



Co-funded by
the European Union

Analizzare l'impatto degli OGM



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	4
Esplorare	4
1. Comprendere gli OGM e il loro impatto	4
1.1 Cosa sono gli organismi geneticamente modificati (OGM)?	5
1.2 Come funziona l'editing genetico (principi di base)	5
1.3 Esempi di OGM nella vita reale	5
1.4 Potenziali benefici degli OGM	6
1.5 Potenziali rischi e preoccupazioni	6
1.6 Perché l'editing genetico e l'AR sono strumenti utili per la comprensione degli OGM	7
1.7 Domande per la riflessione	8
Eseguire.....	9
2. Analisi dell'impatto degli OGM attraverso il design bio-ispirato.....	9
2.1 Bio-ispirazione: imparare dai processi genetici naturali.....	9
2.2 Utilizzo dell'AR per raggiungere gli obiettivi di apprendimento	9
2.3 Esercizi pratici ed esempi di apprendimento	10
Potenziare.....	11
3. Rafforzare la comprensione degli impatti degli OGM attraverso l'AR.....	11
3.1 Approfondire la comprensione concettuale tramite AR	11
3.2 Rendere i sistemi complessi più accessibili	11
3.3 Maggiore coinvolgimento e partecipazione attiva.....	12
3.4 Integrazione pratica degli strumenti AR	12





3.5 Incoraggiare la riflessione e l'ulteriore esplorazione 12

Conclusioni 13

Riferimenti..... 14





Fonte: <https://www.freepik.com/free-vector/genetically-modified-organisms-isometric-flowchart> 6169690.htm





Argomento generale del percorso di apprendimento	Biotechnologie. Biomanifattura e biologia sintetica
Nome specifico dell'unità di apprendimento	Analizzare l'impatto degli OGM
Età degli utenti target	14-18 anni
Requisiti necessari per gli studenti	Conoscenze di base di scienze Accesso a dispositivi compatibili con l'AR (smartphone, tablet o occhiali AR)
Descrizione dell'unità di apprendimento	Questa unità didattica introduce gli studenti all'impatto degli organismi geneticamente modificati (OGM) sull'ambiente, sull'agricoltura e sulla società. Utilizzando le tecnologie di Realtà Aumentata (AR), gli studenti analizzeranno diversi scenari di applicazione degli OGM, analizzeranno i potenziali benefici e rischi e discuteranno gli aspetti etici, economici ed ecologici. L'unità didattica combina apprendimento basato sull'indagine, attività collaborative e riflessione per sostenere la comprensione critica delle biotechnologie e delle loro applicazioni nel mondo reale.
Argomenti e destinatari	Biologia, biotechnologia, scienze ambientali, formazione STEM, tecnologie digitali
Parole chiave	OGM, editing genetico, Realtà Aumentata, agricoltura, ecosistemi, biodiversità, etica, sicurezza alimentare, biotechnologia
Conoscenze, abilità e competenze chiave che possono essere acquisite	• Comprendere cosa sono e come vengono prodotti gli OGM. • Capacità di analizzare l'impatto degli OGM sugli ecosistemi e sulla salute umana. • Pensiero critico e argomentazione nella valutazione dei benefici e dei rischi delle biotechnologie. • Competenza digitale attraverso l'uso delle tecnologie AR. • Lavoro di squadra e capacità di comunicazione.





	• Capacità di risoluzione dei problemi attraverso la creazione di scenari.
Risorse e supporti didattici utilizzati	• Applicazioni o piattaforme AR. • Dispositivi mobili (tablet, smartphone, occhiali AR). • Risorse online e video didattici. • Fogli di lavoro e schede operative. • Proiettore o lavagna interattiva. • Presentazioni preparate dall'insegnante.
Criteri di giudizio e valutazione	La valutazione si basa su approcci sia formativi che sommativi. • Valutazione formativa: ○ Partecipazione all'esplorazione e alle discussioni basate sull'AR. ○ Impegno durante l'analisi dello scenario e il lavoro di gruppo. ○ Riflessione su benefici, rischi e aspetti etici degli OGM. • Valutazione sommativa: ○ Risultati del test basato su AR (Fase 1 dell'esercitazione) ○ Qualità e pertinenza degli scenari e dei quiz AR creati dagli studenti (Fase 2) ○ Capacità di spiegare le relazioni causa-effetto e di giustificare le conclusioni.





