal suo DNA o dalle sue proteine.

► **Attività laboratoriale.** *Giochiamo ai giovani tassonomi!* Si prenderà in considerazione un gruppo sistematico di cui vi è la disponibilità di *chiavi analitiche* che permettono la determinazione delle specie. Nel nostro gioco si prende come esempio la classificazione di alberi mediante le foglie.

Si raccoglierà nel territorio una serie di campioni vegetali.

L'attività si svilupperà sotto forma di gara. Si suddividerà la classe in piccoli gruppi, a ognuno dei quali verrà fornita la *chiave dicotomica*. Si prenderà un campione vegetale e collettivamente se ne identificherà la specie, esaminando le caratteristiche man mano richieste dalla chiave analitica: foglia aghiforme o laminare, semplice o composta, forma della foglia, tipi di nervature, foglie alterne o opposte, tipi di margine. L'insegnante controllerà che gli studenti conoscano il significato dei termini specifici che compaiono nella chiave.

A questo punto inizierà la gara. Ogni gruppo riceverà foglie delle stesse specie. I ragazzi dovranno determinare la specie e comunicarne il nome all'insegnante (in un foglietto per non condizionare gli altri gruppi).

L'insegnante attribuirà un punteggio per ogni specie identificata correttamente. Può decidere di attribuire un punteggio inferiore se il gruppo identifica il genere, ma non la specie.

Quali sono le cause dell'impovertimento della biodiversità?

Già dai tempi del Paleolitico l'uomo ha sfruttato la natura, ma lo sviluppo umano ha prodotto una pressione sempre

maggiore sull'ambiente. Negli ultimi anni numerose forme di vita sono scomparse e tante altre sono minacciate d'estinzione. Si metterà in evidenza che l'estinzione di una specie è irreversibile. Si può mostrare un esempio di *Lista Rossa*, in cui le specie sono distinte a seconda del rischio d'estinzione (estinte, minacciate, in pericolo, vulnerabili...).

Si inviteranno gli allievi ad individuare le azioni dell'uomo che provocano l'impovertimento della biodiversità.

Ci si soffermerà sul fatto che l'estrazione di ricchezza da un ecosistema può essere *distruttiva o sostenibile e durevole*. Prendendo in considerazione le foreste, è sostenibile la raccolta di frutti selvatici e piante medicamentose, mentre è distruttivo l'abbattimento, per ricavare materie prime o per espandere le colture agricole.

Visto che anche l'*inquinamento ambientale* minaccia la biodiversità, si citerà la "marea nera" che danneggia (proprio nell'anno dedicato ad essa) la biodiversità nel Golfo del Messico.

Si può prendere in considerazione una specie a rischio d'estinzione e confrontare una cartina di distribuzione storica con quella attuale. Si stimolerà la discussione esaminando le abitudini alimentari e riproduttive della specie osservata e invitando gli allievi a indicare le cause che ne mettono a rischio l'esistenza.

Ad esempio, se si considera la situazione critica della *foca monaca*, di cui restano poche centinaia di esemplari al mondo (nel Mediterraneo e nella costa atlantica dell'Africa settentrionale), il docente guidando la discussione aiuterà gli allievi a comprendere che la principale causa di estinzione è la pressione del turismo, che riduce la possibilità di riproduzione (le spiagge e le grotte marine sono prese

d'assalto dai turisti proprio nel periodo in cui la foca monaca deve mettere al mondo e curare i cuccioli).

Affrontando le specie messe a rischio d'estinzione dalla medicina tradizionale cinese (che utilizza, ad esempio, corna di rinoceronte e ossa di tigre), si sfrutterà l'occasione per distinguere atteggiamenti scientifici da quelli basati su superstizioni.

Perché conservare la biodiversità?

Si guideranno gli studenti a comprendere l'insieme delle ragioni per cui la biodiversità va difesa.

Prima di tutto, si inviteranno gli allievi a trattenere il fiato più a lungo possibile. Al termine si spiegherà il perché di questa "gara": la nostra vita dipende dall'ossigeno prodotto dalle foreste e, in generale, da tutti gli organismi fotosintetici che popolano la Terra. Il fatto che non possiamo fare a meno dell'ossigeno per più di poche decine di secondi farà riflettere i ragazzi sul fatto che il problema della conservazione della biodiversità è prioritario su altri. Il docente può porre la seguente, provocatoria, domanda: *a noi cosa importa se delle specie si estinguono e se degli ecosistemi naturali scompaiono?*

Dalla discussione dovrebbe emergere la relazione esistente tra la biodiversità e il benessere dell'uomo: tutti i giorni usufruiamo dei benefici offerti dagli ecosistemi naturali.

Per far comprendere l'azione regolatrice della biodiversità sugli ecosistemi, si può fare l'esempio di come la sopravvivenza di molte specie vegetali dipenda dagli insetti impollinatori.

L'importanza della biodiversità dal punto di vista culturale si può cogliere da una ulteriore domanda provocatoria: *se con poche specie vegetali ed animali addomesticate l'uomo riesce a garantire il suo sostentamento, non potremmo vivere senza boschi, prati e animali selvatici?*

È probabile che dalla discussione emerga che mangiare sempre le stesse cose è noioso e che la varietà di cibo (ad esempio i diversi sapori della frutta) rende la vita migliore. Eventuali risposte del tipo «È un peccato far estinguere gli animali selvatici semplicemente perché sono belli», offrono l'occasione per

Virgilio Dionisi è laureato in scienze biologiche e insegna matematica e scienze in una scuola secondaria di I grado. Naturalista, è autore sia di pubblicazioni scientifiche che di racconti di narrativa. Collabora con la rivista «Scuola e Didattica» dal 1994.

sostenere che vi sono pure motivazioni estetiche e artistiche a giustificare la salvaguardia della biodiversità.

Si farà notare come l'ispirazione che ha permesso a pittori, poeti e romanzieri di creare le loro opere è nata, a volte, dall'esperienza estetica generata dalla natura.

Jack London non avrebbe potuto scrivere i suoi romanzi senza le sue esperienze nel mondo selvaggio del Grande Nord Americano, Carlo Sgorlon senza la natura friulana, Mario Rigoni Stern senza le sue Dolomiti; diversi racconti di Jean Giono prendono ispirazione dal paesaggio naturale della sua Provenza; Beatrix Potter non avrebbe potuto realizzare le sue favole illustrate se non avesse vissuto lunghi periodi della sua infanzia nella campagna inglese e scozzese. Dalle pagine delle loro opere emerge l'emozione suscitata dalla contemplazione delle ricchezze naturali. Così come dalle tele degli artisti impressionisti si riesce a comprendere il loro entusiasmo per i colori della natura.

Senza scomodare artisti e scrittori, anche l'uomo comune non è insensibile al senso di meraviglia suscitato dal mondo naturale. Chiedendo agli studenti di indicare i luoghi in cui essi sono stati in vacanza, li si farà riflettere su come, più o meno consapevolmente, spesso come mete turistiche vengono scelti luoghi ricchi di biodiversità; basti pensare alle Dolomiti, alle isole del Mediterraneo o alle barriere coralline dei mari del Sud. La qualità della nostra vita non sarebbe la stessa senza farfalle, rondini, delfini, praterie di posidonie, faggete e prati montani.

