



Co-funded by
the European Union

Sperimentazione del biorisanamento microbico in ecosistemi reali: come la temperatura influenza l'attività dei microbi nella rimozione dell'inquinamento



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 those of the European Union or the Agency (EACEA). Neither the European Commission nor the European Union is responsible for any use that may be made of the information contained in this publication."

"Which results are expected to be reached with the project?"





Co-funded by
the European Union

INDICE

- Informazioni generali
- Specifiche pedagogiche
- Specifiche tecniche



Project Number: KA220-ENW-22-00-126516

Which results are expected to be reached with this project?

Introduzione

I microrganismi svolgono un ruolo vitale nel mantenimento dell'equilibrio degli ecosistemi naturali, decomponendo gli inquinanti e riciclando i nutrienti. Alcuni batteri e funghi sono in grado di biodegradare sostanze nocive, come petrolio, plastica o metalli pesanti, trasformandole in composti innocui. Tuttavia, l'efficacia di questi processi di depurazione microbica dipende fortemente da fattori ambientali, in particolare dalla temperatura.

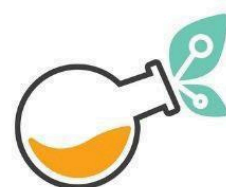
In questo esercizio basato sulla realtà aumentata, gli studenti esplorano come la temperatura influenzi la capacità dei microbi di depurare gli inquinanti negli ecosistemi acquatici o terrestri. Utilizzando la piattaforma Delightex, osserveranno e interagiranno con modelli 3D di ecosistemi inquinati, visualizzando come l'attività microbica cambi in diverse condizioni termiche. L'esperienza evidenzia la connessione tra processi biologici, scienze ambientali e cambiamenti climatici, mostrando come l'aumento delle temperature possa accelerare o inibire la biorisanamento naturale.

Attraverso l'esplorazione interattiva, gli studenti simuleranno condizioni ambientali reali, analizzeranno come il metabolismo microbico reagisce ai cambiamenti di temperatura e comprenderanno il delicato equilibrio tra la salute dell'ecosistema e le dinamiche climatiche.

Collegando biologia, chimica e ingegneria ambientale, questo esercizio incoraggia gli studenti a considerare i microbi non solo come organismi microscopici, ma anche come potenti alleati nel ripristino ecologico e nella sostenibilità.

Il presente documento si compone dei seguenti punti:

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





informazioni generali

Nome dell'esercizio:

Testare la bonifica microbica in ecosistemi reali: il ruolo della temperatura nella biorisanamento

Questo esercizio in realtà aumentata permette agli studenti esplorare come le variazioni di temperatura influenzano le prestazioni dei microbi nella decomposizione degli inquinanti ambientali.

Descrizione di gli esercizi:

Grazie a visualizzazioni 3D interattive, gli studenti possono manipolare le impostazioni di temperatura di un ecosistema inquinato (ad esempio, un fiume o una porzione di terreno contaminati dal petrolio) e osservare i corrispondenti cambiamenti nel tasso di crescita microbica, nell'attività enzimatica e nella velocità di degradazione dell'inquinante.

La simulazione include diversi scenari, come ambienti a temperatura fredda, moderata e alta, consentendo agli studenti di confrontare la risposta dei microbi in ciascuna condizione. Le sovrapposizioni animate visualizzano in tempo reale l'accelerazione metabolica, il consumo di ossigeno e la riduzione della concentrazione di inquinanti.

Al termine dell'attività, gli studenti comprenderanno come il pH e la temperatura influenzino direttamente l'efficacia della decontaminazione microbica, collegando così le scienze biologiche alla gestione ambientale nel mondo reale.

Partecipanti:

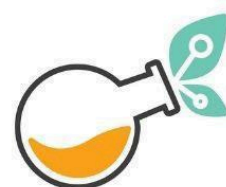
L'esercizio è pensato per singoli studenti o piccoli gruppi (2-4 studenti).

Si raccomanda il lavoro di gruppo per favorire la discussione dei dati, la formulazione di ipotesi e l'analisi collettiva.

Fascia d'età dei partecipanti:

Età minima: 15-18 anni

Adatto a corsi avanzati di biologia, scienze ambientali o corsi interdisciplinari STEAM.





