



Co-funded by
the European Union

Come la biomimetica ispira le nuove tecnologie



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."





Contenuti

Introduzione	3
Esplorare:	5
Eseguire:	6
Potenziare:	7
Conclusioni	8





Argomento generale del percorso di apprendimento	Capire come le strategie naturali ispirano le tecnologie umane.
Nome specifico dell'unità di apprendimento	Come la biomimetica ispira le nuove tecnologie
Età degli utenti target	14-18 anni
Requisiti necessari per gli studenti	• Conoscenza di base della biologia (piante, animali, ecosistemi). • Interesse per la scienza, la tecnologia e la sostenibilità. • Curiosità per l'esplorazione delle connessioni tra natura e design umano. • Apertura al lavoro di squadra, alla creatività e alla risoluzione dei problemi.
Descrizione dell'unità di apprendimento	Questa unità didattica introduce gli studenti alla biomimetica, la pratica di studiare le strutture, i processi e i sistemi naturali per ispirare l'innovazione umana. Attraverso casi di studio come la foglia di loto (superfici autopulenti), la pelle di squalo (tessuti antibatterici) e i termitai (architettura sostenibile), gli studenti vedono come l'evoluzione abbia già risolto molti problemi di progettazione.
Argomenti e destinatari	Argomenti: Biologia, Scienze ambientali, STEM, Design e tecnologia, Etica. Destinatari: Studenti, insegnanti (facilitatori), relatori ospiti biologi, architetti che lavorano con la biomimetica.
Parole chiave	Biomimetica, sostenibilità, innovazione, design ispirato alla natura, effetto loto, pelle di squalo, architettura delle termiti, bio-ispirazione, apprendimento AR.





Conoscenze, abilità e competenze chiave che possono essere acquisite	Conoscenze: principi di biomimetica (forma, processo, sistema). Casi di studio di innovazioni ispirate alla natura (Velcro, treno Shinkansen, edifici ispirati alle termiti). Collegamenti tra biologia, ingegneria e sostenibilità. Abilità: analizzare le strategie naturali e tradurle in idee progettuali. Utilizzo di strumenti AR per visualizzare processi naturali microscopici e sistemici. Lavoro di squadra, creatività e risoluzione di problemi in sfide progettuali. Riflettere sulle implicazioni etiche e ambientali della biomimetica. Competenze: applicare i principi biologici ai problemi del mondo reale. Valutare la sostenibilità e l'efficienza tecnologica. Sviluppare approcci responsabili e innovativi alle sfide ambientali.
Risorse e supporti didattici utilizzati	Video e media: Biomimicry in Action Janine Benyus TED Talk What is Biomimicry? Biomimicry Institute. Siti web: Asknature.org – Biomimicry case study database. Risorse dell'Istituto di biomimetica.
Criteri di giudizio e valutazione	La valutazione è di tipo formativo (feedback continuo durante le attività) e sommativo (presentazioni finali di gruppo, valutazioni basate su AR e riflessioni).

