



Co-funded by
the European Union

Adesione controllata: imparando da gechi e coleotteri



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."





Co-funded by
the European Union

INDICE

- **Informazioni generali**
- **Specifiche pedagogiche**
- **Specifiche tecniche**



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."

Introduzione

Lo scopo di questo documento è creare linee guida per aiutare il personale del progetto che sta trattando con bambini in età scolare, di età compresa tra 14 e 19 anni, per creare e riadattare esercizi utilizzando la tecnologia della realtà aumentata.

A tal fine, è stata creata una serie di modelli che definiscono gli esercizi da un punto di vista metodologico, pedagogico e tecnologico.

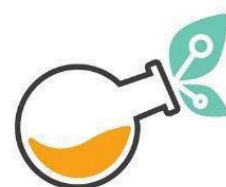
Una buona descrizione scritta, corredata da immagini, video o schizzi dell'esercizio, è fondamentale affinché gli esperti possano comprenderne il concetto. Questa descrizione farà parte del modello "Informazioni generali".

D'altro canto, sarà importante definire a quale argomento/materia STEM si riferisce ciascun esercizio e in che modo la tecnologia AR può aiutare studenti, personale o persone interessate a utilizzarlo. Inoltre, sarà necessario spiegare i vantaggi dell'esercizio affinché le persone interessate ne comprendano l'utilità.

Durante il processo di definizione delle informazioni aggiuntive che ogni esercizio offrirà, il personale che collabora con gli insegnanti potrà sviluppare idee innovative che semplifichino l'apprendimento dei concetti didattici. Tutti gli studenti potranno visualizzare i contenuti spiegati da professionisti, proiettati nel mondo reale sotto forma di testo, modello 3D, immagine, video, audio... Questo li aiuterà a concentrare l'attenzione sull'esercizio e ad assimilare più facilmente i concetti correlati.

Il presente documento si compone dei seguenti punti:

- Informazioni sulla tecnologia AR
- Come definire un esercizio di AR grazie al modello:
 - informazioni generali
 - Specifiche pedagogiche



- o Specifiche tecniche

informazioni generali

Nome dell'esercizio:

Adesione controllata: imparare dai gechi e dai coleotteri

Questo esercizio introduce gli studenti alla biomimetica esplorando come organismi come i gechi e i coleotteri ottengono l'adesione e come questa conoscenza può ispirare innovazioni tecnologiche.

Descrizione degli esercizi:

Questo esercizio si propone di insegnare agli studenti come gli organismi raggiungono l'adesione utilizzando meccanismi biologici come le forze di van der Waals (gechi) e le interazioni capillari (coleotteri). Attraverso la realtà aumentata (AR), gli studenti interagiranno con modelli 3D di strutture microscopiche presenti in natura e le confronteranno con tecnologie adesive artificiali.

L'esercitazione sarà strutturata come segue:

- **Esplorazione:** Utilizzo della realtà aumentata per osservare i dettagli microscopici dei meccanismi di adesione.
- **Analisi:** Confronto tra le strategie di adesione biologica e le soluzioni ingegneristiche esistenti.
- **Compito di progettazione:** Sessione di brainstorming su come l'adesione bioispirata possa essere utilizzata in applicazioni concrete (ad esempio, robot rampicanti, adesivi medicali o esplorazione spaziale).

Partecipanti:

L'esercizio è progettato per singoli studenti o piccoli gruppi (3-5 membri) per incoraggiare l'apprendimento collaborativo e la discussione.

Per ideare applicazioni innovative è preferibile lavorare in gruppo.



Fascia d'età dei
partecipanti:

Età minima 15 anni

Materia STEM e
argomento
specifico:

Conoscenze di base di **fisica, chimica e biologia** sono
necessarie per comprendere i meccanismi di adesione.