Materia STEM e
argomento
specifico:

Materia STEM: Biologia, Scienze ambientali, Chimica

Argomento specifico: Biorisanamento microbico e influenza della temperatura sui processi di pulizia biologica negli ecosistemi

La principale difficoltà (aspetto stressante) dell'argomento è
Gli studenti spesso faticano a collegare i processi microbici invisibili con le conseguenze ambientali tangibili. Comprendere come le variazioni di temperatura influenzino l'attività enzimatica e il metabolismo microbico può risultare astratto se studiato a livello teorico. La sfida maggiore consiste nel visualizzare come le variabili climatiche (ad esempio, l'aumento della temperatura) influenzino i tassi di degradazione degli inquinanti in condizioni reali.

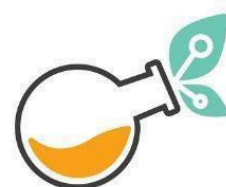
In che modo la realtà aumentata aiuta a semplificare il concetto

- **Visualizzazione 3D** La presenza di microbi, inquinanti e strutture ambientali rende visibili processi biologici astratti.
- **Cursore della temperatura** Consente agli utenti di regolare le condizioni e osservare immediatamente la risposta microbica risultante.
- **Animazioni con codifica a colori** Mostrare le variazioni della popolazione microbica e la velocità di degradazione degli inquinanti in diversi scenari.
- **Sovrapposizioni di dati in tempo reale** (ad esempio, concentrazione di inquinanti, livello di ossigeno, tasso di degradazione) rendono le relazioni scientifiche chiare e misurabili.
- **Visualizzazione interattiva di causa ed effetto** Aiuta gli studenti a comprendere come i cambiamenti ambientali influenzino i sistemi biologici.

Obiettivo pedagogico (risultati di apprendimento):

Completando questo esercizio, gli studenti saranno in grado di:

1. Spiega la relazione tra **temperatura** e **attività microbica** nella biorisanamento.
2. Descrivi come **reazioni enzimatiche** favorire la decomposizione degli inquinanti negli ecosistemi.
3. Comprendere l'impatto di **fattori climatici** sui processi di pulizia naturali.





Processo di
gamificazione:

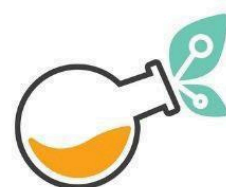
4. Fare domanda a **pensiero sperimentale** testando le ipotesi attraverso la manipolazione virtuale della temperatura.
5. Valutare in che modo i microbi contribuiscono **asostenibilità e resilienza degli ecosistemi** nel contesto dei cambiamenti climatici.

- **Modalità simulazione:** Gli studenti manipolano la temperatura e osservano le risposte microbiche in tempo reale.
- **Modalità sfida:** Prevedi quale intervallo di temperatura produrrà la massima efficienza di degradazione.
- **Sistema di punteggio:** I punti vengono assegnati per previsioni accurate e il ragionamento basato sui dati.
- **Barra di avanzamento:** Monitora la comprensione degli studenti nell'identificazione delle condizioni ambientali ottimali per la bonifica microbica.
- **Fase di riflessione:** Gli studenti riassumono i risultati delle loro ricerche, collegando l'esperimento virtuale alle situazioni ambientali del mondo reale.

Descrizione scritta o
grafica delle
informazioni
aumentate:

La scena AR presenta un **ecosistema acquatico inquinato** (ad esempio, zona fluviale o costiera) popolata da **Comunità microbiche 3D**.

- Vengono mostrati i microbi che si attaccano alle particelle inquinanti (ad esempio, gocce di petrolio, frammenti di plastica).
- Gli studenti utilizzano un **controllo interattivo della temperatura** per modificare le condizioni tra 0°C e 40°C .
- Le animazioni sovrapposte visualizzano i cambiamenti nel metabolismo microbico: un'attività più rapida a temperature moderate, una funzione rallentata al freddo e la denaturazione degli enzimi in caso di calore eccessivo.
- I pannelli a scomparsa mostrano **concentrazione di inquinanti in tempo reale** e **efficienza della biodegradazione**.
- Grafici e tabelle di dati vengono visualizzati dinamicamente, riassumendo la **prestazione enzimatica**.





Strumenti esterni
(o aggiuntivi)
necessari

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

percentuale di riduzione dell'inquinamento per ogni
intervallo di temperatura.