In definitiva, l'uomo ha il dovere di preservare l'ambiente e le risorse della Terra per le generazioni future e non ha il diritto di estinguere specie viventi che sono un evento biologico irripetibile.

È utile ricordare l'*Earth Summit*; nel 1992 scienziati e uomini di governo di tutto il mondo, su proposta dell'ONU, si dettero convegno a Rio de Janeiro per discutere sullo *stato dell'ambiente* e per individuare delle strategie per l'*uso sostenibile delle risorse naturali*. In quell'occasione la maggior parte degli Stati approvò un documento per la *tutela delle varietà di forme di vita*, detto *Convenzione sulla diversità biologica*.

Cosa si fa per arrestare l'erosione della biodiversità? Si potranno citare altri trattati internazionali volti alla salvaguardia della biodiversità, tra questi la *Convenzione di Washington* (CITES, *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) che disciplina il commercio di piante ed animali selvatici minacciati di estinzione. Si inviteranno gli studenti ad indicare esempi di specie o di oggetti ottenuti con parti di animali (ad esempio, avorio, corallo) coinvolti in questi commerci.

Una visita d'istruzione in un parco naturale (Fig. 18) permetterà di comprendere il ruolo svolto dalle aree protette nella difesa della biodiversità, in quanto esse consentono la conservazione di un elevato livello di naturalità e biodiversità.

Anche se andrà precisato che i parchi e le riserve naturali da soli non bastano. È necessario che anche al di fuori delle aree protette si mantenga un sistema ecologico capace di garantire la salvaguardia della biodiversità del Paese. Si potrà citare, a questo proposito, la *Rete Natura 2000*. Il suo scopo fondamentale è la *conservazione degli habitat naturali* che rischiano di scomparire. La tutela delle singole specie passa, infatti, attraverso la conservazione degli habitat naturali in cui esse vivono.



Fig. 18 - Visita alla Riserva della Gola del Furlo



Fig. 19 - Bat-box installata nell'Istituto "G. Padalino" di Fano

Si chiederà agli studenti di portare a termine un'indagine per conoscere sia le aree protette sia i siti della *Rete Natura 2000* presenti nella propria regione, la loro localizzazione e le tipologie di habitat (boschi, pascoli e praterie naturali, grotte, dune costiere, paludi...).

Come favorire il coinvolgimento diretto dei ragazzi. Si possono prevedere delle piccole azioni, come la *piantumazione di specie autoctone* di alberi o l'*installazione di cassette-nido* per uccelli nel giardino della scuola (o in altre aree del territorio comunale disponibili).

In mancanza di un'area verde, visto che i chiroterri sono gravemente minacciati dall'azione dell'uomo, soprattutto per perdita di rifugi (alcune specie di pipistrelli sono tra le specie europee a maggiore rischio d'estinzione), si potrebbero installare delle cassette-nido per pipistrelli (*bat-box*) sui muri esterni dell'edificio scolastico, coinvolgendo gli studenti nell'individuazione del punto in cui collocarle (Fig. 19). Prima dell'installazione, l'insegnante illustrerà le abitudini di vita dei chiroterri, rivaluterà il ruolo di regolatori degli ecosistemi di questi animali sempre bistrattati a causa di false convinzioni e fornirà le indicazioni tecniche sulle cassette-nido.

Virgilio Dionisi

Tutte le fotografie riportate nell'articolo sono di Virgilio Dionisi.

scienze

Esploriamo le relazioni tra biodiversità e genetica

In una classe terza, il docente di scienze potrebbe progettare un percorso di lavoro centrato sulle diversità genetiche dei viventi, in quanto i ragazzi hanno già acquisito le conoscenze di base necessarie per una buona comprensione dell'argomento. Si propone, perciò, un itinerario esemplificativo, strutturato come Unità di apprendimento, quindi con le stesse modalità adottate sulla rivista per le proposte didattiche delle singole discipline e dei laboratori.

Compito unitario in situazione. Realizzare, individualmente o in piccolo gruppo, una mappa concettuale o una *flow chart* in cui illustrare che cosa sono e come possono essere applicate le biotecnologie, dopo aver reperito esempi, immagini e informazioni tramite la rete e riviste specializzate.

Obiettivi formativi. L'alunno:
- descrive le relazioni tra biodiversità e genetica apprese nelle attività di ricerca su internet, riviste cartacee e nelle varie attività laboratoriali svolte;
- discute sulla funzione svolta dalla biodiversità genetica nell'equilibrio della biosfera, sia con i compagni che con gli insegnanti.

Attività laboratoriali.
Ipotizzando che il gruppo classe abbia già affrontato i temi dell'evoluzione, della genetica e dell'ambiente, si allestiranno delle attività laboratoriali per favorire negli alunni la comprensione del concetto di *biodiversità* e, in particolare, delle sue *connessioni con la genetica*. Obiettivo non semplice da perseguire. Per tale motivo, si farà ricorso a tutte le possibili risorse offerte dalla rete e a sussidi multimediali diversificati, privilegiando l'approccio collaborativo e la co-costruzione dei saperi. Si suggerisce un possibile itinerario di apprendimento, scandito in cinque fasi, che il docente adatterà flessibilmente alla propria realtà di classe.

Fase 1. *L'input motivazionale* (2 ore). Si potrebbe iniziare il percorso di apprendimento, facendo vedere ai ragazzi un video sulla *biodiversità*¹, tratto dalla puntata di *Geo&Geo* andata in onda su Rai3 il 12 aprile 2010, con la partecipazione del biologo Marco Castellazzi; in seguito, si somministrerà loro un breve questionario, che compileranno

individualmente, composto dalle seguenti domande:

- Fornisci, ricorrendo ad esempi concreti, una definizione del termine *biodiversità*.
- Definisci i seguenti termini: *specie, mutazione, popolazione, gene, Dna*.
- A cosa serve la *biodiversità*?
- Perché tante specie sono in pericolo?
- Che differenza c'è tra la *selezione naturale* e quella operata dall'uomo?
- «Ogni specie vivente si è originata da una specie più antica e dopo un periodo più o meno lungo si estingue».
- Questa affermazione è vera o falsa? Sapresti giustificare la tua risposta?
- Perché non basta dire che la *biodiversità* è la *varietà della vita*?

Le risposte degli alunni saranno lette ad alta voce e comparate; da esse saranno tratte le informazioni necessarie alla progettazione delle fasi successive. Risulterebbe utile una *mappa concettuale*, realizzata collaborativamente, mediante cui evidenziare i nodi fondamentali emersi dalla discussione e le reciproche connessioni.