Discipline STEM: Fisica e Biologia

Argomento specifico: Adesione superficiale in natura e sue
applicazioni biomimetiche

La principale difficoltà (aspetto stressante) dell'argomento è:

Comprendere l'adesione a livello microscopico è difficile perché:

- Forze come le forze di van der Waals e l'adesione capillare agiscono su scala nano/micro, invisibile a occhio nudo.
- Molti studenti faticano a collegare le forze molecolari astratte alle applicazioni nel mondo reale.
- La complessità dei meccanismi di adesione (ad esempio, perché i gechi riescono ad aderire ai muri ma non agli esseri umani) è difficile da visualizzare senza strumenti avanzati.

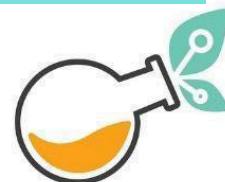
In che modo la realtà aumentata aiuta a semplificare il concetto:

- I modelli 3D interattivi permettono agli studenti di esplorare la struttura dettagliata dei cuscinetti plantari dei gechi e dei sistemi adesivi dei coleotteri in realtà aumentata.
- Ingrandire e ruotare i modelli aiuta gli studenti a visualizzare le nano/microstrutture responsabili dell'adesione.
- Le animazioni in realtà aumentata dimostrano l'adesione in azione, mostrando le forze molecolari all'opera.
- Il confronto tra adesivi biologici e artificiali aiuta gli studenti a comprendere le applicazioni della biomimetica.

Obiettivo pedagogico (risultati di apprendimento):

Al termine di questo esercizio, gli studenti dovrebbero essere in grado di:

1. Spiega la differenza tra **adesione in ambiente umido (forze capillari nei coleotteri)** e **adesione a secco (forze di van der Waals nei gechi)**.
2. Comprendere come funziona l'adesione a livello **scala nano/micro** e perché differisce dall'adesione macroscopica.





Processo di
gamificazione:

Descrizione scritta o
grafica delle
informazioni
aumentate:

Strumenti esterni
(o aggiuntivi)
necessari

3. Applicare i principi della biomimetica per proporre innovazioni concrete (ad esempio, adesivi medicali, robot rampicanti).

Utilizzo **Strumenti ARE: esplorare**, analizzare e confrontare le strategie di adesione in natura e nella tecnologia.

Apprendimento basato sulle sfide. Agli studenti verranno proposti problemi concreti (ad esempio, progettare il piede di un robot arrampicatore utilizzando un'adesione ispirata alla natura). **Punti e distintivi.** Il completamento delle sezioni (esplorazione, analisi, progettazione) permette di guadagnare punti.

Giochi di ruolo. Gli studenti agiscono come bioingegneri, risolvendo problemi legati all'adesione cellulare.

Modelli 3D AR delle strutture di adesione di gechi e coleotteri, consentendo agli studenti di **ingrandire, ruotare e interagire** con dettagli microscopici.

Animazioni interattive mostrano l'adesione in azione su scala microscopica, con **analisi passo passo** di come agiscono le diverse forze.

Informazioni sovrapposte come **spiegazioni a comparsa** quando gli studenti toccano aree chiave (ad esempio, le setole del gecko, i cuscinetti capillari dello scarabeo).

Esperimento pratico di realtà aumentata, dove gli studenti **testano diverse tecniche di adesione in un ambiente virtuale applicando** principi biomimetici a superfici ingegnerizzate.

Evidenziare le regioni chiave, ad esempio **strutture su scala nano/micro**, responsabili dell'adesione, aiuta gli studenti a concentrarsi sui dettagli cruciali.

Monitoraggio visivo dei progressi, guidando gli studenti attraverso diverse fasi (comprensione dell'adesione naturale, confronto di design biomimetici, brainstorming di applicazioni).

dispositivi compatibili con la realtà aumentata (smartphone, tablet o occhiali per la realtà aumentata).

Fogli di lavoro stampabili per consentire agli studenti di documentare le proprie scoperte e abbozzare idee biomimetiche.

materiali adesivi (nastri adesivi, ventose, ecc.) per un confronto nel mondo reale.

codici QR o marcatori AR stampati, se necessario, per attivare i modelli AR.