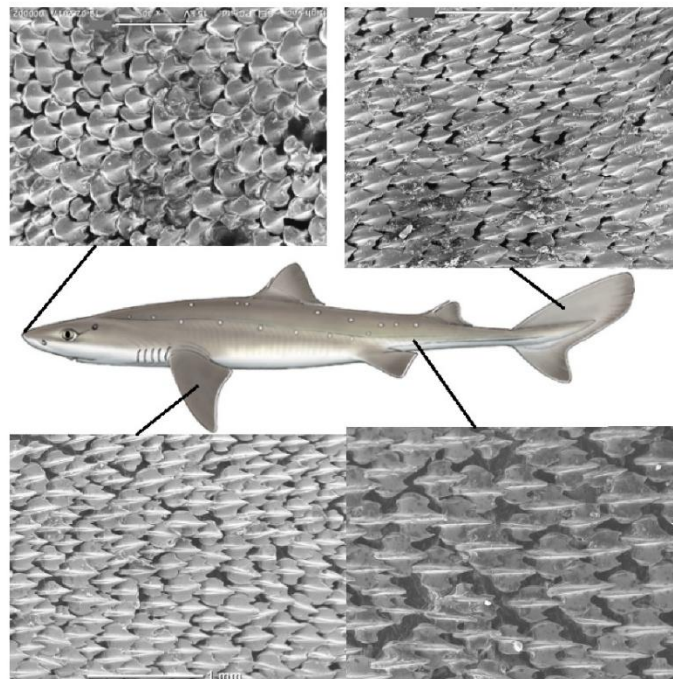




Introduzione

Ovunque guardiamo, la natura offre soluzioni intelligenti a problemi che anche l'uomo deve affrontare. Uccelli, insetti, piante e persino microrganismi hanno impiegato miliardi di anni per evolversi e sviluppare modi per sopravvivere, adattarsi e prosperare. Oggi, scienziati e ingegneri studiano queste soluzioni in dettaglio mediante un settore denominato biomimetica, che letteralmente significa "imitare la vita". La biomimetica non consiste nel copiare ciecamente i progetti della natura, ma nell'imparare dai suoi principi per creare tecnologie sostenibili, efficienti e innovative per il nostro mondo.

Questa unità didattica guiderà gli studenti attraverso l'affascinante mondo della biomimetica. Utilizzando la **metodologia "Esplorare, Eseguire, Potenziare"**, gli studenti scopriranno innanzitutto la scienza alla base dei progetti ispirati alla natura, poi si cimenteranno in attività pratiche e supportate da AR e infine rifletteranno su come la biomimetica potrebbe risolvere i problemi del mondo reale.





Cosa c'è dietro la struttura della biomimetica in natura?

I pattern della natura non sono mai casuali. Sono il prodotto di milioni di anni di tentativi ed errori attraverso l'evoluzione, dove solo le soluzioni più efficienti e resistenti sopravvivono. Ogni foglia, piuma, conchiglia o ecosistema che incontriamo porta in sé un progetto che è stato testato e perfezionato nel corso di innumerevoli generazioni. La biomimetica è la scienza e l'arte di prestare attenzione a questi modelli naturali, di imparare da essi e di applicare le loro lezioni alle sfide umane.

Quando scienziati e ingegneri studiano la biomimetica, spesso guardano alla natura su tre livelli interconnessi. Il primo è la forma o la struttura fisica di un organismo. Un esempio semplice ma potente è la foglia di loto: ricoperta di microscopiche protuberanze cerosi, la sua superficie respinge l'acqua e lo sporco, un fenomeno che ha ispirato vernici e vetri autopulenti.

Il secondo livello è il processo di come qualcosa agisce o funziona in natura. Il Martin pescatore (un uccello), ad esempio, si tuffa in acqua quasi senza alcuno schizzo grazie alle perfette proporzioni del suo becco. Imitando questo design, gli ingegneri giapponesi hanno rimodellato il muso del treno proiettile Shinkansen, rendendolo più veloce, più silenzioso e più efficiente dal punto di vista energetico.

Il terzo livello riguarda il modo in cui le diverse parti della natura interagiscono in armonia. Una foresta, ad esempio, funziona come un sistema a ciclo chiuso in cui ogni risorsa viene riciclata e nulla viene sprecato. Su scala più piccola, i termitai rivelano sistemi di ventilazione naturale che mantengono freschi i loro interni in condizioni di caldo africano estremo. Ispirandosi a questo, gli architetti dello Zimbabwe hanno creato edifici sostenibili che regolano la temperatura senza bisogno di aria condizionata.

Anche la struttura apparentemente ruvida della pelle degli squali nasconde un segreto straordinario: minuscole scaglie nervate chiamate dentelli dermici. Queste scaglie riducono la resistenza in acqua e impediscono ai microrganismi di attaccarsi. Questa scoperta ha portato a costumi da bagno più veloci e a superfici antibatteriche negli ospedali, dove la riduzione del rischio di infezioni è fondamentale.