Fase 2. *Che cos'è la diversità genetica intra-specifica e quali sono le sue funzioni?* (3 ore). Guideremo gli alunni a comprendere che la *variabilità genetica* è da intendersi come varietà dell'informazione genetica contenuta nei diversi individui di una stessa specie e che essa costituisce il serbatoio dal quale i processi dell'evoluzione attingono le varianti biologiche. La variabilità genetica degli organismi è, quindi, il prerequisito fondamentale per l'adattamento all'ambiente a seguito

di pressioni selettive e per l'evoluzione di nuove forme e funzioni.

► **Attività.** *Ricerchiamo in rete informazioni sulla biodiversità genetica.*

Si potrebbero analizzare insieme ai ragazzi uno o più articoli specifici, reperiti su Internet, ad esempio la seguente notizia Ansa del 2 settembre 2010.

1. Analisi di un articolo di testata giornalistica telematica:

Iucn, 21% specie acqua dolce a rischio in Africa²

Sos dell'Unione mondiale per la conservazione della natura. Senza pesci sopravvivenza di milioni di persone a rischio.

Sos dell'*Unione mondiale per la conservazione della natura* (Iucn), per il 21% delle specie che abitano fiumi, laghi e zone umide dell'Africa, a rischio di estinzione, mettendo in pericolo la sopravvivenza di milioni di persone. Per cinque anni 200 scienziati hanno studiato 5 167 specie di acqua dolce africane, cioè pesci, molluschi, granchi, libellule e piante acquatiche. Per loro le minacce si chiamano agricoltura, prelievo dell'acqua, dighe e specie "straniere" invasive. Solo considerando un prezioso bacino come il *Lago Vittoria*, sulle 191 specie di pesci studiate, il 45% è a rischio estinzione oppure si ritiene già estinto. Qui hanno giocato il declino della qualità dell'oro blu e l'introduzione del pesce *persico del Nilo* (*Lates niloticus*), che negli ultimi trent'anni ha causato una riduzione delle specie locali, mettendo in pericolo la pesca tradizionale. Nella zona dei grandi laghi, il pesce è la principale fonte di proteine e rappresenta il sostentamento dei più poveri. La stima è che siano 7,5 milioni di persone nell'Africa sub-sahariana a dipendere dalla pesca nelle acque interne.



Dal sito dell'Ansa

2. Dopo aver riflettuto sul contenuto dell'articolo, si chiederà di rispondere al seguente quesito:
- Perché, a tuo avviso, l'introduzione del pesce persico del Nilo nelle acque

del Lago Vittoria ha provocato (insieme ad altre cause) una riduzione delle specie di pesci locali?

Fase 3. In che rapporto sono con la biodiversità le mutazioni genetiche e/o cromosomiche? (3 ore).

L'obiettivo è far comprendere agli alunni come le mutazioni di geni e/o cromosomi inducano nuove variazioni genetiche negli individui e come queste si diffondano rapidamente nella popolazione grazie al riassortimento assicurato soprattutto dalla sessualità. Le mutazioni sono uno dei fattori che assicurano la variabilità genetica grazie alle variazioni ereditarie *entro* e *tra* popolazioni di organismi. Il significato di variazione genetica è, perciò, chiaro: essa permette sia i naturali cambiamenti evolutivi, sia di ricorrere alla riproduzione artificiale selettiva, con i metodi tradizionali di allevamento, e grazie alle biotecnologie.

► **Attività. 1.** Analizziamo il brano tratto da *Delle razze dei colombi domestici* (*L'origine della specie*, 1859):

Pensando che sia opportuno scegliere un gruppo speciale di animali per farne oggetto di studio, ho preso a considerare i colombi domestici. Io ho conservato tutte le razze che potei procurarmi e ricevevi nel modo più obbligante degli esemplari da diverse parti del mondo[...]. La diversità delle razze è veramente meravigliosa [...]. Un ornitologo certamente non vorrebbe porre il messaggero inglese, il giratore a faccia corta, il colombo romano, il barbo, il gozzuto, il colombo pavone nello stesso genere: tanto più che gli si potrebbero mostrare in tutte queste razze parecchie sotto-varietà di discendenza pura, cioè di specie, com'egli senza dubbio le chiamerebbe.

2. Osserva le immagini proposte.

• **Pesci combattenti** (*Betta Splendens*)³: specie di pesci



appartenenti alla famiglia degli Osfronemidi. L'uomo ha selezionato numerosissime qualità colorate con le pinne estremamente sviluppate (le più conosciute sono la blu, la rossa, la verde, la blu-rossa, la nera blu...) con svariate forme.

• Variazioni all'interno di una popolazione di **chioccioline**.



3. Compila la scheda seguente:

- Dove si localizzano le mutazioni?
- Le mutazioni genetiche influiscono sulla variabilità delle forme viventi all'interno di una specie? Giustifica la tua risposta.
- La variabilità genetica favorisce la sopravvivenza delle specie viventi? Giustifica la tua risposta.
- La biodiversità legata alla variabilità genetica è uno dei fattori necessari alla sopravvivenza di tutti organismi viventi, incluso l'uomo! Commenta l'affermazione.

Fase 4. Come agiscono sulla biodiversità genetica le biotecnologie? (2 ore). I ragazzi non sono in possesso di informazioni corrette sulle biotecnologie, che sono più spesso associate all'utilizzo di organismi geneticamente modificati, noti a tutti come Ogm.

► Per fare chiarezza, proporremo loro un'attività di ricerca delle definizioni disponibili relativamente al termine *Biotecnologie*, soffermandoci ad analizzare collettivamente la più completa, che è sicuramente quella formulata dalla

Convenzione sulla Diversità Biologica UN⁴, ossia:

La biotecnologia è l'applicazione tecnologica che si serve dei sistemi biologici, degli organismi viventi o di derivati di questi per produrre o modificare prodotti o processi per un fine specifico.

In questa fase si favorirà negli allievi la formazione di un corretto approccio scientifico alle biotecnologie e ai loro scopi, erroneamente interpretati dall'opinione pubblica. Un luogo comune è, infatti, credere che le biotecnologie si avvalgano della clonazione somatica, cosa non assolutamente vera. La clonazione genica si occupa di copiare specifiche sequenze di Dna, a differenza della clonazione somatica (copiare un organismo a partire da cellule somatiche) che è una manipolazione del sistema riproduttivo, la quale non ha scopi di utilizzo per fini biotecnologici. A tal fine, si suggerisce di visitare insieme agli alunni il sito della FaO alla pagina dedicata alla *biotecnologia*⁵ per approfondire la delicata tematica.

► Un'altra attività potrebbe consistere nel documentarsi su alcuni esempi di utilizzazione del patrimonio genetico delle specie viventi. Ad esempio, il caso relativo al raccolto di *mais* (*zea mays*) *statunitense* del 1970, gravemente compromesso da una epidemia di fungo parassita, poi felicemente superata l'anno successivo grazie all'utilizzo di piante di origine messicana, dotate di geni in grado di determinare resistenza all'infezione. Questa fase si concluderà con una *riflessione collettiva*: il settore emergente dell'ingegneria genetica, grazie al quale la scienza potrà costruire nuove varianti di forme di vita, non rende inutili le forme di vita selvatiche, anzi: potrà utilizzarle come fonte utilissima ed inesauribile.