Introduzione

Gli organismi geneticamente modificati (OGM) sono ampiamente utilizzati in agricoltura, biotecnologia e medicina, ma il loro impatto sull'ambiente, sui sistemi alimentari e sulla società è spesso complesso e difficile da visualizzare. Questa unità didattica introduce gli OGM attraverso approcci basati sulla modellazione e sulla simulazione che aiutano gli studenti a esplorare come le modifiche genetiche possono influenzare gli organismi e gli ecosistemi. Utilizzando strumenti di simulazione digitale e la Realtà Aumentata (AR), gli studenti possono analizzare i potenziali benefici e rischi degli OGM, comprendere le relazioni di causa-effetto e sviluppare una prospettiva più informata su come le biotecnologie plasmano le sfide del mondo reale.

Esplorare

1. Comprendere gli OGM e il loro impatto

In questa sezione, gli studenti sviluppano una comprensione fondamentale degli organismi geneticamente modificati (OGM), di come vengono creati e del perché il loro impatto può essere piuttosto complesso. La fase di esplorazione introduce i concetti biologici e biotecnologici necessari per comprendere l'editing genetico, prima di impegnarsi in attività di simulazione, analisi basata su AR e attività creative più avanti nell'unità.

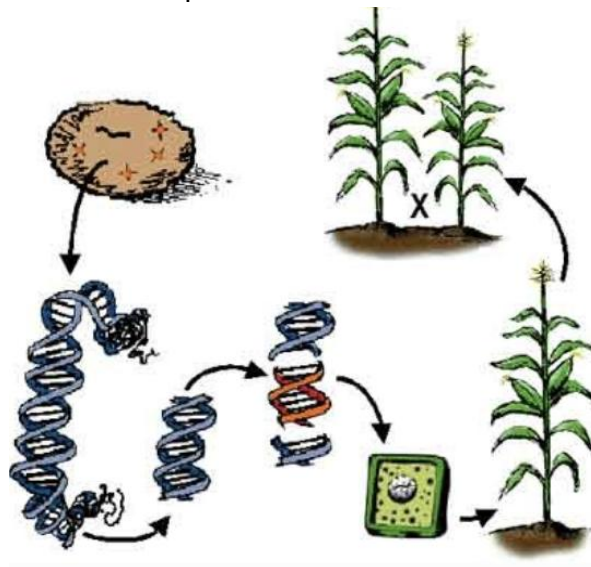


Figura 1. Il processo di ingegneria genetica vegetale. Fonte:

<https://passel2.unl.edu/view/lesson/7f79e74ec2cd/8>





1.1 Cosa sono gli organismi geneticamente modificati (OGM)?

Un organismo geneticamente modificato (OGM) è un organismo il cui materiale genetico è stato deliberatamente alterato con tecniche di ingegneria genetica. A differenza della coltivazione tradizionale, che seleziona i tratti nel corso di molte generazioni, l'editing genetico consente agli scienziati di introdurre geni specifici direttamente nel genoma di un organismo. (https://it.wikipedia.org/wiki/Organismo_geneticamente_modificato)

Esempio: Il mais Bt, ingegnerizzato con un gene batterico (*Bacillus thuringiensis*) per la resistenza ai parassiti. (https://it.wikipedia.org/wiki/Organismo_geneticamente_modificato)

Gli OGM possono essere piante, animali o microrganismi. Sono comunemente utilizzati in agricoltura per migliorare la resistenza delle colture, la produttività o il valore nutrizionale, e in biotecnologia e medicina per scopi di ricerca e produzione.