Superfici con diverse consistenze (vetro, plastica, carta,





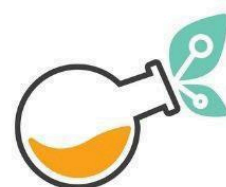
Collegamenti (video,
immagini, testo
online e così via).

tessuto) per consentire agli studenti di testare l'adesione prima di esplorare in AR.

Video: *Come fanno i gechi ad attaccarsi ai muri?* (Verità)

Collegamento:

<https://www.youtube.com/watch?v=YeSuQm7KfaE>



Specifiche pedagogiche

Qui raccoglieremo informazioni su come utilizzare l'esercizio nell'apprendimento, nella sessione e sui risultati e i benefici derivanti dal suo utilizzo, da una prospettiva pedagogica.

Come possono queste informazioni aumentate essere utilizzate per affrontare un problema STEAM? Trattare l'argomento in modo più interessante per gli studenti?

I modelli 3D interattivi

Obiettivo: aiutare gli studenti a visualizzare e interagire con modelli 3D dettagliati delle strutture di adesione dei gechi e dell'adesione capillare dei coleotteri a livello microscopico.

Uso: gli studenti possono ingrandire, ruotare e interagire con modelli dei cuscinetti delle zampe dei gechi e delle strutture adesive dei coleotteri. Toccando componenti specifici (ad es. le setae del gecko, i cuscinetti capillari del coleottero) si attiveranno animazioni che mostrano l'adesione in azione. Sovrapposizioni interattive spiegheranno concetti chiave, come le forze di van der Waals e l'adesione capillare, in modo semplice e coinvolgente.

Pulsanti interattivi

Obiettivo: consentire agli studenti di interagire attivamente con modelli in realtà aumentata per comprendere meglio i meccanismi dell'adesione a livello nanoscopico.

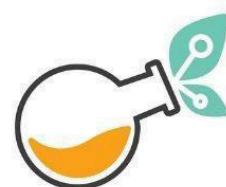
Uso: gli studenti possono toccare aree specifiche dei modelli AR per attivare spiegazioni o animazioni che mostrano come funziona l'adesione in natura. I pulsanti permettono di confrontare l'adesione naturale (gecko/coleottero) con applicazioni biomimetiche (adesivi sintetici, robot arrampicatori, ecc.). Il monitoraggio dei progressi garantisce un percorso di apprendimento strutturato attraverso diverse fasi.

Possibile piano di lezione in classe

Introduzione (5–7 minuti)

Obiettivo: introdurre gli studenti al concetto di adesione in natura e alla biomimetica.

- Iniziare con una domanda reale: "Perché i gechi riescono a scalare i muri mentre gli esseri umani no?"
- Mostrare un breve video introduttivo (ad es. il video di Veritasium sull'adesione dei gechi).



Specifiche Pedagogiche

- Discutere l'adesione nella vita quotidiana (ad es. nastro adesivo, colla) e confrontarla con i meccanismi di adesione naturale.

Attività principale – Esercizio in AR (30–35 minuti)

Esplorazione dell'adesione di gechi e coleotteri con la realtà aumentata

Interazione con modelli AR (10–15 minuti):

Gli studenti scansionano un QR code o aprono un'app AR per accedere a modelli 3D interattivi dei cuscinetti delle zampe dei gechi e dei meccanismi di adesione dei coleotteri.

Esplorazione pratica:

- Ruotare e ingrandire le strutture microscopiche di adesione.
- Toccare per visualizzare spiegazioni a comparsa (ad es. forze di van der Waals nei gechi).
- Confrontare i meccanismi di adesione umida e secca.

Attività guidate (10–15 minuti):

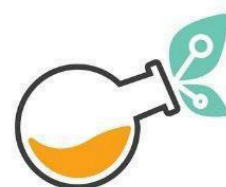
- Animazione passo-passo che spiega come i gechi staccano e riattaccano le zampe durante l'arrampicata.
- Esperimento virtuale: gli studenti testano come diverse superfici influenzano l'adesione in AR.
- Sfida gamificata: progettare un'applicazione biomimetica basata sull'adesione ispirata alla natura (ad es. creare una superficie adesiva per robot arrampicatori).

