



Co-funded by
the European Union

Come l'intelligenza artificiale comprende la biologia?



BIOS4YOU
AR 2.0

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

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

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

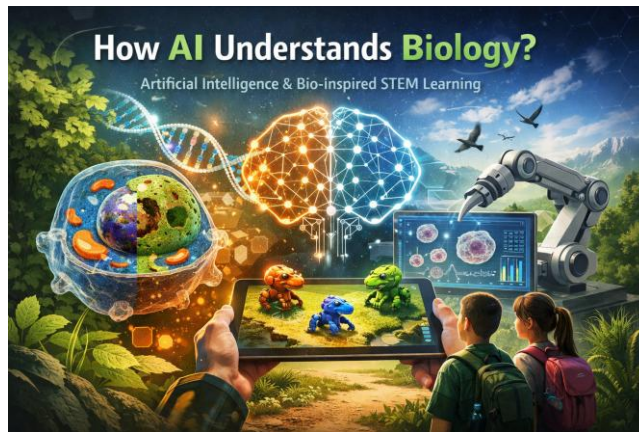




CONTENUTI

Introduzione.....	3
Esplorare	3
1. Come l'intelligenza artificiale comprende la biologia?	3
1.1 Biologia come dati: dai sistemi viventi alle informazioni digitali	3
1.2 Cosa significa “comprendere” per l'intelligenza artificiale?	4
1.3 Imparare dalla natura: bio-ispirazione e intelligenza artificiale	5
1.4 Perché l'intelligenza artificiale è importante per la biologia moderna?.....	5
1.5 Sintesi.....	6
Eseguire.....	6
2. Esplorare l'intelligenza artificiale bio-ispirata attraverso attività interattive	6
2.1 Bio-ispirazione: imparare dalla natura.....	6
2.2 Come la Realtà Aumentata supporta gli obiettivi di apprendimento	7
2.3 Attività pratiche (panoramica con esempi)	7
2.4. Sintesi.....	8
Potenziare	8
3. Favorire l'apprendimento attraverso la Realtà Aumentata.....	8
3.1 Come l'AR favorisce la comprensione dell'AI e della biologia	8
3.2 Delightex Edu come efficace strumento di apprendimento AR	9
3.3 Gamification e apprendimento interattivo.....	9
3.4 Valutazione e riflessione basate su AR	9
3.5 Sintesi.....	9
Conclusioni.....	10
Riferimenti	12





Fonte: immagine generata dall'AI





Argomento generale del percorso di apprendimento	Intelligenza artificiale e apprendimento STEM bio-ispirato
Nome specifico dell'unità di apprendimento	Come l'intelligenza artificiale comprende la biologia?
Età degli utenti target	14-18 anni
Requisiti necessari per gli studenti	Conoscenza di base dei concetti di biologia (cellule, sistemi, genetica di base). Alfabetizzazione digitale di base e familiarità con l'uso di un computer, tablet o smartphone. Accesso a un dispositivo connesso a Internet. Non è richiesta alcuna conoscenza preliminare di intelligenza artificiale, codifica o Realtà Aumentata.
Descrizione dell'unità di apprendimento	Questa unità di apprendimento interdisciplinare introduce gli studenti a come l'intelligenza artificiale interpreta i sistemi biologici imparando dalla natura. Utilizzando un approccio STEM bio-ispirato e strumenti di Realtà Aumentata, gli studenti esplorano come le strutture e i processi biologici possono essere trasformati in dati, schemi e modelli che i sistemi di intelligenza artificiale analizzano. L'unità combina l'esplorazione teorica con attività interattive basate sulla Realtà Aumentata sviluppate su Delightex Edu per favorire la comprensione, il coinvolgimento e l'applicazione pratica.
Argomenti e destinatari	Biologia, informatica/alfabetizzazione digitale, tecnologia, matematica, formazione STEM
Parole chiave	Intelligenza Artificiale (AI), biologia, bio-ispirazione, riconoscimento di modelli, reti neurali, algoritmi evolutivi, Realtà Aumentata (AR), Delightex Edu, apprendimento STEM
Conoscenze, abilità e competenze chiave che possono essere acquisite	● Comprendere come l'AI analizza i dati e i sistemi biologici. ● Consapevolezza dei principi bio-ispirati alla base delle tecnologie AI. ● Pensiero critico e pensiero sistemico. ● Alfabetizzazione digitale e confidenza con gli strumenti AR. ● Capacità analitiche e di risoluzione dei problemi. ● Capacità di collegare i concetti biologici con le applicazioni tecnologiche del mondo reale.
Risorse e supporti didattici utilizzati	● Dispositivi mobili o tablet compatibili con l'AR. ● Computer con accesso a internet. ● Piattaforma AR/VR Delightex Edu (ex CoSpaces Edu). ● Modelli 3D, scene interattive AR e simulazioni visive. ● Video di supporto, immagini e materiali preparati dagli insegnanti.





