

BIOMIMESI:

perché studiare la natura serve sempre

Silvia Giordano

Docente di matematica e scienze presso la scuola secondaria di I grado,
animatrice digitale e Google Trainer certificata

MATERIA: Scienze, Matematica e Fisica, Scienze motorie

DESTINATARI: classi prime della scuola secondaria di primo e secondo grado

DURATA COMPLESSIVA: circa 2 ore (un'ora di attività in classe più un'ora, a casa, di approfondimento individuale da parte degli studenti)

OBIETTIVI DELL'ATTIVITÀ: scoprire, attraverso un percorso interdisciplinare, in quali campi si applica la biomimesi e quali sono le invenzioni e le scoperte collegate a studi curiosi e affascinanti nel campo delle scienze biologiche e naturali.

NOTA: Questa unità didattica è corredata da materiale digitale liberamente scaricabile ed utilizzabile. I video linkati nella presentazione per la Fase 2 sono privi di pubblicità solo se li visionate attraverso la presentazione; se intendete invece fornirne il link diretto agli studenti, si possono privare delle pubblicità attraverso l'uso del sito <http://www.viewpure.com/>

FASE 1: Brainstorming di classe (15 minuti)

In questa fase si raccolgono le idee che la parola "**biomimesi**" suscita negli studenti attraverso un'attività di brainstorming. Si coglie quindi l'occasione per sottolineare la necessità di risalire all'**etimologia della parola** per comprenderne meglio il significato, magari cercando altre parole che contengano il suffisso "bio" o che c'entrino con la "mimesi". Per indagare su cosa vogliono dire le parole greche *bios* e *mimesis*, si può usare un dizionario etimologico, anche online (lo trovate [qui](#)): a questo punto si fanno insieme delle ipotesi sul significato di "biomimesi", il termine che risulta dal loro accostamento, e si verifica con una ricerca su un dizionario o un'enciclopedia cartacea, oppure su una fonte affidabile online come [questa](#).

FASE 2: Ipotesi di classe (45 minuti)

Mostriamo ora alcune immagini che rappresentano **esempi di biomimesi** (le trovate raccolte e pronte per l'uso in classe nella presentazione [qui](#)). Si chiede a ogni studente di ipotizzare quali

tra le **invenzioni umane** potrebbero essersi ispirate alle strutture naturali che vedono, eventualmente fornendo loro indizi progressivi (nome dell'inventore, nome dell'invenzione o nome dell'elemento naturale a cui si ispirano) per aiutarli a indovinare le risposte (che si trovano nelle diapositive successive).

Si passa quindi a spiegare gli esempi di biomimesi:

- **IL VELCRO**

Possiamo raccontare l'episodio storico legato a questa invenzione, o affidare ai ragazzi una ricerca da fare a casa: un giorno del 1957 l'ingegnere svizzero **George de Mestral** era a passeggio con il suo cane, come faceva spesso. Come tutti i giorni notò, al rientro, che ai suoi pantaloni e al pelo del suo cane erano rimasti attaccati dei piccoli semi (achemi) di una pianta molto comune nella sua zona, la bardana (nome scientifico: *Arctium lappa*), e che questi **semi** erano **tenacemente attaccati ai tessuti** con cui avevano preso contatto. Studiandoli al microscopio ed analizzando la loro struttura, George ebbe l'idea geniale di utilizzarli come fonte d'ispirazione per ideare una robusta e solida chiusura per gli abiti, che non si rompe mai e che non deve essere quindi mai riparata: il velcro. Studiò questi semi per ben otto anni prima di riuscire a creare l'**equivalente sintetico** della bardana, ma la sua invenzione ebbe un successo immediato e oggi tutti noi lo usiamo nella nostra vita quotidiana.