PER APPROFONDIRE

Bibliografia

C. Ferrari, *Biodiversità, dall'analisi alla gestione*, Zanichelli, Bologna 2001.
 W.P. Cunningham - M.A. Cunningham - B. Saigo, *Fondamenti di Ecologia*, a cura di A. Basset e L. Rossi, McGraw-Hill, Milano 2004.
 R.B. Primack, *Conservazione della natura*, a cura di L. Carotenuto, Zanichelli, Bologna 2003.
 P.M. Bisol - F. Pranovi, *Appunti sulla Biodiversità*, Cleup, Padova 1999.

Sitografia

- <http://www.cbd.int/> - *Convention on Biodiversity*.
 - <http://www.cbd.int/convention/convention.shtml> - Testo della convenzione di Rio sulla Biodiversità
 - <http://www.cbd.int/videos/> - Video su biodiversità e cambiamento climatico.
 - <http://www.cites.org> - Cites (*Convention on International Trade in Endangered Species of Fauna and Flora*).
 - <http://www.iucn.org> - Iucn (*International Union for Conservation of Nature*).
 - <http://www.unep.org> - Unep (*United Nations Environment Programme*).
 - <http://www.unep.org/newscentre/default.asp?ct=VNR> - Unep (foto, brevi film, audio-video su vari argomenti di interesse ambientale).
 - <http://www.conservation.org> - *Conservation International*, sito ricco di informazioni, link e materiale video.
 - <http://www.conservation.org/discover/partnership/NGO/Pages/default.aspx> - Elenco di organizzazioni impegnate nella conservazione della natura nel mondo.
 - <http://www.biodiversityhotspots.org/Pages/default.aspx> - I "punti caldi" della biodiversità nel mondo con informazioni su specie protette di vertebrati (esclusi i pesci), attività di conservazione e materiale bibliografico.

Annarita Ruberto è docente di matematica e scienze nella scuola secondaria di I grado e collabora con «Scuola e Didattica». Impiega da diversi anni le TIC nella didattica e sperimenta i blog didattici a scuola: **Scientificando** (<http://scientificando.splinder.com>) e **Matem@ticaMente** (<http://lanostramatematica.splinder.com>).

- c. La perdita di razze e varietà nell'ambito delle specie stesse non provoca necessariamente un indebolimento complessivo di quella forma vivente.
- d. Le mutazioni non sono sempre favorevoli alla biodiversità.

2. *Vero o falso?*

- Le biotecnologie sono nate in tempi recenti.
- Le biotecnologie innovative nascono con la scoperta dei microrganismi.
- Le biotecnologie tradizionali sono tecnologie produttive utilizzate da millenni, quali l'agricoltura, la zootecnica e lo sfruttamento delle attività fermentative dei microrganismi.

3. *Inserisci i termini mancanti.*

L'Ingegneria è l'insieme delle tecniche che consentono di in modo stabile e mirato, il genetico di un organismo. La tecnica fondamentale è quella del DNA ricombinante. Essa permette di dei geni e trasferirli in un altro, al fine di produrre proteine ed enzimi.

Abilità

1. *Spiega che cosa sono gli Ogm e in quali ambiti sono principalmente utilizzati.*
2. *Argomenta, ricorrendo ad un esempio specifico, come la varietà genetica contribuisca all'equilibrio della biosfera.*
3. *Giustifica le seguenti affermazioni anche ricorrendo ad esempi.*

- a. La conservazione del patrimonio naturale vivente è di fondamentale importanza per il futuro sviluppo dell'umanità e per risolvere ed alleviare molti problemi.
- b. Specie diverse danno differenti contributi alla biodiversità.
- c. Attualmente, numerose specie perdono intere popolazioni con un ritmo tale da ridurre rapidamente la variabilità genetica e quindi la capacità di adattamento ai mutamenti climatici ed altre forme di avversità ambientali.

Annarita Ruberto

A questo proposito, si potrebbe commentare insieme ai ragazzi una frase del prof. Tom Eisner⁶ della Cornell University:

«L'estinzione non significa più la semplice perdita di un volume della biblioteca della natura, ma comporta la perdita di un libro le cui pagine sciolte resterebbero, se le specie sopravvivessero, perpetuamente disponibili a trasferimenti selettivi per il miglioramento di altre specie».

Fase 5. Riflettiamo su quanto appreso (1 ora e 30 minuti).

Si concluderà l'intero percorso apprenditivo con la realizzazione, a cura dei ragazzi, di una *mappa concettuale* che sintetizzi i nodi fondamentali affrontati.

Verifica, valutazione, monitoraggio.

Poiché le *conoscenze* e le *abilità* acquisite sono state monitorate in itinere, si

propongono degli esempi di test e quesiti alla fine dell'Unità di apprendimento come ulteriore verifica di sintesi.

Le *competenze attese* saranno opportunamente monitorate con strumenti specifici (osservazioni sistematiche, interviste, questionari o *check-list*, discussioni collettive) sia durante le attività laboratoriali che mediante la realizzazione del Compito unitario in situazione, nella cui valutazione saranno considerati i seguenti elementi: *precisione e pertinenza* nella progettazione della mappa concettuale o della flow chart; *autonomia e accuratezza* nella ricerca e selezione delle fonti in rete e su riviste specializzate; *cooperatività*.

Conoscenze

1. *Sottolinea le frasi che ritieni errate.*
 - a. La biodiversità implica soltanto la variabilità genetica degli esseri viventi.
 - b. La biodiversità implica tutta la variabilità biologica.

¹ <http://www.rai.tv/dl/RaiTV/programmi/media/ContentItem-d0c0bbb5-b717-4d9d-bf9d-3a369ac83c1d.html?p=0>

² http://www.ansa.it/web/notizie/canali/energiaambiente/natura/2010/09/02/visualizza_new.html_1787949625.html

³ Immagini tratte da una galleria fotografica di diverse varietà di Betta, fotografate in Thailandia: http://www.acquaportal.it/Articoli/Dolce/Pesci/speciale_betta/gallery_betta/default.asp

⁴ Convention on Biological Diversity: <http://www.cbd.int/>

⁵ <http://www.fao.org/kids/it/biotechnology.html>

⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Eisner

geografia

Squilibri territoriali, rischi ambientali e biodiversità

Il docente di geografia può contribuire allo studio della varietà delle forme di vita vegetali e animali presenti negli ecosistemi del pianeta promuovendo il raggiungimento di tre ordini di obiettivi:

- favorire la conoscenza di realtà territoriali che, per l'originalità dei loro caratteri, possono costituire casi di studio di particolare rilievo, talvolta messi in evidenza da TV e giornali per gli eventi drammatici che li hanno coinvolti e nei quali l'intensità delle trasformazioni imposte all'ecosistema ha creato situazioni di squilibrio ambientale tali da indurre processi che, a lungo termine, provocano effetti negativi;
- offrire un contributo di ordine metodologico, facendo dialogare gli strumenti e i linguaggi di ambiti disciplinari diversi, come le scienze naturali e la geografia;
- fare riferimento alla responsabilità, individuale e collettiva, nella gestione della varietà dello spazio geografico, sviluppando negli studenti la consapevolezza della necessità di operare per pianificare un modello di sviluppo che promuova forme più equilibrate di uso dell'ecosistema.