L'insieme di questi esempi rivela una potente verità: la natura non è solo una fonte di bellezza, ma anche di brillanti soluzioni ingegneristiche. Studiando la sua progettazione a livello di forma, processo o sistema, possiamo creare tecnologie non solo innovative ma anche sostenibili, aiutandoci a costruire un futuro che funzioni in armonia con il pianeta anziché contro di esso.



Figura 1: Un termitaio accanto all'edificio Eastgate.

Esplorare:

In questa fase, gli studenti vengono introdotti al concetto che la natura ha già risolto molte delle sfide che l'uomo deve affrontare. Per miliardi di anni, piante, animali e microrganismi hanno progettato, testato e perfezionato strategie di sopravvivenza attraverso l'evoluzione. Ogni piuma, foglia o conchiglia è il risultato di innumerevoli “esperimenti” di efficienza e adattamento.

Questo è il cuore della biomimetica, un concetto notoriamente descritto da Janine Benyus come “innovazione ispirata dalla natura”. Gli studenti esplorano come la biomimetica possa verificarsi a tre livelli: forma (forma fisica, come le protuberanze di una foglia di loto che respingono l'acqua), processo (strategie funzionali, come il tuffo senza schizzi del martin pescatore) e sistema (progettazione a livello di ecosistema, come le foreste che riciclano tutto senza produrre rifiuti).





Per dare vita a questi concetti, agli studenti vengono presentati casi di studio famosi. Osservano come i peli dei cani abbiano ispirato l'invenzione del Velcro, come i termitai abbiano portato alla progettazione di edifici sostenibili in Zimbabwe e come le capacità adesive delle zampe dei gechi abbiano aperto nuove porte alla robotica e alla scienza dei materiali.

L'aula diventa uno spazio per la curiosità: gli studenti possono guardare un TED Talk di Janine Benyus, confrontare le immagini di una foglia di loto accanto a una lastra di vetro autopulente o esaminare un diagramma della pelle di squalo accanto alla muta di un atleta. Gli insegnanti li guidano a porre domande come: “Se la natura è un progettista così brillante, perché non usiamo sempre le sue soluzioni?”. Queste discussioni aiutano gli studenti a capire che a volte i progetti della natura sfidano il nostro modo di pensare e che adottarli richiede immaginazione, creatività e apertura mentale.

Al termine di questa sezione, gli studenti capiranno che la biomimetica è più di una semplice imitazione: è un modo per imparare dalla natura in quanto innovatrice per eccellenza e applicare queste lezioni alle sfide umane.

Esegui:

Dopo aver acquisito le conoscenze di base, gli studenti sono pronti a passare alla pratica. In questa fase, iniziano a vedere e a interagire con i pattern della natura in modi che sarebbero impossibili in una classe tradizionale. Attraverso la Realtà Aumentata (AR), gli studenti possono ingrandire mondi microscopici, esplorare le intricate sporgenze di una foglia di loto, le creste che riducono la resistenza aerodinamica sulla pelle degli squali o gli ingegnosi sistemi di flusso d'aria all'interno dei termitai.

L'ambiente AR diventa il loro laboratorio.

- In un'attività, gli studenti esaminano virtualmente la microstruttura della foglia di loto e sono chiamati a ideare un prodotto (come una bottiglia d'acqua autopulente o un tessuto antimacchia) ispirato alle sue proprietà idrorepellenti.





- In un'altra, studiano i dentelli dermici di uno squalo in 3D e hanno il compito di creare un materiale che riduca la resistenza in acqua.
- In una sfida di gruppo, gli studenti scelgono una meraviglia naturale, come la seta di ragno o le zampe di geco, e riflettono su come applicare la sua struttura o il suo processo alle invenzioni umane.