Bardana
(nome scientifico: *Arctium lappa*)

- **SQUALI, COSTUMI OLIMPIONICI E AEREI**

Un esempio classico e di attualità è lo studio della **pelle di squalo** che è stato poi applicato alla creazione di costumi per il nuoto per le Olimpiadi, in modo da renderli più idrodinamici e facilitare anche il galleggiamento del nuotatore. Per i docenti più intraprendenti, in [questo](#) video trovate una trattazione matematico-fisica dell'argomento (attenzione, è in inglese!). L'argomento si presta bene anche a un collegamento con **Educazione motoria**: questi costumi sono stati successivamente dichiarati illegali nelle competizioni,

come se fossero un doping tecnologico! La stessa tipologia di struttura a squame triangolari è stata anche sfruttata **in campo aeronautico**: nel 1989, il costruttore di aeromobili Airbus ricoprì il 70-80% della superficie di un Airbus A380 di lamine metalliche dalla forma triangolare e appuntita. I test dimostrarono che la lamina era in grado di ridurre l'attrito di fino all'8%, consen-



La superficie di un Airbus A380
è fatta di lamine metalliche

tendo a un volo A380 a lunga distanza di trasportare 4 tonnellate aggiuntive di carico utile. Infine, si può lasciare come approfondimento la visione di [questo](#) video che tratta delle **capacità anti-batterie** della pelle dello squalo, utile anche agli scafi delle navi.

- **ARIA CONDIZIONATA E TERMITAI**

Ad Harare, in Zimbabwe, l'architetto sudafricano **Mick Pearce** ha progettato un edificio che è in grado di assicurare al suo interno una temperatura costante e ottimale tutto l'anno senza impianto di condizionamento: **l'Eastgate Building**. Per farlo si è ispirato a un termitaio, la struttura a pinnacolo che fa da nido alle termiti. Nei **termitai** la temperatura interna deve essere mantenuta costantemente a 31 °C per permettere la sopravvivenza delle termiti e del fungo di cui si nutrono, che esse coltivano al suo interno. Per far sì che ciò accada, in un paese in cui le temperature ambientali oscillano tra i 3 °C ed i 42 °C, le termiti scavano un sistema di cunicoli all'interno del termitaio che crea un ricircolo di aria "automatico" (per effetto convettivo) che porta l'aria dal fondo del cumulo di terra su fino alla cima del termitaio, mantenendo così la sua **temperatura interna costante**. Analogamente, nel centro commerciale Mick Pearce ha inserito dei ventilatori a basso consumo energetico al primo piano, che aspirano l'aria e la pompano in appositi condotti verticali all'interno dei due corpi di fabbrica, facendole attraversare tutti i piani e lasciandola quindi fuoriuscire, quando ormai è calda, dai camini che danno all'esterno, proprio come avviene in un termitaio. In questo modo l'Eastgate Centre non ha bisogno di un sistema di condizionamento artificiale: questa soluzione ha fatto risparmiare fino ad ora oltre 3,5 milioni di dollari allo Zimbabwe, paese in cui, per altro, la maggior parte dell'energia elettrica viene importata dall'estero.



Eastgate Building (Harare)

- **GLI SHINKANSEN E I MARTIN PESCATORE**

Partendo questa volta dall'immagine dei treni più veloci al mondo, gli **Shinkansen** giapponesi, possiamo chiederci perché abbiano quella particolare forma. Il motivo è presto spiegato: la loro alta velocità (attualmente fino a 300 Km/h) causava forti rumori (boom sonici) nei momenti in cui i primi modelli di questi treni entravano e uscivano dalle gallerie: rumori udibili fino a 400 metri di distanza e che disturbavano notevolmente i quartieri iperpopolati che il treno attraversava (**inquinamento acustico**). Per risolvere questo problema, uno degli ingegneri del team che si occupava delle migliorie dei treni proiettile si ispirò ai **martin pescatore**.