**Criteri di giudizio e
valutazione**

- Partecipazione attiva alle discussioni e alle attività basate su AR.
- Completamento di attività interattive ed esercizi su Delightex Edu.
- Osservazione della capacità degli studenti di spiegare i concetti e fare collegamenti tra biologia e AI.
- Discussione riflessiva e feedback formativo durante e dopo le attività.

Introduzione

Questa unità didattica presenta agli studenti il modo in cui l'intelligenza artificiale interpreta i sistemi biologici imparando dalla natura. Attraverso un approccio STEM bio-ispirato e l'uso della Realtà Aumentata, gli studenti esplorano la connessione tra biologia e AI, comprendendo come i processi viventi complessi possano essere analizzati, modellati e compresi utilizzando le tecnologie digitali.

Esplorare

1. Come l'intelligenza artificiale comprende la biologia?

In questa sezione, gli studenti vengono introdotti all'idea fondamentale che l'Intelligenza Artificiale (AI) non comprende la biologia allo stesso modo degli esseri umani. L'AI interpreta invece i sistemi biologici attraverso dati, modelli e rappresentazioni matematiche. Obiettivo di questa fase è aiutare gli studenti a costruire una base concettuale su come le informazioni biologiche vengono trasformate in dati digitali e su come i sistemi AI imparano a riconoscere strutture, relazioni e regolarità all'interno di tali dati.

1.1 Biologia come dati: dai sistemi viventi alle informazioni digitali

La biologia si concentra tradizionalmente sullo studio dei sistemi viventi come cellule, tessuti, organi, organismi ed ecosistemi. Con il rapido sviluppo delle tecnologie digitali, questi sistemi viventi sono sempre più rappresentati come dati che possono essere memorizzati, elaborati e analizzati dai computer.

Dal punto di vista dell'intelligenza artificiale:

- Il DNA è rappresentato come lunghe sequenze di lettere (A, T, C, G); ad esempio, l'intelligenza artificiale analizza le sequenze per prevedere i meccanismi di regolazione o i punti di giunzione.





- Le proteine sono descritte come catene di amminoacidi e strutture 3D, ad esempio il modello AlphaFold consente di determinare la forma 3D di una proteina dalla sua sequenza, permettendo la progettazione di nuove proteine per i farmaci.
- Le immagini microscopiche diventano dati visivi basati sui pixel.
- Le interazioni biologiche vengono trasformate in reti e modelli, ad esempio reti di regolazione genica in cui l'AI identifica “chi regola cosa” tra i geni e le molecole regolatrici.

I sistemi di intelligenza artificiale non osservano direttamente la vita, ma lavorano con rappresentazioni digitali dei processi biologici. Elaborando grandi volumi di dati biologici, l'AI può identificare relazioni e modelli che sono difficili o impossibili da individuare manualmente per gli esseri umani.

Spunti di riflessione per gli studenti:

Dal punto di vista dell'AI, la biologia diventa una combinazione di informazioni, strutture e relazioni.

1.2 Cosa significa “comprendere” per l'intelligenza artificiale?

Quando gli esseri umani comprendono la biologia, si basano sul significato, sul contesto, sull'esperienza e sul ragionamento. L'intelligenza artificiale, invece, opera in modo diverso.

Per l'intelligenza artificiale, “comprendere” significa:

- Apprendere da esempi e insiemi di dati.
- Riconoscere pattern e somiglianze.
- Fare previsioni basate sulle probabilità.

