



Co-funded by
the European Union

La squadra di pulizia della natura: come i microbi marini purificano i nostri oceani



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

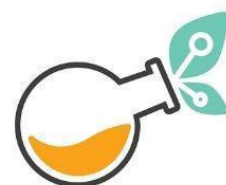
Questo esercizio introduce gli studenti al **mondo nascosto dei microrganismi marini**, i più piccoli ma essenziali **ingegneri ambientali della Terra**. Gli oceani ospitano vaste comunità di **batteri, alghe e altri microbi** che svolgono un ruolo cruciale nel mantenere l'equilibrio del pianeta, **degradando gli inquinanti, riciclando i nutrienti e sostenendo gli ecosistemi marini**. Queste forme di vita microscopiche agiscono come una vera e propria **squadra di pulizia della natura**, trasformando sostanze nocive come **petrolio, residui di plastica e rifiuti organici** in composti **innocui o addirittura utili**.

Utilizzando la **Realtà Aumentata (AR)**, gli studenti si immergeranno sotto la superficie dell'oceano per esplorare gli **ecosistemi microbici che purificano il mare**. Osserveranno come diversi tipi di microbi si comportano nell'ambiente marino, visualizzeranno **come questi organismi interagiscono con gli inquinanti** e scopriranno i **processi biochimici alla base della biodegradazione e del biorisanamento (bioremediation)**.

Questa esperienza interattiva di apprendimento collega **biologia, scienze ambientali e chimica** all'interno di un riferimento disciplinare **STEAM**, aiutando gli studenti a comprendere come i **processi naturali possano ispirare soluzioni tecnologiche per una gestione ambientale sostenibile**. Al termine dell'attività, gli studenti riconosceranno l'**importanza della vita microbica per la salute degli oceani** e rifletteranno su come gli esseri umani possano imparare da questi sistemi biologici per progettare **tecnologie ecologiche di bonifica e approcci biomimetici** per il controllo dell'inquinamento.

Questo documento è composto dai seguenti punti:

- **Informazioni sulla tecnologia AR**
- **Come definire un esercizio AR grazie al modello (template):**
 - Informazioni generali
 - Specifiche pedagogiche
 - Specifiche tecniche
 -



Informazioni generali

Titolo dell'esercizio:

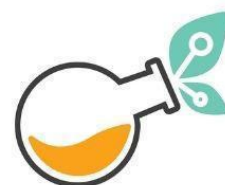
La squadra di pulizia della natura: come i microbi marini purificano i nostri oceani

Descrizione
dell'esercizio:

*Questo esercizio immerge gli studenti nel **mondo invisibile ma potente dei microrganismi marini**, che agiscono come la **squadra di pulizia della natura**. Attraverso la **Realtà Aumentata (AR)**, gli studenti esplorano come **batteri, alghe e altri organismi microscopici** contribuiscano a mantenere la salute degli oceani **degradando gli inquinanti, riciclando la materia organica e sostenendo gli ecosistemi acquatici**.*

Interagendo con modelli 3D in realtà aumentata (AR), gli studenti possono visualizzare come i microbi si attaccano agli inquinanti, secernono enzimi e degradano sostanze tossiche come petrolio, residui di plastica e rifiuti organici. Esploreranno inoltre i processi biochimici della biorisanazione (bioremediation), comprenderanno le connessioni della rete alimentare che coinvolgono i microrganismi e osserveranno come fattori ambientali (temperatura, ossigeno, luce) influenzano l'attività microbica.

L'esercizio combina esplorazione, analisi e riflessione per promuovere una comprensione sistemica degli ecosistemi marini e della loro resilienza. Gli studenti discuteranno anche di come le conoscenze sui processi microbici possano ispirare tecnologie bioispirate per la pulizia delle acque e la riduzione dell'inquinamento.



Partecipanti:

Questo esercizio può essere svolto individualmente dagli studenti oppure in piccoli gruppi collaborativi (3–5 studenti). Il lavoro di gruppo è incoraggiato per stimolare la discussione sugli ecosistemi ecologici, sulla sostenibilità e sulle soluzioni di progettazione bioispirate.

Età dei
partecipanti:

Minimo 14 anni

Gli studenti dovrebbero avere una conoscenza di base dei microrganismi, degli ecosistemi e dell'inquinamento, acquisita durante le lezioni di scienze generali o biologia.