Questi esercizi sono direttamente connessi alle innovazioni del mondo reale. Gli studenti imparano come le classi di architettura dello Zimbabwe abbiano studiato i termitai per creare edifici per uffici che rimangono freschi senza aria condizionata, o come gli ingegneri europei abbiano progettato droni ispirati agli insetti che volano in modo più efficiente.

Potenziare:

Nella fase di approfondimento, la classe passa dall'apprendimento delle nozioni al pensiero critico e creativo sul futuro. La tecnologia AR diventa ora uno strumento di apprendimento, consentendo agli studenti di simulare sistemi complessi e di immaginare come la biomimetica potrebbe risolvere le sfide del mondo.

Ad esempio, potrebbero usare l'AR per confrontare diversi tipi di design nella progettazione strutturale architettonica. Oppure potrebbero “approfondire” i materiali ispirati alla pelle di squalo in un flusso d'acqua simulato per comprendere la riduzione della resistenza aerodinamica. Potrebbero anche riprodurre un ecosistema forestale, visualizzando come ricicla l'energia e i nutrienti senza produrre rifiuti, per poi chiedersi: “Come possono le città umane funzionare in questo modo?”.

Per rendere l'apprendimento più coinvolgente, il processo viene gamificato: gli studenti guadagnano punti e riconoscimenti per aver completato le missioni di biomimetica AR. Le classifiche incoraggiano il lavoro di squadra e la competizione amichevole. Le missioni e i livelli li guidano da attività semplici, come progettare il velcro dai cani, a sfide complesse, come reimmaginare intere città come sistemi circolari ispirati agli ecosistemi. Nelle attività collaborative, ai gruppi potrebbe essere chiesto di progettare una “città sostenibile del futuro” basata interamente sui principi della natura.





In questa fase, gli studenti capiscono che la biomimetica non riguarda solo le invenzioni geniali, ma anche il ripensamento del nostro modo di vivere. Strumenti come Asknature.org forniscono loro esempi coinvolgenti e un database di modelli naturali.

Grazie alla combinazione di creatività, tecnologia e collaborazione, gli studenti iniziano a vedere la biomimetica come un percorso verso la sostenibilità, non solo come innovazione.

Conclusioni

Alla fine di questo percorso di apprendimento, gli studenti si rendono conto che la natura non è solo lo scenario che ci circonda, ma è il più grande innovatore a nostra disposizione.

Nella fase di **esplorazione**, hanno scoperto come miliardi di anni di evoluzione abbiano perfezionato strutture, processi e sistemi in efficienti strategie di sopravvivenza. Hanno imparato che le protuberanze di una foglia di loto possono insegnarci a creare superfici autopulenti, che la pelle di squalo può ispirare materiali antibatterici e che il becco di un martin pescatore può ridisegnare il modo in cui progettiamo i treni ad alta velocità.

Nella fase di **esecuzione**, la conoscenza prende vita attraverso la pratica. Utilizzando la Realtà Aumentata, gli studenti sono entrati nei mondi nascosti delle foglie, delle piume e delle termiti, interagendo con i pattern della natura come nessun libro di testo potrebbe mai fare. Sperimentano, costruiscono e riflettono su come semplici idee del mondo naturale possano essere trasformate in potenti soluzioni umane.

Infine, nella fase di **potenziamento**, gli studenti si spingono oltre gli esempi, verso le possibilità. Con l'aiuto dell'AR e dell'apprendimento gamificato, sperimentano nuovi modi in cui la biomimetica potrebbe affrontare le più grandi sfide del nostro tempo: ridurre l'uso di energia, creare città sostenibili e progettare materiali che lavorino in armonia con il pianeta.





L'uso della tecnologia AR rende visibile l'invisibile, trasformando strutture microscopiche e sistemi complessi in lezioni tangibili e interattive. La gamification ha aggiunto curiosità e collaborazione, trasformando l'aula in uno spazio di creatività e scoperta condivisa.