Video:

Per favorire la comprensione degli organismi geneticamente modificati, gli studenti sono invitati a guardare un breve video introduttivo che spiega cosa sono gli OGM e come vengono creati. Il video fornisce una panoramica chiara e accessibile dei processi di editing genetico ed esempi di vita reale, aiutando gli studenti a costruire una base comune prima di analizzare gli impatti degli OGM attraverso attività di modellazione e Realtà Aumentata.

Video: *Cosa sono gli organismi geneticamente modificati (OGM)?*

<https://www.youtube.com/watch?v=jYjvJyEMH4>

1.2 Come funziona l'editing genetico (principi di base)

L'editing genetico prevede l'identificazione di un gene con una caratteristica desiderata e il suo inserimento in un altro organismo. Questo processo comprende in genere:

- L'isolamento di un gene specifico da un organismo (ad esempio, il gene della tossina Bt dai batteri).
- L'inserimento del gene in un vettore (spesso un plasmide).
- Trasferimento del gene nell'organismo target (ad esempio, tramite *Agrobacterium* o *gene gun*).
- Assicurarsi che il nuovo gene sia espresso correttamente.

Ciò consente agli organismi di acquisire nuove caratteristiche, come la resistenza ai parassiti, la resistenza agli erbicidi o la capacità di produrre sostanze utili come l'insulina.

1.3 Esempi di OGM nella vita reale





Gli OGM sono ampiamente presenti nella biotecnologia e nell'agricoltura moderna. Esempi comuni sono:

- **Colture geneticamente modificate**, come il mais o la soia, progettate per resistere ai parassiti o tollerare gli stress ambientali. Mais Bt o soia Roundup Ready, progettati per resistere ai parassiti o agli erbicidi (MON810, approvato negli anni '90). (https://en.wikipedia.org/wiki/Genetically_modified_maize)
- **Microrganismi OGM**, utilizzati per produrre farmaci come l'insulina o i vaccini. Esempio: E. coli ingegnerizzata per produrre insulina umana (Humulin, approvato dalla FDA nel 1982).
- **Organismi di ricerca**, modificati per studiare la funzione dei geni e i meccanismi delle patologie.

Questi esempi dimostrano come gli OGM non si limitino alla produzione di alimenti, ma svolgano un ruolo più ampio nella scienza e nella medicina.

1.4 Potenziali benefici degli OGM

L'editing genetico offre diversi benefici potenziali, supportati da rigorose meta-analisi:

- Aumento della resa dei raccolti (ad esempio, +22% per il mais geneticamente modificato secondo le meta-analisi condotte dal 2014 al 2021. Fonte: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4218791/>).
- Riduzione dell'uso di pesticidi (-37% per le colture resistenti agli erbicidi, meta-analisi del 2014).
- Miglioramento dei valori nutrizionali (ad esempio, Golden Rice con beta-carotene per la carenza di vitamina A). Fonte: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4218791/>).
- Maggiore resistenza alle sfide ambientali (siccità, salinità, stress del suolo). (Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Genetically_modified_food).

Questi benefici rispondono a sfide globali come la sicurezza alimentare, la riduzione degli input chimici in agricoltura e la costruzione della resilienza alla variabilità climatica. (Per saperne di più: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/food-genetically-modified>).

1.5 Potenziali rischi e preoccupazioni

Gli OGM sollevano anche valide preoccupazioni che richiedono un'attenta valutazione, supportata dalla ricerca ambientale e sociale in corso:

- Effetti sulla biodiversità (ad esempio, flusso genico alle specie affini selvatiche, "superinfestanti" resistenti agli erbicidi documentati a partire dagli anni 2000; impatti sugli insetti non bersaglio in fase di studio) (fonte: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.ado9340>).
- Potenziale trasferimento di geni a organismi non bersaglio (trasferimento genico orizzontale; raro ma documentato in condizioni di laboratorio).