Discipline STEM e
argomento specifico:

Discipline STEM: Biologia, Scienze ambientali, Chimica.

Argomento specifico: Il ruolo dei microbi marini nella pulizia e nel mantenimento degli ecosistemi oceanici (biorisanamento/bioremediation, biodegradazione, ciclo dei nutrienti).

Principale difficoltà (aspetto complesso) dell'argomento:

L'aspetto più impegnativo di questo tema è che i microbi sono invisibili a occhio nudo e i loro processi biochimici sono difficili da visualizzare. Gli studenti spesso fanno fatica a immaginare come organismi microscopici possano avere impatti su larga scala sulla salute degli oceani e sulla riduzione dell'inquinamento. Inoltre, comprendere le complesse interazioni tra specie microbiche, inquinanti e fattori ambientali richiede un ragionamento astratto su processi a livello molecolare.

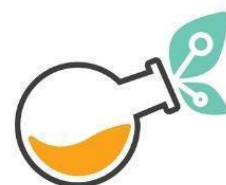
Come la AR aiuta a semplificare il concetto

La visualizzazione AR in 3D rende visibili i microrganismi invisibili, aiutando gli studenti a osservare forme microbiche, habitat e interazioni con gli inquinanti.

Animazioni AR mostrano come i microbi si attaccano alle particelle di petrolio, secernono enzimi e decompongono gli inquinanti passo dopo passo.

Scene AR stratificate illustrano la relazione tra attività microbica, strati dell'oceano e salute dell'ecosistema.

Sovrapposizioni interattive spiegano i principali processi biochimici (ad esempio ossidazione, degradazione



Processo di
gamification:

enzimatica) in modo semplificato e coinvolgente.

Un'esplorazione gamificata incoraggia gli studenti a ripulire un oceano virtuale scegliendo i microbi più adatti per diversi tipi di inquinanti, rafforzando l'apprendimento applicato.

Obiettivo pedagogico (Risultati di apprendimento)

Alla fine di questo esercizio, gli studenti dovrebbero essere in grado di:

Spiegare il ruolo dei microrganismi marini negli ecosistemi oceanici e nella depurazione dell'inquinamento.

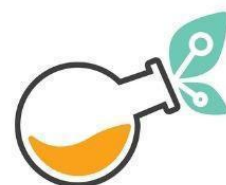
Descrivere il biorisanamento (bioremediation) e come i microbi trasformano sostanze nocive in sostanze innocue.

Identificare i fattori che influenzano l'efficienza microbica, come temperatura, salinità e livelli di ossigeno.

Comprendere il collegamento tra i processi microbici e la salute ambientale globale.

Riflettere su come le strategie microbiche ispirate alla natura possano essere applicate allo sviluppo di tecnologie di bonifica progettate dall'uomo.

- **Apprendimento basato su sfide (Challenge-based learning):** gli studenti completano compiti per identificare i microbi più adatti a diversi tipi di inquinanti nelle simulazioni AR.
- **Punti e badge:** assegnati per aver "ripulito" con successo aree virtuali dell'oceano o per aver identificato correttamente processi microbici.
- **Progressione dello scenario:** gli studenti avanzano attraverso diverse fasi che rappresentano differenti ambienti marini (ad esempio zona costiera, mare profondo, area inquinata).
- **Riflessione finale:** gli studenti riassumono come l'attività microbica contribuisce all'equilibrio dell'ecosistema e propongono un'idea di bonifica ispirata alla natura (bio-inspired).



Descrizione scritta o grafica delle informazioni in realtà aumentata (AR):

Strumenti esterni (o aggiuntivi) richiesti

Link (video, immagini, testi online e così via)

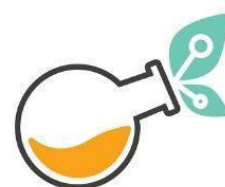
L'esperienza in realtà aumentata (AR) include:

- Modelli 3D interattivi di microbi marini (batteri, alghe, protozoi) mostrati a diverse scale e nei loro habitat.
 - Animazioni AR che visualizzano come i microbi degradano gli inquinanti (ad esempio goccioline di petrolio, microfibre di plastica).
 - Testi a comparsa (pop-up) che descrivono le funzioni microbiche, le reazioni biochimiche e l'importanza ecologica.
 - Scene dinamiche dell'ambiente oceanico che cambiano in base ai livelli di inquinamento e all'attività microbica.
 - Controlli di simulazione che permettono agli studenti di modificare condizioni come temperatura o ossigeno e osservare come cambia l'efficienza dei microbi.
- Dispositivi compatibili con AR (smartphone, tablet).
 - Piattaforma Delightex per ospitare e visualizzare i contenuti in realtà aumentata.
 - Connessione Internet per caricare materiali interattivi e animazioni ambientali.
 - Opzionale:
 - Fogli di lavoro (worksheets) per prendere appunti e svolgere attività di riflessione.
 - Risorse video esterne, come "The Hidden Cleaners of the Ocean: Microbe Army".

Video: I pulitori nascosti dell'oceano: l'esercito dei microbi

Link:

https://youtube.com/shorts/AyNvAII_EU?si=lkaU9hivH0onAx11



Specifiche pedagogiche

Qui raccoglieremo informazioni su come utilizzare l'esercizio durante la sessione di apprendimento e sui risultati e benefici del suo utilizzo, da una prospettiva pedagogica.

In che modo queste informazioni in realtà aumentata possono essere utilizzate per affrontare un argomento STEAM in modo più interessante per gli studenti?

Coinvolgimento attivo: Gli studenti interagiscono attivamente con modelli AR 3D di microbi marini e ambienti oceanici, potendo ingrandire, ruotare ed esplorare come gli organismi microscopici interagiscono con gli inquinanti. Questa esperienza pratica stimola curiosità ed esplorazione, aiutando gli studenti a visualizzare come i microbi si attaccano alle particelle di petrolio, secernono enzimi e degradano i contaminanti. Interagendo con animazioni e spiegazioni a comparsa, gli studenti collegano direttamente le conoscenze teoriche di biologia e chimica con simulazioni visive in tempo reale che mostrano come la vita microbica contribuisca alla salute degli oceani. Questo coinvolgimento diretto rende concreti e stimolanti processi microbiologici e ambientali altrimenti astratti, incoraggiando gli studenti a partecipare attivamente alla comprensione dei meccanismi naturali alla base del biorisanamento.

Pensiero critico: L'esercizio promuove il pensiero critico incoraggiando gli studenti ad analizzare come diversi fattori ambientali (temperatura, salinità, livello di ossigeno o tipo di inquinante) influenzino l'attività dei microbi. Attraverso l'esperienza AR, gli studenti possono sperimentare virtualmente con condizioni variabili e confrontare l'efficienza microbica in diversi scenari. Questo processo stimola il ragionamento su cause ed effetti, equilibrio ecologico e interconnessione tra processi biologici e chimici. Gli studenti riflettono criticamente sul motivo per cui alcuni microbi prosperano in ambienti inquinati mentre altri non sopravvivono, e su come tali sistemi naturali possano ispirare tecnologie ambientali progettate dall'uomo per la depurazione sostenibile dell'inquinamento.

Applicazione delle conoscenze: Interagendo con simulazioni AR, gli studenti applicano la loro comprensione di degradazione biologica, reazioni chimiche e dinamiche degli ecosistemi in un contesto pratico e visivo. L'attività li sfida a integrare conoscenze STEM e ambientali, collegando i processi microbici a livello molecolare con i risultati a livello di ecosistema, come oceani più puliti e una vita marina più sana. Gli studenti collegano inoltre principi naturali e innovazione tecnologica, immaginando come la biomimetica (imparare dai sistemi microbici) possa portare a soluzioni ecologiche per la depurazione dell'acqua e la gestione dei rifiuti. Questo apprendimento applicato rafforza la comprensione e aumenta la consapevolezza delle sfide reali legate alla sostenibilità.