Le parole in gioco. L'attività nelle classi può avere inizio invitando gli alunni a riflettere sul significato di alcuni termini, utili per rinsaldare la conoscenza di concetti che si incontreranno durante il percorso. Concentriamo, allora, l'attenzione su quelle parole che più fanno riferimento e presentano relazioni con la dimensione territoriale che è l'oggetto dello studio geografico. Partendo proprio dalla parola *diversità*, cerchiamo di far comprendere agli studenti come tale sostantivo caratterizzi l'intero linguaggio geografico che si occupa di osservare e comprendere la varietà dei paesaggi naturali e delle forme che questi hanno assunto a causa della organizzazione territoriale. A tale proposito, riferendoci a precedenti esperienze di studio, faremo emergere la molteplicità delle condizioni locali, confrontando a grandi linee le particolarità della morfologia, del clima, dell'ambiente naturale e del patrimonio culturale. Soffermeriamoci, ad esempio, sulla *diversità linguistica*, facendo notare come tale fondamentale aspetto dell'identità di un popolo sia oggi messo in discussione per le lingue locali a causa della loro estinzione, provocata dalla omogeneizzazione linguistica verso la quale sembrano essere proiettate le società contemporanee. Chiediamo di riflettere su quali costi culturali comporti la perdita di una lingua, sia per la scomparsa di parole, di

tradizioni ma anche rispetto alla biodiversità, come insieme di conoscenze sulla natura, sulla terra, su attività economiche come la pesca tradizionale o le attività agro-silvo-pastorali. Torniamo al percorso sulle parole chiedendo agli studenti di ricercare il significato di termini come: *ambiente naturale e antropizzato, habitat, ecosistema, zona tutelata, isolamento geografico, biotopo, equilibrio ecologico, parco nazionale...* La conoscenza di queste parole, dei concetti ad esse corrispondenti e degli ambiti geografici a cui fanno riferimento, è utile per dare agli studenti quel patrimonio lessicale necessario a creare sull'argomento un vocabolario condiviso. Soffermeriamoci, inoltre, su alcune espressioni che riassumono la successione delle grandi tipologie di intervento dell'uomo sull'ambiente. *Sistemazione idraulica, organizzazione agricola, urbanizzazione, rete viaria, industrializzazione, deforestazione, insediamenti turistici, raccolta e smaltimento dei rifiuti, impermeabilizzazione del suolo* sono solo alcune delle possibili tappe del percorso di ricerca di quelle parole che sono necessarie per elaborare consapevolmente le informazioni e per comprendere i caratteri ed i problemi presenti nei casi di studio che verranno proposti. Assegniamo la ricerca a gruppi di alunni, invitandoli a consultare gli

strumenti disciplinari ritenuti più opportuni: manuali, dizionari, enciclopedie o siti internet¹. I risultati della ricerca verranno fissati in uno *schema*, sul quale gli alunni verranno invitati a cogliere alcune semplici relazioni, sottolineando i possibili fattori di rischio provocati dall'intensità di alcuni interventi sull'ecosistema. A questo proposito, utilizzando la cronaca di episodi accaduti in epoche più o meno recenti (da quanto è accaduto nel 2010 nel Golfo del Messico, fino al più lontano 1976 a Seveso), riflettiamo con gli studenti facendo osservare alcuni esempi di *cattivo uso del territorio*. Si darà spazio alla raccolta di documentazione sulla stampa (o su siti specializzati in internet) di articoli dedicati ai temi in oggetto. L'analisi dei materiali avvicinerà gli studenti al problema, permettendo loro di ricavare le informazioni necessarie per una valutazione delle cause, degli effetti e per formulare ipotesi su possibili soluzioni. Ogni gruppo concluderà questa fase con un tabellone murale, ovvero con una presentazione alla classe utilizzando il linguaggio informatico, in cui comparirà la sintesi del lavoro con schematiche annotazioni e spiegazioni emerse dalla riflessione comune nei gruppi.

Il mare, le coste, i fiumi...

Iniziamo la seconda fase del lavoro occupandoci di alcuni ambienti che, a causa degli interventi da parte dell'uomo, manifestano evidenti squilibri. Inizialmente concentriamo l'attenzione degli studenti sull'*ambiente marino*, sulla *pesca* e sullo *sfruttamento dei giacimenti* e sui traffici connessi al *trasporto delle materie prime*. Rispetto ai problemi relativi alla *pesca* chiediamo agli alunni di ricercare alcuni dati che dimostrino come il sempre maggiore bisogno di attingere alle risorse del mare per fini alimentari abbia portato come conseguenza un impoverimento delle risorse ittiche. Facciamo localizzare sul planisfero le grandi aree di pesca e raccogliamo informazioni sulle grandi flotte pescherecce operanti nei mari italiani, europei, mondiali. Chiediamo, inoltre, quali siano le specie che maggiormente sono a rischio di estinzione per la pesca indiscriminata praticata anche con

modalità illecite. Informiamoci, infine, su quali siano le proposte che pervengono dai ricercatori oceanografi (parchi marini, periodi di divieto di pesca, acquacoltura...) come possibili risposte al problema. Analogamente procediamo con altri gruppi di alunni sul tema dei *giacimenti off shore* e sui *traffici marittimi del petrolio*. Partendo dai recenti drammatici fatti avvenuti nel golfo del Messico, facciamo ricostruire la carta di analoghi incidenti avvenuti in anni recenti e quale sia l'entità dei danni sull'ambiente marino provocati da questi disastri. Invitiamo, infine, gli studenti impegnati in questa ricerca a verificare quali siano le esperienze in atto per ridurre la dipendenza delle economie dei diversi stati dai combustibili fossili.

Un ulteriore caso di studio è dato dalle grandi trasformazioni che sono avvenute sugli *ambienti costieri*. L'interesse nei confronti delle aree fronte mare è antico, ma non vi è dubbio che in epoche recenti l'uomo abbia operato interventi che non di rado hanno letteralmente cambiato la faccia delle coste. Pensiamo a quanto è avvenuto nel corso del Novecento sulle coste italiane ed europee interessate da profondi processi di industrializzazione, di sviluppo della portualità e da un dinamismo turistico prima sconosciuto. Assegniamo ad un gruppo di studenti l'incarico di ricercare informazioni sulle grandi trasformazioni avvenute, individuando le coste di una regione italiana come realtà da osservare con maggiore attenzione. Andrà schematicamente indagata, insieme alla tipologia degli interventi (bonifiche, zone industriali, porti, insediamenti turistici...), anche la dimensione dei successi che tali trasformazioni hanno comportato per l'economia ma, insieme a questi, anche quale impatto negativo questi hanno avuto sull'ambiente costiero (perdita di zone umide, cementificazione delle coste, impoverimento della biodiversità, inquinamento...).