- Impatti ambientali a lungo termine (comunità microbiche del suolo, effetti su insetti non bersaglio come le farfalle monarca: oggetto di dibattito dallo studio del 1999, rivalutazione 2010-2020) (fonte: <https://ecoservantsproject.org/genetically-modified-organisms-gmos-and-the-environment-impacts-benefits-and-concerns/>).
- Considerazioni etiche, sociali ed economiche:
 - Dipendenza degli agricoltori da sementi brevettate e accordi di licenza.
 - Regolamenti sull'etichettatura e consenso da parte dei consumatori (varia da paese a paese).
 - Accesso equo alle tecnologie nei Paesi in via di sviluppo.
 - Proprietà dei brevetti e questioni di proprietà intellettuale.

La comprensione degli OGM richiede quindi un pensiero sistemico, in cui i fattori biologici, ambientali e sociali vengono considerati nel loro insieme piuttosto che isolatamente.

Video

Per incoraggiare il pensiero critico e la discussione, gli studenti sono invitati a guardare un breve video che presenta diverse prospettive sugli organismi geneticamente modificati. Il video evidenzia perché l'impatto degli OGM può essere complesso e dipendente dal contesto, sostenendo un'analisi informata piuttosto che semplici posizioni "pro o contro". Questa risorsa prepara gli studenti all'analisi di scenari basati su AR e alle attività decisionali nelle fasi successive.

Video: *Organismi geneticamente modificati (OGM): prospettive diverse.*
<https://www.youtube.com/watch?v=-RW5aRphVFw>

1.6 Perché l'editing genetico e l'AR sono strumenti utili per la comprensione degli OGM

Gli effetti dell'editing genetico sono spesso invisibili e si verificano nel tempo, il che li rende difficili da comprendere attraverso immagini statiche o testi. L'editing e la Realtà Aumentata (AR) aiutano a visualizzare processi come l'inserimento dei geni, l'espressione dei tratti e le potenziali interazioni ambientali.

Esplorando gli scenari legati agli OGM attraverso test e modelli interattivi basati su AR, gli studenti possono comprendere meglio le relazioni causa-effetto e valutare i diversi risultati. Questo prepara gli studenti a impegnarsi criticamente nelle attività di esercitazione e a riflettere su come le decisioni biotecnologiche influenzano i sistemi del mondo reale.





Esempio: Una barra di scorrimento AR mostra la resa del mais OGM in relazione alle variazioni nell'uso dei pesticidi. Gli studenti simulano scenari, valutano i risultati e sviluppano il pensiero critico per le attività di esercitazione (<https://bios4you.infoproject.eu/how-delightex-ar-is-transforming-stem-education-classroom-practices-and-teaching-tips/>).

Sintesi visiva: benefici e rischi degli OGM

Il seguente riassunto visivo presenta i potenziali benefici e rischi degli organismi geneticamente modificati comunemente discussi. Viene utilizzato come strumento di discussione e analisi per sostenere il pensiero sistemico piuttosto che per promuovere un punto di vista specifico. Gli studenti sono incoraggiati a confrontare i punti, a identificare i compromessi e a considerare come i diversi contesti (ambientale, economico e sociale) influenzino la valutazione dell'uso degli OGM.

✓ Benefits of GMOs	Risks of GMOs ✗
Nutritional value of foods could be improved (e.g. by introducing proteins, vitamins or vaccines)	New traits could cause adverse health reactions (e.g. new proteins may cause allergic responses)
Crops can be produced that lack known allergens	Removal of traits could have unknown effects
Crops can grow in arid conditions for better yield (e.g. by introducing drought resistant genes)	Crops may limit biodiversity of local environment (increased competition with native species)
GM crops can produce herbicides to kill pests	Cross pollination could lead to 'super weeds'
Improve food supply / agriculture in poor countries (GM crops can be engineered for improved yields)	Patents restrict farmers from accessing GM seeds (biotech companies hold monopolies over crop use)
GM crops may have longer shelf lives (less spoil)	Foods with GM components may not be labeled
Reduces economic costs and carbon footprint – less need for land clearing and pesticide usage	Different governments may have conflicting regulatory standards concerning safe usage