La lezione fondamentale di questa unità è che la biomimetica è più che copiare la natura, è imparare a vedere il mondo come un modello, un mentore e una guida. Studiando e rispettando la saggezza della natura, possiamo progettare innovazioni non solo intelligenti ma anche sostenibili, in modo da garantire un futuro prospero insieme ai sistemi naturali che ci sostengono.

Fase	Descrizione
Esplorare	- Ricerca e scoperta: Gli studenti imparano che la natura risolve i problemi da miliardi di anni attraverso l'evoluzione. Casi di studio come la superficie autopulente della foglia di loto, la pelle dello squalo che riduce la resistenza aerodinamica e i sistemi di raffreddamento naturale dei termitai mostrano come la biomimetica funzioni nella vita reale.
	- Sviluppo dei contenuti: Gli insegnanti utilizzano video, immagini e semplici esperimenti per spiegare la biomimetica a tre livelli: <i>forma</i> (struttura), <i>processo</i> (funzione) e <i>sistema</i> (ecosistemi).
	- Analisi dei bisogni: Poiché i pattern naturali microscopici e complessi sono difficili da visualizzare, gli studenti hanno bisogno di strumenti e modelli AR per rendere visibile l'invisibile e collegare le idee alle applicazioni del mondo reale.
Eseguire	- Implementazione del programma: gli studenti passano dalla teoria alla pratica utilizzando le applicazioni AR per esplorare le strutture naturali e applicarle in sfide progettuali.
	- Esercizi interattivi: 1. Studio della foglia di loto in 3D per progettare un prodotto autopulente. 2. Esplorare la pelle di squalo per progettare materiali antibatterici o che riducano la resistenza aerodinamica. 3. Progetti di gruppo per creare invenzioni ispirate a gechi, ragni o termiti.
	- Raccolta di feedback: le app AR forniscono un feedback istantaneo, gli insegnanti valutano il lavoro di squadra e la creatività e gli studenti riflettono in registri digitali su come la natura ha influenzato le loro soluzioni.
Potenziare	- Integrazione AR: l'AR aiuta gli studenti a simulare sistemi biomimetici complessi, ad esempio confrontando il flusso d'aria in edifici tradizionali rispetto a quelli ispirati alle termiti o modellando ecosistemi forestali che riciclano le risorse.
	- Apprendimento interattivo: gli studenti discutono su come la biomimetica potrebbe risolvere le sfide globali, dalle città sostenibili alle energie rinnovabili e alla riduzione dei rifiuti.





Contenuti gamificati:

- Punti e riconoscimenti premiano le attività AR portate a termine con successo.
- Le classifiche motivano la collaborazione e la competizione amichevole.
- Le missioni e i livelli guidano gli studenti da compiti semplici (velcro ricavato dai peli dei cani) a progetti avanzati ispirati all'ecosistema.
- RI premi per l'esplorazione celebrano il pensiero creativo e fuori dagli schemi.
- Le attività in collaborazione spingono i gruppi a progettare città sostenibili ispirate alla natura.

Valutazioni basate sulla tecnologia AR:

Gli studenti presentano i loro progetti e le loro riflessioni utilizzando le immagini AR e vengono valutati in base alla creatività, all'accuratezza scientifica e alla capacità di collegare la biomimetica alle soluzioni del mondo reale.

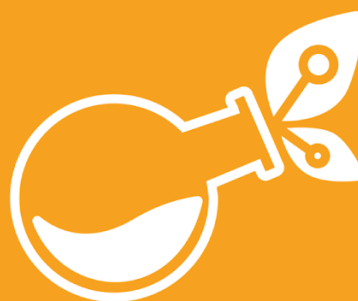
Riferimenti

- WeForum (2024). Termite mounds inspire sustainable architecture. <https://www.weforum.org/stories/2024/06/termite-mounds-sustainable-architecture/>
- Asknature.org – Biomimicry database of innovations. <https://asknature.org/>





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.