Strettamente collegato al tema delle coste è quello della *qualità delle acque fluviali*.

L'obiettivo è quello di far comprendere agli studenti come la qualità delle acque di un fiume dipende dall'ambiente che le circonda e dal territorio che

attraversano. Gli studenti coinvolti dovranno inizialmente ricercare le diverse forme di inquinamento fluviale rivolgendo la loro attenzione ad alcuni fiumi italiani ed europei. Ma il tema si presta anche ad ulteriori approfondimenti, ad esempio rispetto allo stravolgimento ambientale, climatico e sociale che può subire un territorio in seguito alla costruzione di una grande diga. Il gruppo di alunni interessato a questo aspetto del problema potrà concentrare la sua ricerca sugli effetti provocati dalla costruzione della *Diga delle tre gole* sul fiume Chang Jiang, sui vantaggi e sui pesantissimi prezzi che il territorio ha pagato, e dovrà pagare, per questo intervento. Gli studenti affiancheranno alla ricerca geografica la documentazione che rappresenti i territori interessati, le popolazioni coinvolte, i luoghi dell'esodo, i costi ambientali... Più o meno un terzo della superficie emersa del pianeta è coperta da *foreste* che rappresentano, quindi, un enorme patrimonio di biodiversità da conservare e tutelare. Ogni manuale di geografia distingue i caratteri delle diverse tipologie forestali (dalla taiga russa, alle *selvas* amazzoniche; dalle foreste boreali canadesi, alla giungla equatoriale...) e sottolinea i rischi a cui sono soggette le grandi aree forestali, principalmente a causa di una intensa deforestazione.

Vi sono, però, altre cause di origine antropica che possono compromettere il patrimonio boschivo come, ad esempio, gli incendi o il fenomeno delle piogge acide.

Chiediamo agli studenti di concentrare l'attenzione sul nostro paese verificando la distribuzione forestale nelle diverse regioni, le attività messe in atto per tutelare e salvaguardare le

riserve naturali dello Stato e altre aree di interesse naturalistico².

La città e la biodiversità. Lo studio degli ambienti può ovviamente aprirsi a molti altri contesti sui quali far confluire l'impegno degli studenti. Si pensi, ad esempio, a come il tema della biodiversità si possa coniugare con l'osservazione degli spazi agricoli di pianura, degli ambienti alpini, delle zone aride e sub aride, delle regioni polari e sub polari... tutti ugualmente interessanti e interessati dal bisogno di tutela e di salvaguardia degli equilibri ecologici. Concludiamo questo percorso facendo riflettere gli studenti sul tema della biodiversità in contesto urbano. Lo sviluppo delle *città* costituisce uno dei fenomeni più importanti della nostra epoca; infatti, in tutto il mondo, la popolazione tende a concentrarsi negli insediamenti urbani e oggi più della metà degli abitanti della Terra vive nelle città. Appare così importante sottolineare il ruolo che anche la città, il luogo più antropizzato in assoluto, può avere nella tutela del patrimonio naturale e, più in generale, nella ricerca di un equilibrio ambientale. Chiediamo, quindi, agli alunni di fare una ricerca sulle città europee che hanno cercato di intervenire maggiormente in tal senso e che meritano, perciò, un riconoscimento per aver compiuto notevolissimi avanzamenti verso una condizione di maggiore sostenibilità, contribuendo ad una esistenza migliore e più amica dell'ambiente dei loro abitanti.

Le carte. Intitoliamo così l'ultima parte del percorso che ci consentirà di *sintetizzare lo studio degli ambienti* fin qui fatto attraverso la *tematizzazione di alcune carte geografiche*.

Poiché l'esercitazione che intendiamo sviluppare presenta versanti riconducibili a più ambiti disciplinari, chiariamo agli studenti che lo strumento cartografico consente di rappresentare la distribuzione sul territorio di qualsiasi fatto e fenomeno, sia esso di natura fisica o antropica. Ricordiamo che in precedenti esperienze lo studio della geografia ci ha portato ad interpretare e produrre carte in cui si rappresentavano fatti e fenomeni

Alessandro Voltolina insegna lettere nella scuola secondaria di I grado. È stato nominato docente presso la SSIS Veneto e ha partecipato, in qualità di esperto, agli Itinerari educativi del Comune di Venezia.

Con Fabio Lando ha curato il volume *Atlante dei luoghi, ipotesi per una didattica della Geografia, Cafoscarina, Venezia 2005*.

Per molti anni è stato collaboratore di «Scuola e Didattica» per la didattica della geografia.

SITOGRAFIA

- Il sito dell'Anno internazionale della biodiversità: <http://www.cbd.int/2010/welcome/>
- Gli hot spot della biodiversità: <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/hotspots/Pages/default.aspx>
- La Lista Rossa delle specie minacciate a cura dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura: <http://www.iucnredlist.org/>
- Millennium Seed Bank Project: <http://www.kew.org/science-conservation/conservation-climate-change/millennium-seed-bank/index.htm>
- Gruppo di Interesse scientifico e tecnico-operativo per gli "Orti Botanici e i Giardini Storici" della Società Botanica Italiana: <http://www.cbd.int/iyb/doc/celebrations/iyb-Italy-ISPRA-article-it.pdf>
- Progetto Frozen Ark: <http://www.frozenark.org>
- Progetto A Global View of Livestock Biodiversity - GLOBALDIV: <http://www.globaldiv.eu>
- Giardini zoologici nazionali - Nota del Ministero della Salute prot. DGVA VIII/10913/P-I.8.d/108 del 14 marzo 2006, allegato 1: http://www.izsvenezie.it/dnn/Portals/O/AI/ELENCOZooregionali_Allegato1.pdf

relativi ai diversi ambiti territoriali studiati. Chiediamo, pertanto, agli alunni di applicare le abilità strumentali raggiunte nel linguaggio cartografico per l'osservazione e la ricerca delle modalità più idonee per la rappresentazione dei problemi oggetto di studio.

Costruiremo con gli alunni una serie di carte per "non dimenticare" quegli episodi che devono essere ricordati perché hanno evidenziato i rischi di un cattivo uso dell'ecosistema. Ogni gruppo di alunni potrà ricercare un caso da studiare, riferendosi a quelli già affrontati, ovvero proponendo altri temi sui quali si è concentrato l'interesse.

Un gruppo, ad esempio, potrebbe occuparsi delle ferite che spesso le guerre, oltre all'immenso carico di dolore umano, provocano sull'ambiente. Le immagini di gravi forme di inquinamento provocate da incendi di pozzi petroliferi, dall'uso di sostanze chimiche, dall'abbandono forzato di terre... sono purtroppo presenti quasi quotidianamente nelle pagine dei quotidiani. Una riflessione anche su questi aspetti potrà portare una ulteriore tessera per comprendere

qual è lo stato di salute dell'ambiente.