(Fonte: <https://old-ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-3-genetics/35-genetic-modification-and/gmo-debate.html>)

1.7 Domande per la riflessione

- In che cosa differiscono gli OGM dagli organismi creati con tecniche tradizionali?
- Quali benefici degli OGM sembrano più significativi e perché?
- Quali rischi potenziali richiedono ulteriori indagini?
- Perché è importante considerare insieme l'impatto ambientale e quello sociale?
- In che modo l'editing genetico e l'AR possono aiutare a spiegare le complesse tematiche delle biotecnologie?





Eseguire

2. Analisi dell'impatto degli OGM attraverso il design bio-ispirato

Nella fase di **esecuzione**, gli studenti applicano la loro comprensione degli organismi geneticamente modificati esplorando come i processi biologici naturali ispirino soluzioni pratiche per le sfide del mondo reale. Lo stesso editing genetico è basato sull'osservazione e sull'utilizzo di meccanismi già esistenti in natura, come l'espressione genica, l'adattamento e l'ereditarietà. In questa fase, gli studenti esaminano come queste capacità naturali siano utilizzate nelle biotecnologie per concepire organismi con caratteristiche specifiche e come tali progetti possano influenzare gli ecosistemi e gli ambienti umani.

2.1 Bio-ispirazione: imparare dai processi genetici naturali

La natura si adatta continuamente attraverso la variazione e la selezione genetica. L'ingegneria genetica si basa su questi principi naturali introducendo modifiche mirate al genoma di un organismo. Gli studenti analizzano come la modifica di un singolo gene possa dare origine a caratteristiche visibili, come la resistenza ai parassiti o una maggiore tolleranza agli stress ambientali.

Questo approccio bio-ispirato aiuta gli studenti a capire che gli OGM non sono creati casualmente, ma sono pianificati sulla base delle conoscenze biologiche. Gli studenti si concentrano sulla relazione tra **mutamento genetico** → **tratto dell'organismo** → **impatto ambientale**, essenziale per valutare i benefici e i rischi delle biotecnologie.

2.2 Utilizzo dell'AR per raggiungere gli obiettivi di apprendimento

La Realtà Aumentata (AR) svolge un ruolo fondamentale nel sostenere l'obiettivo principale di questa unità di apprendimento: comprendere l'impatto degli OGM attraverso l'editing e l'analisi piuttosto che la memorizzazione. Le applicazioni AR consentono agli studenti di visualizzare i processi di editing genetico e le loro conseguenze in modo chiaro e interattivo.

In questa unità, l'AR supporta l'apprendimento consentendo agli studenti di:

- esplorare le **relazioni di causa-effetto** tra l'editing genetico e i tratti degli organismi,
- visualizzare **processi invisibili**, come l'inserimento e l'espressione dei geni,





- interagire con **ambienti basati su scenari** che mostrano i potenziali impatti sull'agricoltura e sugli ecosistemi.

Le caratteristiche utili dell'AR per questa fase includono:

- scenari interattivi AR con domande integrate,
- livelli visivi che mostrano i cambiamenti prima e dopo l'editing genetico,
- feedback e valutazione immediati nei test AR,
- semplici strumenti di creazione AR (ad esempio Delightex) per scenari progettati dagli studenti.

Queste caratteristiche trasformano l'AR in uno strumento di riflessione ed editing piuttosto che in un ausilio visivo passivo.

2.3 Esercizi pratici ed esempi di apprendimento

In questa fase, gli studenti si impegnano in attività pratiche e pratiche ispirate agli approcci di apprendimento bio-ispirati utilizzati in tutto il mondo nell'ambito dell'istruzione STEM e delle biotecnologie. Queste attività basate sull'AR sono comunemente applicate per aiutare gli studenti a comprendere sistemi complessi e a valutare gli impatti tecnologici.