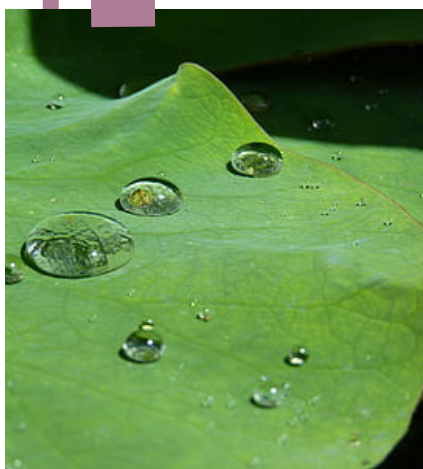
Anche questi uccelli devono risolvere questo stesso problema fisico quando si apprestano a tuffarsi nell'acqua in cui cacciano: i martin pescatore infatti possono immergersi dall'aria all'acqua a velocità fino a 40 Km/h, senza schizzi, come ben sapeva l'ingegnere **Eiji Nakatsu**, appassionato ornitologo. Studi approfonditi condotti su proiettili di varie forme condotti dal suo team hanno quindi dimostrato che la **forma ideale** per la testa dello Shinkansen è proprio quella del becco di un martin pescatore. Ciò ha permesso di rendere i treni Shinkansen ancora più veloci, pur facendo rimanere il rumore da essi prodotto sotto la soglia dei 70 decibel.



Treno Shinkasen

● MATERIALI IDROFOBICI

L'esempio più diffuso di biomimesi è forse la **foglia di loto**: una foglia con una struttura idrofobica che le permette di non inzupparsi, poiché le gocce di acqua non riescono ad aderire alla sua superficie, ma anzi ne sono fisicamente repulse. Infatti l'acqua, quando arriva sulla superficie fogliare del loto assume



Foglia di loto

spontaneamente una forma sferica, che minimizza la superficie di contatto tra le molecole di acqua e la **superficie idrofobica**, e può quindi molto facilmente rotolare via. La foglia quindi non corre il pericolo di affondare – deve rimanere in superficie per poter svolgere correttamente la fotosintesi clorofilliana che mantiene in vita tutta la pianta – o di vedere influenzato l'**equilibrio osmotico** delle cellule che la compongono. La nanostruttura di queste foglie è stata studiata attentamente e riutilizzata per creare tessuti e materiali incapaci di assorbire l'acqua, e che quindi risultano non solo impermeabili ma anche antimacchia (si può visionare con gli studenti [questo](#) video molto scenico).

● CATARIFRANGENTI E OCCHI DI GATTO

Non solo il gatto, ma moltissimi animali notturni sono forniti del "tapetum lucidum", uno **strato di cellule riflettenti** posto dietro alla retina e che ha il compito di aumentare la quantità di luce che può essere catturata dall'occhio. Funziona quindi come uno specchietto riflettente, che rende l'animale capace di **vedere al buio** fino a sei volte meglio dell'essere umano, ed è proprio il tappeto lucido che fa "brillare" gli occhi di cani e gatti nelle foto. Anche in questo caso, sull'invenzione umana c'è una storia interessante, probabilmente a metà strada tra la leggenda e la verità: si dice che

un inventore inglese di nome **Percy Shaw**, in una nebbiosa sera del 1933 stesce tornando a casa propria a Boothtown, nello Yorkshire (Inghilterra), lungo una strada tortuosa e buia. Normalmente, per sapere dove stava andando, Percy si affidava al riflesso dei fari della sua auto contro le rotaie del tram, ma da un po' di tempo la linea tramviaria era stata rimossa e quindi quella sera brancolava letteralmente nel buio. Meditando su come si potesse rendere più sicura quella strada senza dover ricorrere all'energia elettrica per illuminarla, Percy fu colpito da un'idea geniale quando vide un gatto passargli davanti: i suoi occhi "abbaglianti" per la luce riflessa infatti lo illuminarono, letteralmente. Fu così che ideò e brevettò delle **strutture catarifrangenti**, proprio come gli occhi di gatto, da posizionare sulla linea di mezz'ora delle strade per permettere agli automobilisti di capire la propria posizione sul manto stradale anche in assenza di lampioni. Questi primi catarifrangenti si chiamavano, non a caso, **Catseye** e resero Percy ricco sfondato. Agli studenti amanti dei gatti si può consigliare da leggere anche [questo](#) articolo di Focus Junior che tratta proprio della loro vista.