Tablet o smartphone con funzionalità di realtà aumentata e
connessione internet.

Piattaforma Delightex (versione app o browser).

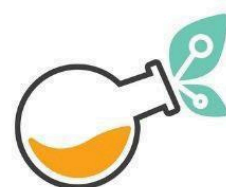
Foglio di lavoro facoltativo per registrare i dati osservati e
riassumere i risultati.

Video facoltativo per l'utilizzo in classe: Ripulire l'inquinamento
con i microbi | Wednesday Wisdom

Video: Ripulire l'inquinamento con i microbi | La saggezza di
mercoledì

Collegamento:

<https://youtube.com/shorts/tFTlhX-42FQ?si=IxP4e1gHirsqT>



Specifiche pedagogiche

Qui raccoglieremo informazioni su come utilizzare l'esercizio nell'apprendimento e i 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?

Modelli 3D Interattivi

Obiettivo: Aiutare gli studenti a visualizzare in che modo la **temperatura influenzi l'attività microbica** negli ecosistemi inquinati e a comprendere come i processi biologici e chimici interagiscano per ottenere il risanamento ambientale.

Utilizzo: Gli studenti possono esplorare un **modello 3D di un ecosistema acquatico inquinato** che include strati d'acqua, sedimenti e varie comunità microbiche. Quando gli studenti regolano il controllo della temperatura, visualizzano immediatamente i cambiamenti nel comportamento, nel movimento e nel colore dei microbi, nonché nel tasso di decomposizione degli inquinanti.

- **Impostazioni a basse temperature:** mostrano un'attività ridotta.
- **Temperature moderate:** mostrano un risanamento ottimale.
- **Calore elevato:** provoca la **denaturazione degli enzimi**.

Spiegazioni pop-up e sovrapposizioni animate illustrano il consumo di ossigeno, il rilascio di CO₂ e la degradazione degli inquinanti, trasformando processi biologici e chimici invisibili in eventi coinvolgenti e osservabili che collegano **biologia, chimica e scienze ambientali** all'interno di un unico quadro STEAM.

Pulsanti Interattivi

Obiettivo: Incoraggiare gli studenti a **sperimentare con le variabili ambientali** e analizzare come la temperatura influenzi il metabolismo microbico, l'efficienza e la rimozione degli inquinanti.

Utilizzo: Gli studenti utilizzano pulsanti e cursori per modificare variabili quali **temperatura, tipo di inquinante e ceppo microbico**. Ogni regolazione attiva un feedback animato che mostra la risposta microbica e la riduzione dell'inquinante. Gli studenti confrontano i tassi di biodegradazione attraverso grafici semplici e possono cimentarsi in una **Modalità Sfida** per trovare la **temperatura ottimale** per l'efficienza del risanamento, unendo la sperimentazione all'apprendimento ludico (gamification).



Piano d'Azione per una Sessione in Classe

Introduzione (5–7 min) Obiettivo: Introdurre gli studenti al ruolo dei microbi nel risanamento ambientale e a come la temperatura influenzi la loro funzione.

- **Domanda iniziale:** "Perché le fuoriuscite di petrolio si degradano più velocemente in estate che in inverno?"
- **Video:** Mostrare un breve video introduttivo (es. *Cleaning Up Pollution with Microbes*).
- **Discussione:** Analizzare come l'attività microbica dipenda dalla funzione enzimatica e da fattori ambientali come calore, ossigeno e nutrienti.

Attività Principale – Esercitazione in AR (30-35 min) Test del biorisanamento microbico con variazione della temperatura Interazione con il modello AR (10–15 min):

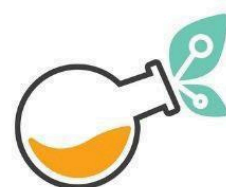
- Gli studenti accedono alla simulazione AR di Delightex che mostra un corpo idrico inquinato.
- **Esplorazione pratica:**
 - Regolare la temperatura usando il cursore interattivo.
 - Osservare visivamente come cambiano l'attività microbica e i livelli di inquinanti.
 - Toccare i microbi per attivare brevi animazioni delle reazioni enzimatiche (es. scomposizione delle molecole di petrolio).
 - Osservare l'ambiente che diventa più limpido man mano che il risanamento procede.