Conclusione e riepilogo (10–15 minuti)

Obiettivo: consolidare l'apprendimento attraverso discussione e riflessione.

- Proiettare l'esperienza AR su uno schermo per una discussione collettiva.
- Porre agli studenti alcune domande:
 - Qual è stata la cosa più sorprendente che avete imparato?
 - In che modo l'adesione su scala nanoscopica differisce da quella macroscopica?

Attività di riflessione: far scrivere agli studenti una breve risposta alla domanda:



Specifiche Pedagogiche

“Come potrebbe essere applicata nella vita reale l’adesione ispirata alla natura?”

- Rispondere a eventuali domande residue e discutere ulteriori applicazioni nel campo della progettazione biomimetica.

Coinvolgimento attivo

Gli studenti interagiscono attivamente con i modelli 3D in realtà aumentata delle strutture di adesione di gechi e coleotteri, potendo ingrandire, ruotare e toccare i meccanismi di adesione a livello microscopico. Questo approccio pratico stimola curiosità ed esplorazione, aiutando gli studenti a comprendere come funziona l’adesione biologica su scala nano/microscopica. Interagendo con animazioni e spiegazioni a comparsa, gli studenti possono collegare direttamente la teoria alle applicazioni biomimetiche nel mondo reale.

Pensiero critico

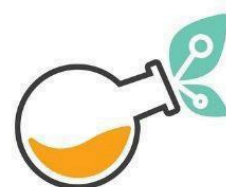
L’attività promuove il pensiero critico, poiché gli studenti analizzano e confrontano diversi meccanismi di adesione (adesione umida nei coleotteri vs adesione secca nei gechi). Attraverso l’attivazione di animazioni e contenuti esplicativi, gli studenti sono portati a riflettere sul perché diverse specie abbiano sviluppato strategie di adesione differenti e su come questi principi biologici possano essere applicati all’ingegneria e alla tecnologia. Questo processo approfondisce la comprensione, richiedendo di collegare le interazioni molecolari alla funzionalità macroscopica.

Applicazione delle conoscenze

Grazie alle simulazioni interattive in realtà aumentata, gli studenti applicano la loro comprensione teorica delle forze di adesione (forze di van der Waals, capillari e di attrito) in un contesto pratico e visivo. La possibilità di testare diverse superfici in AR, analizzare l’efficacia dell’adesione e ideare soluzioni biomimetiche consente di colmare il divario tra i principi STEM e le applicazioni innovative nel mondo reale, rafforzando la memorizzazione delle conoscenze.

Apprendimento multimodale (visivo, pratico, basato sull’indagine)

Lo scenario sfrutta animazioni visive, esplorazione pratica in realtà aumentata e attività basate sull’indagine per rispondere a diversi stili di apprendimento. Questo approccio multisensoriale aiuta gli studenti a superare le difficoltà legate ai concetti astratti delle discipline STEM, rendendo i complessi meccanismi di adesione più concreti e interattivi.



Specifiche Pedagogiche

Quali obiettivi pedagogici vengono affrontati attraverso questo scenario?

Comprensione approfondita dei meccanismi di adesione bio-ispirati

Gli studenti svilupperanno una comprensione più approfondita dei meccanismi di adesione naturale presenti in organismi come gechi e coleotteri. Interagendo con modelli 3D in realtà aumentata, comprenderanno come funzionano le forze di van der Waals e l'adesione capillare a livello microscopico e in che modo queste strategie biologiche differiscono dagli adesivi artificiali utilizzati in ingegneria. Questa esperienza di apprendimento immersiva rafforza le conoscenze teoriche attraverso la visualizzazione e l'interazione pratica.