Anche in questo caso la carta geografica, che evidenzierà i luoghi maggiormente interessati, si rivela uno strumento indispensabile per favorire negli alunni la localizzazione dei fatti e sviluppare l'abitudine a ricondurre qualsiasi evento al contesto geografico in cui si è prodotto.

A conclusione del lavoro dei gruppi, chiediamo agli studenti di evidenziare in un planisfero gli ambiti territoriali che sono stati presi in considerazione nel corso delle ricerche. Cerchiamo, attraverso l'ideazione di una opportuna simbologia di favorire la lettura dei contenuti della carta. Precisiamo, infine, che la cartografia regionale prodotta dagli alunni, per l'osservazione dei singoli episodi studiati, e il planisfero, che consente uno sguardo sinottico sull'insieme delle ricerche, sono strumenti diversi e complementari che consentono ulteriori approfondimenti qualora, nel corso delle attività di studio, si trovassero altre informazioni.

Oltre l'apocalisse. Non appare fuori luogo l'obiezione, che potrebbe essere sollevata a questa proposta, sull'uso di argomenti che sembrano rifarsi ad una visione "catastrofista" con un eccesso di sottolineature e forzature drammatiche o allarmistiche. È necessario, allora, che la progettazione didattica, accanto alla reale preoccupazione per situazioni di grave squilibrio, tenga conto anche dei molteplici esempi positivi di *pianificazione sostenibile ed ecocompatibile*.

Va ricordato, tra gli altri, l'impegno dell'Unesco sulle *riserve della biosfera*, quelle aree di ecosistemi terrestri, costieri e marini che, attraverso il coinvolgimento delle comunità locali, mira ad una corretta gestione del territorio e concorre alla conservazione dell'ecosistema e alla sua biodiversità. Si pensi, poi, a quanto si sta facendo in Germania, e negli altri paesi Ue, per incrementare la percentuale di *energia prodotta da fonti rinnovabili*, riducendo così il tasso di anidride carbonica emessa nell'atmosfera. Ovvero si invitino gli studenti a verificare gli obiettivi del Fai (*Fondo Ambiente Italiano*)³ per sensibilizzare la popolazione al *rispetto ed alla tutela dell'arte e della natura nel nostro paese*.

Esempi positivi che, uniti all'impegno di tanti enti e di tante associazioni in materia di tutela e salvaguardia dell'ambiente, potranno restituire uno sguardo di maggiore serenità sul problema, promuovendo forme di responsabile partecipazione e impegno per una gestione positiva del territorio.

Alessandro Voltolina

Alla scoperta della biodiversità: I FIORI DEL BOSCO



Sul sito <http://www.scuolaedidattica.lascuolaconvoi.it> sono presenti alcuni materiali (immagini, schede...) realizzati in un laboratorio di educazione ambientale, condotto dalla prof.ssa Anita Marietta, utili per il riconoscimento di specie vegetali e per attività anche ludiche.

¹ Cfr., ad esempio, <http://www.unesco.it>; <http://www.fao.org/biodiversita>; <http://www.biodiversita2010>; <http://www.unimondo.org>, ricchi di informazioni e di utili rinvii al tema in oggetto. Vedi anche i materiali presenti nei siti dei Ministeri dell'ambiente (<http://www.minambiente.it>) e della pubblica istruzione (<http://www.miur.it>).

² Cfr. il sito <http://www3.corpoforestale.it>.

³ <http://www.fondoambiente.it>.

cittadinanza e Costituzione

La casa ecologica

Se *cittadinanza e Costituzione* è la disciplina che mira allo sviluppo delle competenze relative alla cittadinanza attiva e alla formazione dei futuri cittadini, diventa fondamentale far riflettere i ragazzi sui processi che tendono a migliorare la qualità della vita del singolo e della comunità e sulla responsabilità morale che grava sull'umanità se essa non si cura della conservazione della biodiversità sulla terra. È possibile, pertanto, creare un ponte tra i concetti di tutela della biodiversità e cittadinanza attiva attraverso la *bioarchitettura*.

La bioarchitettura, infatti, opera nel rispetto della sostenibilità ambientale. Principio fondamentale è il minor consumo di risorse senza rinunciare al comfort e alla tecnologia. È importante riflettere sul fatto che la causa principale della perdita di biodiversità sta nel crescente consumo globale di risorse, che riduce le superfici utili, frammenta gli ecosistemi e compromette la qualità della vita.

Il percorso didattico pluridisciplinare che si propone coinvolge l'alunno in laboratori attivi di bioarchitettura per sperimentare come anche con pochi, ma fondamentali accorgimenti, nella costruzione di edifici o nella quotidianità abitativa, si possa tutelare l'ambiente, non intaccando le risorse della natura, bensì creando *armonia ed equilibrio* tra uomo e ambiente naturale.

Obiettivi. Attraverso le attività proposte, il ragazzo potrà:
 - individuare le differenze tra ecosistemi naturali ed artificiali;
 - riflettere sui concetti di sviluppo sostenibile ed impatto ambientale;
 - prendere coscienza dell'importanza dei comportamenti individuali nella risoluzione delle emergenze ambientali;
 - maturare una mentalità ecologica.

Discipline coinvolte. Nel percorso di bioarchitettura si prevedono contributi di:
 - scienze;
 - tecnologia;
 - arte ed immagine;
 - inglese.

Dagli ecosistemi naturali a quelli artificiali. Il docente di scienze, dopo aver presentato gli obiettivi e il percorso di lavoro ai ragazzi, introduce i concetti di *ecosistema, sviluppo sostenibile, impatto ambientale e biodiversità*, che sono prerequisiti fondamentali per poter affrontare il laboratorio proposto.

Si organizza il brainstorming chiedendo agli alunni di fare alcuni esempi di *ecosistemi naturali* (bosco, lago...) ed *ecosistemi artificiali* (laghi artificiali, giardini, città, case...); da qui facilmente si potranno dedurre le definizioni dei due tipi di ecosistemi. A questo punto si parla della *paesaggistica* e si concentra l'attenzione sugli edifici, sulle abitazioni e sull'ambiente costruito. Per analizzare il *metabolismo* di un edificio si parte da quello scolastico. I ragazzi, divisi in gruppi, sono invitati a compilare le *Tabelle 1 e 2* e ricavare riflessioni preparando un testo scritto.

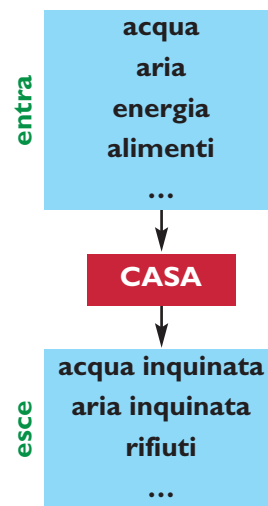
Tabella 1 - Cosa entra nell'edificio-scuola (quali sono i sistemi energetici di approvvigionamento)?

ELEMENTO	Come entra	A cosa serve
acqua	tubature	bagni, mensa...
aria		
energia		
...		

Tabella 2 - Cosa esce dall'edificio-scuola (quali sono le attività di smaltimento)?