Compiti di apprendimento guidato (10–15 min):

- Confrontare i risultati in tre scenari: Freddo (5°C), Moderato (25°C) e Caldo (40°C).
- Analizzare la velocità di degradazione usando i grafici integrati.
- Discutere la relazione tra temperatura, attività enzimatica ed efficienza microbica.
- **Sfida Gamificata:** "Trova il punto di equilibrio", determinare la temperatura ottimale per la massima scomposizione degli inquinanti e registrare le osservazioni.

Conclusione e Riepilogo (10-15 min) Obiettivo: Rafforzare l'apprendimento e collegare i risultati virtuali al biorisanamento nel mondo reale.

- Proiettare o condividere le scoperte degli studenti per discutere:
 - Quale temperatura ha favorito il risanamento più rapido?
 - Cosa è successo quando le condizioni erano troppo fredde o troppo calde?
 - In che modo il riscaldamento globale potrebbe influenzare l'equilibrio microbico negli ecosistemi?
- **Riflessione:** Gli studenti scrivono un breve paragrafo rispondendo a: "In che modo i microbi aiutano a mantenere pulito il nostro pianeta e quali fattori ambientali influenzano il loro successo?"
- Concludere collegando l'attività ai temi STEAM più ampi: biologia (vita microbica), chimica (velocità di reazione) e ingegneria ambientale (ripristino degli ecosistemi), sottolineando come la tecnologia supporti la scoperta scientifica.



Which pedagogical objectives are addressed through this scenario?

Coinvolgimento Attivo Gli studenti esplorano attivamente come la temperatura influenzi l'attività microbica e la degradazione dell'inquinamento attraverso simulazioni pratiche in realtà aumentata (AR). Regolando le condizioni ambientali e osservando un feedback visivo immediato, gli studenti si cimentano nell'indagine sperimentale, testando ipotesi e interpretando i risultati in tempo reale. Questo processo immersivo trasforma le interazioni biologiche e chimiche astratte in esperienze visibili di causa-effetto, favorendo la curiosità e la partecipazione.

Pensiero Critico L'esercizio promuove il pensiero critico poiché gli studenti analizzano come e perché i cambiamenti di temperatura influenzino l'efficienza microbica. Confrontando diverse condizioni ambientali, valutano le relazioni di causa-effetto tra temperatura, funzione enzimatica e scomposizione degli inquinanti, collegando le loro osservazioni alle problematiche reali del clima e dell'inquinamento. Gli studenti sono incoraggiati a ragionare scientificamente, identificando schemi, traendo conclusioni e riflettendo sulle implicazioni ambientali.

Applicazione delle Conoscenze Gli studenti applicano le conoscenze teoriche sull'attività enzimatica, il metabolismo e le scienze ambientali per simulare e interpretare i processi di biorisanamento. Attraverso la sperimentazione, osservano come la temperatura modifichi i tassi di reazione biologica e i risultati ambientali, rafforzando i concetti STEM fondamentali attraverso analisi pratiche basate sui dati. Questa applicazione diretta getta un ponte tra la teoria scolastica e le sfide di sostenibilità del mondo reale, come le dinamiche dell'inquinamento legate al clima.

Apprendimento Multimodale (Visivo, Pratico, Basato sull'Indagine) L'esperienza AR integra l'apprendimento visivo, interattivo e basato sulla ricerca, adattandosi a diversi stili di apprendimento. Gli studenti visualizzano dati, manipolano variabili e si dedicano a un'esplorazione guidata, collegando biologia, chimica e scienze ambientali in un'unica attività coesa. Questo approccio multimodale approfondisce la comprensione e la memorizzazione, trasformando temi STEAM astratti in esperienze tangibili ed esplorative.

Migliore comprensione dei processi microbici e delle interazioni ambientali Gli studenti acquisiranno una chiara comprensione di come la temperatura influenzi il metabolismo microbico e la degradazione degli inquinanti. Osservando le simulazioni AR in tempo reale, collegheranno l'attività enzimatica e l'efficienza del biorisanamento a sistemi ambientali più ampi. Questa visualizzazione li aiuta a comprendere come i processi biologici contribuiscano al ripristino degli ecosistemi e al controllo dell'inquinamento in condizioni climatiche variabili.