Esempi di attività pratiche:

- analizzare un test basato su AR che simula scenari OGM e i loro risultati,
- diverse strategie di editing genetico e i loro potenziali effetti,
- creare semplici scenari AR che rappresentino situazioni legate agli OGM,
- ideare e testare domande per valutare la comprensione dell'impatto ambientale e sociale.

Queste attività riflettono le pratiche scientifiche e didattiche reali, in cui l'editing, la simulazione e la visualizzazione digitale vengono utilizzate per esplorare sistemi biologici complessi. Impegnandosi attivamente con gli scenari AR e creando i propri contenuti, gli studenti passano dalla comprensione dei concetti alla loro applicazione e valutazione in contesti significativi.





Potenziare

3. Rafforzare la comprensione degli impatti degli OGM attraverso l'AR

In questa fase, la Realtà Aumentata (AR) viene utilizzata per approfondire la comprensione degli organismi geneticamente modificati da parte degli studenti, trasformando processi astratti e complessi in esperienze di apprendimento interattive. I mutamenti legati agli OGM si verificano spesso a livello genetico e influenzano i sistemi nel tempo, rendendoli difficili da comprendere con i soli metodi di insegnamento tradizionali. L'AR offre un modo efficace per visualizzare questi processi ed esplorarne le implicazioni più ampie.

3.1 Approfondire la comprensione concettuale tramite AR

L'AR permette agli studenti di esplorare l'editing genetico come un processo dinamico piuttosto che come un concetto statico. Interagendo con gli scenari AR, gli studenti possono osservare come l'editing genetico determini tratti specifici degli organismi e come questi tratti possano influire sui sistemi agricoli e sugli ecosistemi.

Attraverso la visualizzazione basata su AR, gli studenti possono:

- esaminare i mutamenti genetici passo dopo passo,
- osservare le differenze tra organismi modificati e non modificati,
- esplorare i molteplici risultati possibili derivanti da un singolo editing genetico.

Questo approccio interattivo favorisce una comprensione concettuale più profonda e aiuta gli studenti a collegare i meccanismi biologici con le conseguenze del mondo reale.

3.2 Rendere i sistemi complessi più accessibili

L'impatto degli OGM spesso coinvolge sistemi interconnessi, come le catene alimentari, gli ecosistemi e le attività umane. L'AR supporta il pensiero sistemico consentendo agli studenti di visualizzare queste relazioni in modo integrato.

Interagendo con i contenuti AR a più livelli, gli studenti possono:

- identificare le relazioni di causa-effetto,
- comprendere come i mutamenti in una parte di un sistema influenzino gli altri,





- esplorare i compromessi tra benefici e rischi.

3.3 Maggiore coinvolgimento e partecipazione attiva

L'AR incoraggia gli studenti ad assumere un ruolo attivo nel loro apprendimento. Invece di ricevere passivamente le informazioni, gli studenti interagiscono con gli scenari, rispondono alle domande e verificano la propria comprensione. Quando gli studenti creano le proprie domande o scenari basati su AR, il coinvolgimento aumenta ulteriormente, in quanto si appropriano sia dei contenuti che della valutazione.

L'uso collaborativo dell'AR supporta anche la discussione e l'apprendimento tra pari. Gli studenti confrontano le interpretazioni, giustificano le loro scelte e riflettono sulle diverse prospettive relative all'uso e alla regolamentazione degli OGM.

3.4 Integrazione pratica degli strumenti AR

In questa unità didattica, gli strumenti AR come **Delightex** vengono utilizzati per supportare l'esplorazione, la valutazione e la creazione. I modi pratici per integrare l'AR includono:

- utilizzare test basati su AR con punteggio per valutare la comprensione iniziale,
- integrare testi esplicativi e domande direttamente negli scenari AR,
- consentire agli studenti di progettare semplici scenari AR per simulare gli impatti degli OGM,
- utilizzare i progetti di AR come spunti di discussione e strumenti di riflessione.