Apprendimento multimodale (visivo, pratico e basato sull'indagine): Lo scenario integra animazioni visive, esplorazione AR pratica e apprendimento basato sull'indagine, per adattarsi a diversi stili di apprendimento. Gli studenti partecipano attraverso osservazione, sperimentazione e riflessione, trasformando concetti astratti di microbiologia e chimica in esperienze concrete e osservabili. La combinazione di narrazione visiva (attraverso animazioni) e decisioni interattive (attraverso attività AR) aiuta gli studenti a comprendere argomenti STEAM complessi, come biorisanamento, ecologia microbica e gestione dell'inquinamento, in modo significativo e memorabile. Questo approccio multimodale permette agli studenti di comprendere non solo come funzionano i microbi marini, ma anche perché il loro ruolo è fondamentale per il mantenimento della vita sulla Terra.





Possibile piano di lezione in classe

Introduzione (5–7 minuti)

Obiettivo: introdurre gli studenti al concetto dei microbi marini come “squadra di pulizia della natura”.

Iniziare con una domanda reale: “Se avviene uno sversamento di petrolio nell’oceano, cosa succede al petrolio nel tempo?”

Mostrare un breve video (ad esempio “The Hidden Cleaners of the Ocean: Microbe Army”).

Discutere esempi quotidiani di inquinamento e chiedere agli studenti come pensano che l’oceano riesca a recuperare naturalmente.

Attività principale – Esercizio AR (30–35 minuti)

Esplorazione dei microbi marini e del biorisanamento con la realtà aumentata

Interazione con i modelli AR (10–15 minuti)

Gli studenti scansionano un QR code o aprono l’app Delightex AR per accedere ai modelli 3D interattivi dei microbi marini.

Esplorazione pratica:

Ruotare e ingrandire diversi microbi (batteri, alghe, protozoi).

Toccare i microbi per visualizzare spiegazioni a comparsa (es. “Come i batteri degradano il petrolio”, “Come le alghe riciclano l’ossigeno”).

Osservare come le comunità microbiche interagiscono con gli inquinanti e si adattano ai cambiamenti ambientali.

Attività guidate (10–15 minuti)

Osservare un’animazione AR che mostra come i microbi decompongono gli inquinanti in diverse zone dell’oceano.

Svolgere un esperimento virtuale: modificare variabili ambientali (temperatura, ossigeno, tipo di inquinante) e osservare l’effetto sull’efficienza microbica.

Sfida gamificata: “Ripulisci l’oceano virtuale” — gli studenti scelgono i microbi più adatti per ripristinare la salute dell’oceano.

Incoraggiare i gruppi a discutere come questi processi naturali possano ispirare tecnologie basate sulla biologia per il trattamento dell’acqua o il controllo dell’inquinamento.

Conclusione e riepilogo (10–15 minuti)

Obiettivo: consolidare l’apprendimento attraverso discussione e riflessione.

Proiettare l’ambiente AR su uno schermo condiviso e discutere i risultati.

Chiedere agli studenti:

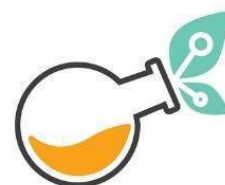
Quale microbo è stato il più efficace nel ripulire gli inquinanti?

In che modo le condizioni ambientali influenzano l’attività microbica?

Cosa possono imparare gli esseri umani dai sistemi naturali di pulizia?

Attività di riflessione: Scrivere un breve paragrafo rispondendo alla domanda **“In che modo il ruolo dei microbi marini può ispirare la progettazione di tecnologie sostenibili per la depurazione dell’acqua?”**

Concludere con una discussione su come l’apprendimento STEAM colleghi biologia, chimica e tecnologia per affrontare le sfide ambientali e su come lo studio dei sistemi naturali possa portare a innovazioni tecnologiche

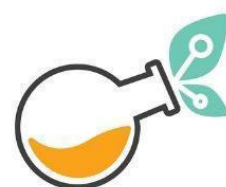




Quali obiettivi pedagogici vengono affrontati attraverso questo scenario?

Questo scenario didattico affronta diversi obiettivi pedagogici, combinando apprendimento scientifico, sviluppo di competenze e coinvolgimento attivo degli studenti.