Maggiore coinvolgimento e interesse per le discipline STEAM e le scienze ambientali L'approccio interattivo basato sulla sperimentazione aumenta la motivazione e la curiosità verso la microbiologia, la chimica e la sostenibilità ambientale. Gli studenti sperimentano come gli strumenti digitali possano modellare i processi ecologici del mondo reale, incoraggiando il pensiero interdisciplinare e un maggiore interesse per la biotecnologia e la ricerca ambientale.

Migliore memorizzazione e richiamo dei concetti chiave Collegando la teoria della biologia e della chimica alla sperimentazione interattiva, gli studenti ricordano più facilmente come la temperatura influenzi le reazioni microbiche. La combinazione di stimoli visivi, animazioni e sovrapposizioni di dati rafforza la memorizzazione concettuale e li aiuta a richiamare le relazioni di causa-effetto tra clima e biorisanamento.

Maggiore fiducia nell'applicazione del pensiero scientifico e analitico Attraverso l'esplorazione e la riflessione guidata, gli studenti acquisiscono sicurezza nell'applicare il ragionamento scientifico e l'interpretazione dei dati a contesti reali. Imparano a valutare le variabili, interpretare i risultati sperimentali e spiegare come le condizioni ambientali influenzino i sistemi biologici. Questa esperienza favorisce una consapevolezza critica su come le attività umane e il clima impattino sulla naturale capacità di risanamento degli ecosistemi, promuovendo un pensiero informato e orientato alla sostenibilità.





Technical specifications

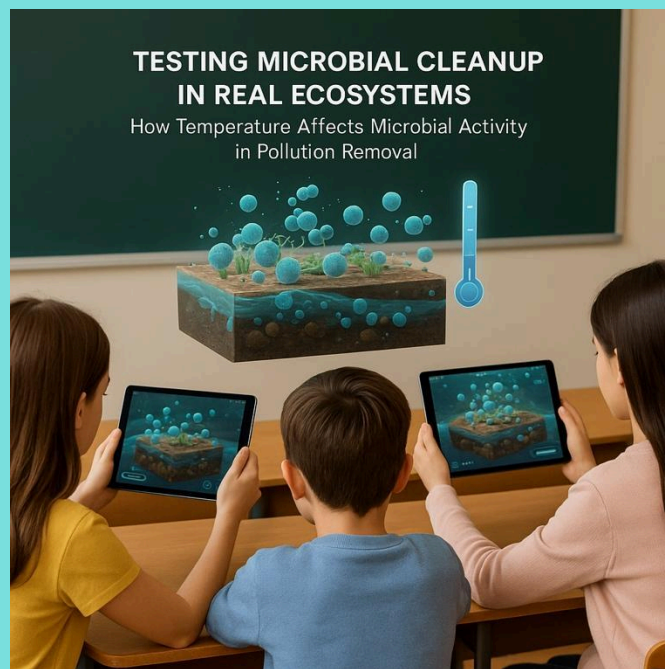
INFORMAZIONI AR

Te
cnologia

Se è necessario
un marcatore,
descrizione del
marcatore

Hardware e
software
necessari:

Realtà aumentata (AR) senza marcatori utilizzando
il **Piattaforma Delightex**.



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

Software: IL **Delightex** Visualizzatore AR basato sul web o a





Tipo di dati aumentati

mobile, compatibile con entrambi **iOS** E **Android**.

- **Modelli 3D** di microbi, agenti inquinanti e strati ambientali (acqua, suolo, aria).
- **Cursore interattivo della temperatura** per il controllo delle condizioni ambientali.
- **Sovrapposizioni animate** che mostra la degradazione degli inquinanti, il movimento microbico e le reazioni enzimatiche.
- **Visualizzazioni di dati con codifica a colori** che rappresentano i livelli di attività (blu = basso, verde = ottimale, rosso = surriscaldamento/inattività).
- **Caselle di testo a comparsa** Spiegazione dei processi biochimici e ambientali.
- **Grafici dinamici** che mostra il tasso di degradazione e variazione della popolazione microbica nel tempo.

Descrizione scritta dei dati AR

Nell'ambiente di realtà aumentata, gli studenti visualizzano un ecosistema inquinato in 3D, come un fiume contaminato da petrolio o una porzione di terreno.