Queste pratiche sono in linea con il modo in cui l'AR è sempre più utilizzata nella formazione STEM in tutto il mondo per supportare l'indagine, la simulazione e la discussione basata sulle prove.

3.5 Incoraggiare la riflessione e l'ulteriore esplorazione

Questa fase supporta la riflessione incoraggiando gli studenti a valutare sia la tecnologia che la tematica stessa. Gli studenti riflettono su come l'AR abbia influenzato la loro comprensione degli OGM e su come la simulazione digitale possa supportare un processo decisionale informato nella scienza e nella società.





Collegando le conoscenze biologiche, la tecnologia AR e le sfide del mondo reale, questa fase incoraggia gli studenti a continuare a esplorare gli argomenti delle biotecnologie al di là dell'unità di apprendimento e a confrontarsi criticamente con le innovazioni scientifiche emergenti.

Conclusioni

Questa unità didattica ha esplorato gli organismi geneticamente modificati combinando le conoscenze biologiche con la simulazione e la realtà aumentata. Attraverso le fasi “Esplorare, eseguire e potenziare”, gli studenti hanno esaminato il modo in cui l'editing genetico influenza gli organismi, gli ecosistemi e la società, applicando il pensiero bio-ispirato e sistemico. L'uso di strumenti AR ha supportato la visualizzazione di processi complessi, ha incoraggiato la valutazione critica dei benefici e dei rischi e ha rafforzato la comprensione degli studenti sulla biotecnologia come motore fondamentale di soluzioni reali, ispirando ulteriori indagini sull'ingegneria genetica e sul suo impatto.





Fase	Descrizione
Esplorare	Ricerca e scoperta: gli studenti esplorano cosa sono gli organismi geneticamente modificati, come funziona l'editing genetico e perché gli OGM possono avere impatti complessi su organismi, ecosistemi e società.
	Sviluppo dei contenuti: gli studenti sviluppano le conoscenze fondamentali attraverso testi, diagrammi ed esempi visivi, analizzando i benefici, i rischi e le considerazioni etiche relative agli OGM.
	Analisi dei bisogni: gli studenti identificano le sfide nella comprensione dei processi genetici invisibili e degli effetti ambientali a lungo termine, riconoscendo la necessità di strumenti di simulazione e di visualizzazione basati sull'AR.
Eseguire	Implementazione del programma: gli studenti applicano le conoscenze biologiche analizzando i processi genetici bio-ispirati e simulando gli impatti degli OGM attraverso attività interattive basate su AR.
	Esercizi interattivi: gli studenti completano un test basato sull'AR con un punteggio per valutare la loro comprensione, quindi progettano semplici scenari AR e domande relative ad argomenti sugli OGM utilizzando Delightex.
	Raccolta di feedback: gli studenti ricevono un feedback automatico attraverso il test AR e un feedback da parte dei compagni/insegnanti durante la discussione e la creazione del progetto AR.
Potenziare	Integrazione AR: gli studenti utilizzano gli strumenti AR per visualizzare i processi di editing genetico, confrontare i risultati ed esplorare sistemi interconnessi come l'agricoltura e gli ecosistemi.
	Apprendimento interattivo: gli studenti interagiscono con gli scenari AR, riflettono sui risultati e discutono le diverse prospettive sull'uso e l'impatto degli OGM.
	Contenuti gamificati: • Punti e punteggi: assegnati automaticamente durante il test basato sull'AR. • Riconoscimenti: per aver completato le attività di creazione AR e per aver elaborato domande significative. • Sfide: gli studenti confrontano gli scenari e valutano i compromessi tra benefici e rischi.
	Valutazioni basate sulla AR: la comprensione dei contenuti viene dimostrata attraverso i risultati dei test, la qualità delle domande create dagli studenti e la discussione riflessiva supportata dalla visualizzazione AR.