- 1. Comprensione dei concetti scientifici:** Gli studenti sviluppano una comprensione più chiara del ruolo dei microrganismi marini negli ecosistemi oceanici, dei processi di biodegradazione e biorisanamento e del modo in cui questi organismi contribuiscono alla riduzione dell'inquinamento e al riciclo dei nutrienti.
- 2. Visualizzazione di fenomeni invisibili:** Grazie alla realtà aumentata, gli studenti possono osservare processi biologici normalmente invisibili, come l'azione degli enzimi o l'interazione tra microbi e inquinanti, facilitando la comprensione di concetti complessi.
- 3. Apprendimento attivo ed esperienziale:** L'interazione con modelli 3D, simulazioni e sfide gamificate favorisce un apprendimento attivo, in cui gli studenti esplorano, sperimentano e costruiscono la conoscenza attraverso l'esperienza.
- 4. Sviluppo del pensiero critico e sistemico:** Gli studenti analizzano come fattori ambientali (temperatura, ossigeno, inquinamento) influenzano l'attività microbica e comprendono le interconnessioni tra organismi, ambiente e processi chimici negli ecosistemi marini.
- 5. Sviluppo di competenze STEAM e digitali:** L'attività integra biologia, chimica, scienze ambientali e tecnologia, promuovendo anche competenze digitali attraverso l'uso di strumenti AR e piattaforme interattive.
- 6. Consapevolezza ambientale e sostenibilità:** Gli studenti riflettono sul ruolo dei processi naturali nella protezione degli oceani e su come questi possano ispirare soluzioni tecnologiche sostenibili per il controllo dell'inquinamento.
- 7. Collaborazione e comunicazione:** Il lavoro in piccoli gruppi e la discussione finale incoraggiano confronto, cooperazione e apprendimento tra pari, sviluppando competenze comunicative e di lavoro di squadra.





INFORMAZIONI IN REALTÀ AUMENTATA (AR)

Tecnologia

Se è necessario
un marker,
descrizione del
marker

Hardware e
software:

Tipo di dati
aumentati

AR senza marker (non è necessario un marker stampato).

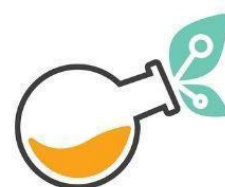


Hardware:

PC, smartphone, tablet (per accedere ai contenuti AR)
Fotocamera (per il funzionamento della realtà aumentata)
Giroscopio (per il tracciamento AR sui dispositivi mobili)

Software: Visualizzatore AR web-based Delightex o app mobile, compatibile con iOS e Android

Modelli 3D di microbi marini (ad es. batteri, cianobatteri, alghe) e inquinanti (goccioline di petrolio, microplastiche).



Descrizione scritta
dei dati AR

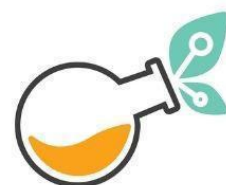
Visualizzazioni animate che mostrano i processi di biodegradazione microbica (rilascio di enzimi, degradazione degli idrocarburi, riciclo dei nutrienti).

Testi a comparsa (pop-up) che spiegano specie microbiche, reazioni chimiche e ruoli ecologici.

Scene di sfondo dinamiche che rappresentano diversi ambienti marini (oceano aperto, zona costiera, area inquinata).

Slider interattivi per modificare le condizioni ambientali (temperatura, ossigeno, salinità, tipo di inquinante).

- Dopo aver avviato l'esperienza AR, gli studenti vedono un ambiente sottomarino 3D popolato da microbi animati e inquinanti. Compare il titolo principale "Nature's Cleanup Crew: How Marine Microbes Purify Our Oceans", che invita gli studenti a iniziare la simulazione.
- Gli studenti interagiscono con i contenuti attraverso diverse azioni:
 - Ingrandire e ruotare per esplorare la morfologia dei microbi e il loro habitat.
 - Toccare gli inquinanti (ad esempio goccioline di petrolio o particelle di plastica) per osservare i microbi che si attaccano e iniziano il processo di degradazione.
- Attivare spiegazioni a comparsa (pop-up) che descrivono cosa avviene in ogni fase del processo di pulizia, ad esempio:
 - "I batteri rilasciano enzimi che degradano gli idrocarburi."
 - "Le alghe trasformano i rifiuti in ossigeno e nutrienti."
- Modificare le condizioni ambientali (temperatura, livelli di ossigeno) per osservare la risposta dei microbi.
- Confrontare immagini dell'oceano prima e dopo per valutare il successo del biorisanamento.
- Con il progredire della simulazione, gli studenti osservano animazioni AR che mostrano la diminuzione dei livelli di inquinamento e l'aumento della limpidezza dell'acqua, simbolo del recupero dell'oceano. Alla fine appare un pannello di riflessione che invita gli studenti a descrivere come i sistemi microbici possano ispirare soluzioni biomimetiche per la gestione dell'inquinamento.