Maggiore coinvolgimento e interesse per la biomimetica e le discipline STEM

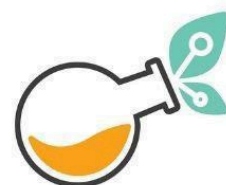
La natura interattiva ed esplorativa dell'attività è progettata per aumentare l'interesse e la motivazione degli studenti verso la biomimetica, la fisica e la biologia. Trasformando un concetto STEM complesso in un'esperienza di apprendimento coinvolgente, gli studenti saranno più propensi a sviluppare un atteggiamento positivo nei confronti delle innovazioni biomimetiche e a riconoscere le applicazioni nel mondo reale dell'ingegneria ispirata alla natura.

Miglioramento della ritenzione e del richiamo dei concetti chiave

La combinazione di percorsi animati, modelli interattivi ed elementi di gamification contribuirà a migliorare la capacità degli studenti di memorizzare e richiamare i concetti chiave legati all'adesione. L'approccio di apprendimento multisensoriale (visivo, interattivo, pratico) aiuterà gli studenti a collegare le conoscenze teoriche alle applicazioni pratiche, rendendo più semplice spiegare come funziona l'adesione e perché è rilevante nei progressi tecnologici.

Maggiore sicurezza nell'esporre le applicazioni della progettazione bio-ispirata

Attraverso l'esplorazione dell'adesione mediante la realtà aumentata e lo svolgimento di attività guidate, gli studenti acquisiranno maggiore sicurezza nell'illustrare come la biomimetica possa ispirare soluzioni nella scienza dei materiali e nell'ingegneria. L'approccio interattivo consentirà agli studenti di esprimere in modo efficace le proprie conoscenze, colmando il divario tra le strategie di adesione naturale e le future innovazioni tecnologiche, come robot arrampicatori, adesivi medicali e materiali per l'esplorazione spaziale.





Specifiche Tecniche

INFORMAZIONI AR

Tecnologia

Se è necessario
un marcatore,
descrizione del
marcatore

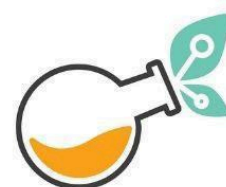
Hardware e
software
necessari:

AR senza marcatori (non è necessario un pennarello stampato).



Hardware: PC, smartphone, tablet (per accedere ai contenuti AR), fotocamera (per le funzionalità AR), giroscopio (per il tracciamento AR sui dispositivi mobili).

Software: Un visualizzatore AR basato sul web (come WebXR) o un'applicazione AR per dispositivi mobili: Delightex.



Tipo di dati aumentati

Descrizione scritta dei dati AR

Modelli 3D del cuscinetto plantare del gecko e dei cuscinetti adesivi dello scarabeo.
Sovrapposizioni di testo che spiegano i meccanismi di adesione.
Animazioni che mostrano l'adesione in azione.
Elementi interattivi per ingrandire, ruotare e posizionare i modelli in contesti reali.

Dopo aver avviato l'esperienza AR sul proprio dispositivo, gli studenti vedranno un modello 3D del cuscinetto plantare di un gecko con adesione microscopica di strutture posizionate su una superficie reale. Il titolo "Biomimetica: adesione controllata" apparirà, guidando gli studenti attraverso l'esperienza di apprendimento interattiva.

Gli studenti possono interagire con il modello 3D tramite:

- Ingrandire e ruotare per esaminare i dettagli dell'adesione a livello microscopico.
- Toccando aree specifiche, che innescherà annotazioni e spiegazioni, ad esempio:

Cosa sono le forze di van der Waals?

"Come fa un gecko a staccare la zampa mentre si arrampica?"

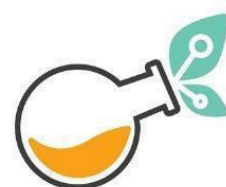
"In che modo l'adesione degli scarabei differisce da quella dei gechi?"

Cliccando sulla freccia di navigazione, la scena in realtà aumentata cambierà, mostrando la struttura del cuscinetto adesivo di un coleottero, con annotazioni aggiuntive sui meccanismi di adesione capillare.

Gli studenti possono passare da un modello all'altro (gecko e coleottero) utilizzando le frecce di navigazione, il che consente loro di confrontare le strategie di adesione biologica.