Riferimenti

- **BioNinja (IB Biology).** Dibattito sugli OGM: Benefici e rischi. <https://old-ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-3-genetics/35-genetic-modification-and/gmo-debate.html>
- **Bios4You.** (2025). How Delightex AR is transforming STEM education: Classroom practices and teaching tips. <https://bios4you.infoproject.eu/how-delightex-ar-is-transforming-stem-education-classroom-practices-and-teaching-tips/>
- **Freepik.** Genetically Modified Organisms – Isometric Flowchart. <https://www.freepik.com/free-vector/genetically-modifie>





- [d-organisms-isometric-flowchart 6169690.htm](#) (Used for educational purposes)
- Delightex. Delightex Edu platform. <https://edu.delightex.com/>
- Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (2020). The state of food and agriculture 2020: Overcoming water challenges in agriculture. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9692en>
- International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. (2024). Global status of commercialized biotech/GM crops in 2023. ISAAA Brief No. 57. <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/57/default.asp>
- Khan Academy. Genetic engineering. <https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/biotechnology/a/genetic-engineering>
- Klümper, W., & Qaim, M. (2014). A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. PLOS ONE, 9(11), e111629. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111629**
- National Human Genome Research Institute. (2026). Genetically modified organism (GMO). <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Genetically-Modified-Organism-GMO>
- National Library of Medicine. (2024). Genetically modified organisms - GMOs. MedlinePlus. <https://medlineplus.gov/ency/article/002432.htm>
- OpenStax. (2022). Biology 2e. OpenStax. <https://openstax.org/books/biology-2e/pages/15-4-genetic-engineering>
- Qaim, M. (2020). Role of new plant breeding technologies for food security and sustainable agricultural development. Applied Economic Perspectives and Policy, 42(2), 129–150. <https://doi.org/10.1002/aep.13044>
- PASSel – University of Nebraska–Lincoln. The Process of Plant Genetic Engineering. <https://passel2.unl.edu/view/lesson/7f79e74ec2cd/8>
- Trower, N. (n.d.). The process of plant genetic engineering [Image]. University of Nebraska–Lincoln PASSel. <https://passel2.unl.edu/view/lesson/7f79e74ec2cd/8>
- World Health Organization. (2024). Food, genetically modified. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/food-genetically-modified>
- YouTube. What are genetically modified organisms (GMOs)? <https://www.youtube.com/watch?v=jYjvJyEMHZ4>
- YouTube. Genetically modified organisms (GMOs) – Different perspectives. <https://www.youtube.com/watch?v=-RW5aRphVFw>
- Wikipedia contributors. (2026). Genetically modified maize. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Genetically_modified_maize
- Wikipedia contributors. (2026). Genetically modified organism. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Genetically_modified_organism

Strumenti basati sull'AI (ChatGPT, Perplexity AI e NotebookLM) sono stati utilizzati per supportare la stesura dei contenuti, la sintesi della ricerca e l'organizzazione dei materiali di partenza durante lo sviluppo di questa unità didattica:

- OpenAI. (2024). *ChatGPT* (modello linguistico di grandi dimensioni). <https://chat.openai.com>



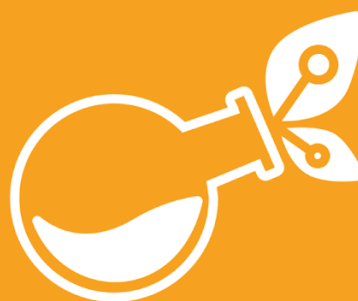


- Perplexity AI. (2024). *Perplexity AI* [assistente di ricerca e analisi alimentato dall'intelligenza artificiale]. <https://www.perplexity.ai>
- Google. (2024). *NotebookLM* [strumento di ricerca e presa di appunti alimentato dall'intelligenza artificiale]. <https://notebooklm.google.com>





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.