- **IL CEROTTO SUBACQUEO**

Un gruppo di ricercatori sudcoreani ha ideato un nuovo tipo di **cerotto che funziona anche in acqua** e che si può staccare e riattaccare centinaia di volte, poiché non funziona con degli adesivi, ma con lo stesso principio di funzionamento delle **ventose di un polpo**: si crea infatti un piccolo sottovuoto che rende l'aderenza perfetta. Il modello tuttavia non è ancora in vendita, poiché si deve ancora affinare la tecnica con cui staccarli dalla superficie a cui li si fa aderire!

- **I PLANTOIDI**

Tutta italiana è invece l'idea di creare dei **robot** che analizzino l'ambiente, crescono e si evolvono come le piante: **Barbara Mazzolai**, vice-direttrice della robotica dell'Istituto Italiano di Tecnologia (Pisa), studia le piante e in particolare le loro capacità di movimento, di comunicazione e **interazione con l'ambiente** con l'intento di dar vita a una tipologia di robot completamente nuova. I benefici garantiti dai **plantoidi** possono estendersi anche a un settore molto lontano dall'agricoltura: la medicina. Le "radici" di questi robot potrebbero essere infatti un endoscopio perfetto, perché non sono rigide, non danneggiano e non deformano i tessuti. Una possibilità affascinante ma che resta al momento solo un'ipotesi, perché per lo sviluppo di plantoidi medicali occorrono ancora molti studi, a partire dal materiale, che dovrebbe essere compatibile con il corpo umano. Un altro progetto di robotica ancora



Barbara Mazzolai

in divenire e che si ispira al mondo delle piante è quello invece degli **"I-Seed"**: sciame di piccoli robot ispirati ai semi che possano essere rilasciati su terreni e zone di interesse ambientale per il monitoraggio di parametri chiave come temperature, tasso di inquinamento e fertilità del suolo.

FASE 3: Rielaborazione e approfondimenti individuali (tempo stimato di lavoro: circa 60 minuti)

Si può lasciare alla classe, per casa, il compito di visionare il video sulla biomimesi di Rai Scuola al seguente [link](#), che contiene anche riferimenti teorici all'**evoluzione degli esseri viventi**. Si chiederà quindi agli studenti di prendere appunti o di rispondere a domande precedentemente preparate (anche in formato digitale, con un Google Moduli come [questo](#)).

Impostando il Google Moduli in modo che gli studenti inseriscano l'indirizzo mail e ne ricevano una copia a fine compilazione (vedi istruzioni in [questo](#) video), si potrà chiedere loro di **rielaborare** a posteriori **gli appunti** così raccolti.

A questo punto, gli appunti presi durante la lezione in classe e la visione del video possono essere ulteriormente elaborati in autonomia dagli studenti, chiedendo loro di formare un **testo unico sulla biomimesi** o una **mappa concettuale per immagini**, utile come guida per un'eventuale interrogazione o esposizione orale sull'argomento, o anche semplicemente per il ripasso finale prima della verifica. È possibile inoltre far personalizzare agli studenti la propria ricerca chiedendo loro di approfondire qualche altro esempio di biomimetica, sfruttando la raccolta di articoli rintracciabile sul sito di Focus su questo argomento (li ritrovate tutti [qui](#)).

Bibliografia:

- C. Santulli, [Biomimetica: La lezione della Natura](#)
- M. Fournier, [Biomimesi. Quando la natura ispira la scienza](#)

Sitografia:

- [La biomimetica](#) (Rai Cultura)
- [Riprodotta in 3D la pelle dello squalo. Farà andare i nuotatori più veloci](#) (la Repubblica)
- [Nuotare con lo speedo l'zr racer](#) (Corriere della Sera)
- [L'antiaderenza del futuro ispirata dalle foglie di loto](#) (Scientificast.it)
- [Design che ispira: i segreti della pelle di squalo](#) (ScienceinSchool.org)