Funzionalità aggiuntive:

- Una sequenza animata che mostra come le zampe del gecko aderiscono e si staccano dalle superfici.
- Una sezione dedicata alle applicazioni biomimetiche, dove gli studenti possono esplorare innovazioni concrete ispirate a queste tecniche di adesione naturali.
- Un pulsante "Torna all'inizio", consentendo agli studenti di reimpostare l'esperienza di realtà aumentata e rivedere i modelli precedenti.



Scena

Tre scene:

Scena 1: Adesione del gecko: gli studenti interagiscono con un Modello 3D del piede di un gecko esplorando l'adesione di van der Waals e la struttura delle setole. I pop-up spiegano i meccanismi di adesione e le animazioni mostrano come i gechi si attaccano e si staccano dalle superfici. La freccia di navigazione si sposta alla Scena 2.

Scena 2: Adesione dello scarabeo: Modello 3D della zampa di uno scarabeo; viene visualizzata un'immagine che mostra l'adesione capillare. Gli elementi interattivi includono la possibilità di toccare lo schermo per rivelare gli effetti di adesione del liquido, animazioni del distacco del piede e confronti tra superfici. La freccia di navigazione si sposta alla Scena 3.

Se l'immagine

Scena 3: Applicazioni biomimetiche: La scena finale introduce innovazioni biomimetiche, consentendo agli studenti di esplorare tecnologie adesive bioispirate. Tra le funzionalità sono incluse animazioni, casi di studio e una sfida interattiva di biomimetica. Un pulsante "Torna all'inizio" consente agli studenti di riavviare o rivedere le scene precedenti.

-

Se il testo

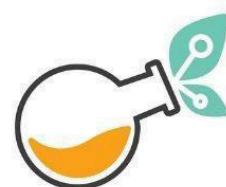
Ecco le **sovrapposizioni di testo a comparsa** che appariranno nell'esperienza di realtà aumentata:

Come i gechi riescono ad aderire

- I gechi usano **forze di van der Waals** per aderire alle superfici.
- I loro piedi hanno **milioni di minuscole strutture simili a peli (setole)** che si dividono in punte ancora più piccole (spatole).
- Queste strutture permettono ai gechi di **aderire a superfici lisce come il vetro** senza usare la colla.

Come i coleotteri utilizzano l'adesione capillare

- Gli scarafaggi usano **secrezione liquida** per creare un legame adesivo temporaneo.
- Loro i **cuscinetti plantari secernono una sottile pellicola di liquido**, il che li aiuta a muoversi con **superfici di presa mediante forze capillari**.



- Questo meccanismo permette ai coleotteri di **aggrapparsi alle foglie e arrampicarsi su superfici verticali**.

Applicazioni biomimetiche dell'adesione

- Gli scienziati hanno creato **adesivi a secco ispirati ai gechi** utilizzati in **robot da arrampicata e dispositivi medici**.
- La ricerca sull'adesione ispirata agli scarabei ha portato a **adesivi autopulenti** per l'elettronica e la sanità.

Questi testi possono essere integrati nel **Pop-up AR** oppure utilizzati in un foglio di lavoro allegato.

Se il video

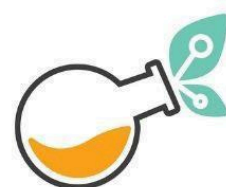
Se audio

Se modello 3D



Delightex

<https://edu.delightex.com/TWK-ZGS>



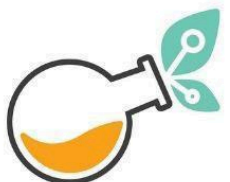


Co-funded by
the European Union



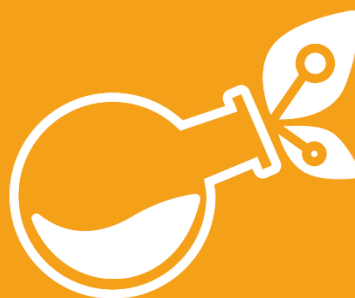
Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"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."





Co-funded by
the European Union



BIO54YOU

AR 2.0

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