I microbi sono visibili come ammassi di sfere animate o forme a bastoncino che circondano le particelle inquinanti.

Regolando il cursore della temperatura, gli studenti osservano:

- Cambiamenti nel movimento microbico e nella densità della popolazione.
- Variazioni nell'attività enzimatica evidenziate dall'intensità del colore e dalla velocità di degradazione.
- Riduzione degli inquinanti visibili con il progredire del biorisanamento.

Ad alte temperature, la denaturazione degli enzimi si manifesta con lo sbiadimento o il collasso delle strutture microbiche.

I pannelli a comparsa visualizzano indicatori numerici come ad esempio *degradazione dell'inquinante (%)* E *efficienza enzimatica*.

I grafici si aggiornano automaticamente per visualizzare l'impatto della temperatura sulle prestazioni di pulizia sulla salute dell'ecosistema.

Funzionalità aggiuntive:

- **Sequenza animata** illustra il processo di biodegradazione passo dopo passo a diverse temperature.





Scena

- **“Modalità sfida di temperatura”**dove gli studenti prevedono l'intervallo ottimale per la massima attività microbica e mettono alla prova le loro ipotesi.
- **Dashboard di confronto**dimostra prestazioni a temperature fredde (5°C), moderate (25°C) e elevate (40°C).
- **pulsante “Torna all’inizio”**consentendo agli studenti di reimpostare la temperatura e ripetere gli esperimenti.
- **Domande riflessive**integrato nell'interfaccia (ad esempio "Cosa succede se la temperatura ambiente diventa troppo alta?").
- **Integrazione di brevi video**Spiegazione della biorisanamento microbico nei sistemi naturali.

Quattro scene:

Scena 1 – Introduzione: L'ecosistema inquinato

Gli studenti osservano una panoramica di un letto di fiume o uno strato di terreno contaminato con particelle di petrolio o rifiuti visibili. I microbi sono inattivi a basse temperature.

Scena 2 – Temperatura moderata (Attività ottimale)

Man mano che gli studenti alzano la temperatura, l'attività microbica si intensifica. Gli agenti inquinanti si riducono, compaiono bolle di ossigeno e le sovrapposizioni di colore indicano un processo di degradazione attivo.

Scena 3 – Alta temperatura (denaturazione)

Un ulteriore aumento della temperatura provoca la degradazione degli enzimi. I microbi scompaiono, gli agenti inquinanti smettono di degradarsi e i segnali visivi indicano stress nel sistema.

Scena 4 – Riflessione e analisi dei dati

Gli studenti osservano grafici che confrontano la temperatura, il tasso di degradazione, riassumendo i risultati. Spunti di riflessione li incoraggiano a interpretare i risultati in modo scientifico.

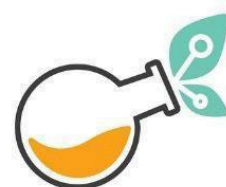
-

Se l'immagine

Se il testo

Che cos'è la pulizia microbiologica?

Pulizia microbica, oppure **biorisanamento** utilizza batteri e funghi per scomporre gli agenti inquinanti in composti innocui.





Se il video

Se audio

Se modello 3D

In che modo la temperatura influisce su questo fenomeno?

La temperatura influenza l'attività enzimatica: temperature troppo basse rallentano le reazioni, temperature troppo alte danneggiano gli enzimi e livelli moderati massimizzano l'efficienza della degradazione.

Perché è importante?

Comprendere questo processo aiuta gli scienziati a ottimizzare **controllo dell'inquinamento e ripristino dell'ecosistema**, soprattutto in condizioni climatiche mutevoli

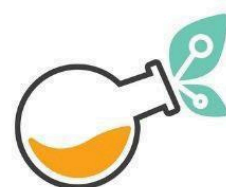
-

-



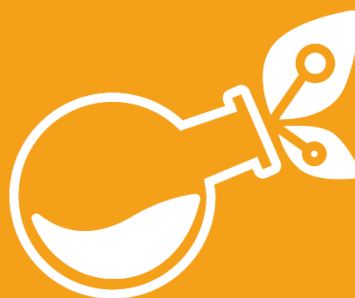
Delightex

<https://edu.delightex.com/FUP-MDG>





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

[Which results are expected to be reached with this project?](#)