Scene

- Funzionalità aggiuntive:
- Sequenza animata che mostra passo dopo passo come i microbi marini individuano, si attaccano e degradano gli inquinanti, come petrolio o particelle di plastica, visualizzando la progressiva purificazione dell'acqua oceanica.
- Sezione sulle tecnologie bioispirate, in cui gli studenti esplorano come i processi microbici possano ispirare innovazioni umane nella depurazione sostenibile delle acque reflue, nella pulizia degli sversamenti di petrolio e nell'ingegneria ambientale.
- Pulsante "Return to Start", che consente di riavviare la simulazione e ripercorrere le fasi precedenti dell'esercizio, permettendo di esplorare più volte le interazioni microbiche in diverse condizioni ambientali.

Quattro scene:

Scena 1: Il mondo nascosto dei microbi

Gli studenti esplorano una scena oceanica 3D che mostra diversi tipi di microbi che fluttuano tra particelle organiche. I pop-up introducono batteri, alghe e protozoi, spiegandone i ruoli ecologici.

Freccia di navigazione → Scena 2.

Scena 2: Inquinamento nell'oceano

Gli studenti incontrano inquinanti visualizzati (goccioline di petrolio, microplastiche). Hotspot interattivi permettono di toccare gli oggetti per attivare animazioni che mostrano come gli inquinanti influenzano la qualità dell'acqua e la vita marina.

Freccia di navigazione → Scena 3.

Scena 3: Biorisanamento microbico in azione

Gli studenti attivano animazioni AR che mostrano i microbi mentre si attaccano agli inquinanti e li degradano. I pop-up esplicativi descrivono i processi di degradazione enzimatica e trasformazione

If Image



Se testo

chimica.

Freccia di navigazione → Scena 4.

Scena 4: Recupero dell’oceano e riflessione

Gli studenti osservano una scena oceanica “ripulita”. I microbi animati riciclano i nutrienti, mentre pesci e coralli tornano nell’ecosistema. Compare una domanda di riflessione:

“Come fanno i microbi a mantenere l’equilibrio dell’oceano e cosa possiamo imparare da loro?”

Un pulsante “Return to Start” consente di riavviare la sequenza AR.-

Che cosa sono i microbi marini? I microbi marini sono organismi microscopici che vivono negli oceani e svolgono ruoli essenziali nel ciclo dei nutrienti e nella pulizia dell’inquinamento.

Come puliscono l’oceano? Alcuni batteri e alghe possono degradare inquinanti come petrolio e plastica attraverso reazioni biochimiche, trasformando composti tossici in materiali innocui.

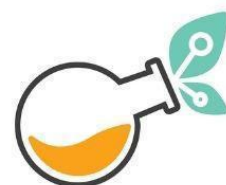
Perché sono importanti? Senza questi processi microbici, gli inquinanti si accumulerebbero, disturbando la vita marina e la produzione di ossigeno. I microbi agiscono come riciclatori naturali, mantenendo l’equilibrio ecologico e sostenendo la biodiversità.

Cosa possono imparare gli esseri umani da loro? Comprendere i processi microbici ispira tecnologie bioispirate per il trattamento sostenibile dei rifiuti e la depurazione dell’acqua, contribuendo a creare ambienti più puliti.

Se video

Se audio

-





Co-funded by
the European Union

Se modello 3D

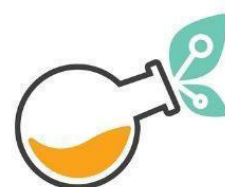


Delightex

<https://edu.delightex.com/MMY-TDR>

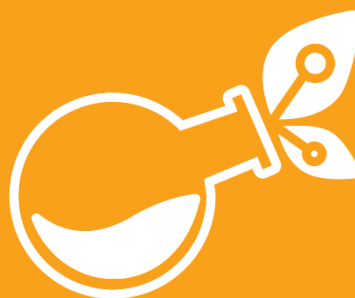
Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"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