ELEMENTO	Come esce	Si trasforma?	Come tutelare l'ambiente?
acqua	fognature	acqua sporca, inquinata...	impianti di depurazione...
aria			
energia			
...			

Lo stesso esercizio sarà svolto singolarmente dagli alunni sulla propria abitazione. A conclusione di questa prima fase di lavoro, verrà preparato il seguente schema:



La casa ecologica. L'insegnante di tecnologia può avviare una discussione guidata con la classe per ricavare l'identikit della casa ecologica, partendo dalle seguenti domande-guida:

- La casa è un sistema aperto o chiuso? in che senso?
- Perché la casa può essere considerata un "organismo"?
- Secondo voi a quali principi si dovrebbero ispirare i costruttori di case ecologiche?
- Che rapporto c'è tra la casa ecologica e lo sviluppo sostenibile?
- Che rapporto c'è tra l'edificio e il paesaggio?
- Quali elementi della natura si possono sfruttare senza arrecare danno all'ambiente?

Il docente presenta a questo punto i concetti principali della bioarchitettura:

- consumare meno risorse;
- costruire case a basso impatto ambientale.

Viene così proposta un'architettura più responsabile e si crea una nuova cultura dell'abitare. Per esempio, con una semplice attività di *orienteeering* è possibile anche far comprendere ai ragazzi come posizionare un edificio in modo da sfruttare maggiormente la luce del sole, evitando un uso eccessivo di luce artificiale e, quindi, di energia elettrica (lo stesso discorso si può fare per il riscaldamento del fabbricato).

Si presentano alcune idee-base della bioarchitettura, declinate in *inglese*:

Le idee per la Slow Home

Go local: Valorizzare artigiani ed imprese locali

Go green: Fare scelte eco-sostenibili

Go open: Privilegiare gli spazi aperti

Go simple: Evitare gli spazi inutili

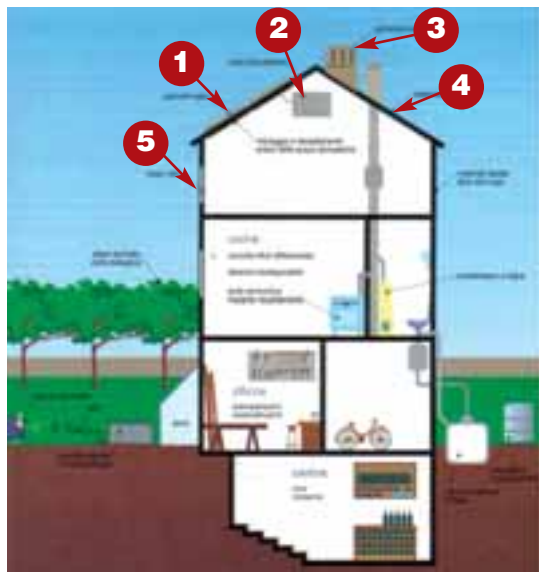
Go near: Ridurre gli spostamenti

A questo punto bisogna introdurre il concetto di *casa passiva*:

un'abitazione che assicura il benessere termico senza alcun impianto di riscaldamento "convenzionale" (caldaie, termosifoni o sistemi analoghi), ma con impianti che adottano pannelli solari o pompe di calore per riscaldare l'aria dell'impianto di ventilazione controllata a recupero energetico. Quindi, la casa è detta *passiva* quando la somma degli apporti passivi di calore (apporti subiti) dell'irraggiamento solare trasmessi attraverso le finestre e il calore generato internamente all'edificio da elettrodomestici e dagli occupanti stessi sono quasi sufficienti a compensare le perdite durante la stagione fredda.

Per riassumere quanto detto, si mostra ai ragazzi una immagine da cui dedurre, con l'aiuto dell'insegnante, le *caratteristiche di un'abitazione ecologica*:

- 1 pannelli solari
- 2 celle fotovoltaiche
- 3 generatori eolici
- 4 materiali isolanti
- 5 doppi vetri.



(Da D. Bentivogli - M.P. Boschi, *Ecoambiente*, Cappelli, Bologna 2001)

Patrizia Monetti, è docente di ruolo di materie letterarie nella scuola secondaria di I grado. Da anni elabora e attiva progetti interdisciplinari (dal 2004 pubblicati su «Scuola e Didattica») oltre a progetti specifici per l'integrazione di alunni disabili. Dal 2008 collabora con la rivista per la didattica di cittadinanza e Costituzione.

Con le immagini successive si chiederà, invece, agli alunni di collegare ciascuna "casa" ad emozioni e percezioni. Si vedrà in tal modo come le foto produrranno sensazioni di benessere, serenità e armonia. Questo cosa significa? Che noi, quando siamo immersi nella natura, stiamo bene. Infatti, il giusto rapporto uomo/ambiente-natura è la condizione di benessere.



Ho visto un posto che mi piace,
si chiama Mondo
Ci cammino, lo respiro, la mia vita
è sempre intorno
Più la guardo, più la canto,
più la incontro
Più lei mi spinge a camminare
come un gatto vagabondo...
Ma questo è il posto che mi piace
si chiama Mondo...
(da *Mondo*, di C. Cremonini).

Come proteggere il Mondo in modo che rimanga anche in futuro «il posto che mi piace», come canta Cesare Cremonini? Come tutelare la biodiversità? Questi sono gli interrogativi a cui dovranno dare risposte sempre più urgenti i nostri alunni, i ragazzi di oggi, cittadini del nuovo millennio.

Ecco il mio progetto: una casa a basso impatto ambientale.

Dopo aver discusso sulla casa ecologica, riflettuto sulle sue implicazioni e analizzato le immagini, i ragazzi devono riportare tutte le informazioni apprese nel loro *diario di bordo*, arricchendolo con le proprie osservazioni e riflessioni. Con la collaborazione del *docente di lingua inglese* si può anche preparare un testo in inglese utilizzando i concetti della *slow home*. Ora gli alunni sono pronti per disegnare e presentare la propria idea di casa ecologica, che possiamo definire l'*egoambiente*, cioè l'ambiente a misura del singolo. Ogni discente presenta, poi, alla classe il proprio lavoro (vedi *esempio*).

Patrizia Monetti

Progetto di un alunno



Dal diario di bordo di Simone: «Immagino da adulto di abitare con la mia famiglia in una casetta immersa in un paesaggio naturale. Mi piacerebbe avere una casa ecologica che utilizza le risorse della natura, senza sprecarle. Sicuramente avrò

un orto, un pozzo e un generatore eolico in giardino. La mia casa avrà due pareti laterali in vetro, in modo da sfruttare la luce del sole, evitando di usare troppa corrente per l'illuminazione e troppo riscaldamento in inverno. Sul tetto ci saranno pannelli solari e tutta la casa sarà in legno. Io nella vita di tutti i giorni mi impegnerò a fare (come faccio già ora) la raccolta differenziata dei rifiuti. Insomma, sarà proprio bello vivere in una casa ecologica, sapendo di aiutare la natura!!!».