I sistemi di intelligenza artificiale vengono addestrati utilizzando grandi quantità di dati biologici marcati. Esempi:

- Migliaia di immagini di cellule insegnano all'AI a distinguere le cellule sane da quelle danneggiate, ad esempio per individuare i segni di un cancro nelle fotografie delle patologie.
- Gli insiemi di dati genetici aiutano l'AI a identificare le mutazioni legate a patologie specifiche, ad esempio prevedendo il rischio di malattia dai dati genomici e omici.
- I segnali biologici vengono analizzati per prevedere i risultati funzionali, ad esempio come le mutazioni o i farmaci alterano l'attività dei geni nelle cellule.

Questo processo è noto come riconoscimento di modelli. L'intelligenza artificiale non pensa e non ragiona come uno scienziato umano, ma elabora le informazioni ad alta velocità e rileva relazioni statistiche.





Chiarimento importante per gli studenti:

L'AI non “pensa” o “capisce” in senso umano, ma è in grado di analizzare i dati biologici con una velocità e una precisione eccezionali.

1.3 Imparare dalla natura: bio-ispirazione e intelligenza artificiale

È interessante notare come molti sistemi di intelligenza artificiale si ispirino a loro volta alla biologia. Questo approccio è noto come bio-ispirazione, in cui i processi naturali fungono da modello per le soluzioni tecnologiche.

Esempi:

- Reti neurali artificiali, ispirate alla struttura e al funzionamento dei neuroni del cervello umano.
- Algoritmi evolutivi, che imitano la selezione naturale migliorando progressivamente le soluzioni attraverso la variazione e la selezione.
- Sistemi auto-organizzanti, modellati sui sistemi biologici che si adattano ai cambiamenti ambientali.

Questi approcci bio-ispirati consentono ai sistemi di intelligenza artificiale di:

- Imparare dagli errori.
- Adattarsi a nuovi dati biologici, ad esempio generando nuove molecole per la creazione di nuovi farmaci.
- Migliorare le prestazioni nel tempo.

La bio-ispirazione crea un solido ponte concettuale tra biologia, intelligenza artificiale e ingegneria, rafforzando la natura interdisciplinare della moderna didattica STEM.

1.4 Perché l'intelligenza artificiale è importante per la biologia moderna?

La biologia moderna produce grandi quantità di dati attraverso il sequenziamento del genoma, le immagini cliniche, il monitoraggio ambientale e gli esperimenti di laboratorio. La vastità e la complessità di questi dati superano le possibilità di analisi dell'uomo.

L'intelligenza artificiale supporta la biologia moderna attraverso:

- Elaborando milioni di sequenze genetiche in modo efficiente.
- Analizzando immagini cliniche e biologiche complesse, ad esempio dati radiologici o di microscopia per la diagnosi delle patologie.





- Interagendo con processi biologici che non possono essere osservati a occhio nudo, ad esempio il funzionamento interno delle cellule o le vie metaboliche nella biologia sintetica.

L'AI non sostituisce i biologi, ma funziona come un potente strumento analitico che estende le abilità umane e supporta la scoperta scientifica in medicina, biotecnologia e scienze ambientali.

1.5 Sintesi

L'AI non sostituisce la conoscenza biologica, ma migliora la nostra capacità di esplorare, analizzare e comprendere la vita.

Eseguire

2. Esplorare l'intelligenza artificiale bio-ispirata attraverso attività interattive

In questa fase, gli studenti mettono in pratica quanto appreso esplorando come la natura ispiri l'Intelligenza Artificiale e come l'AI ci aiuti a comprendere meglio i sistemi biologici. Attraverso semplici attività interattive supportate dalla Realtà Aumentata (AR) con Delightex Edu, gli studenti sviluppano abilità pratiche come l'osservazione, il confronto, il ragionamento e il processo decisionale.

2.1 Bio-ispirazione: imparare dalla natura

La natura fornisce validi esempi di sistemi efficienti che ispirano l'AI moderna:

- I neuroni del cervello umano ispirano le reti neurali artificiali, che aiutano l'AI a riconoscere i pattern nelle immagini biologiche come la microscopia cellulare.
- L'evoluzione in natura ispira gli algoritmi che migliorano le soluzioni nel tempo attraverso prove e selezioni (algoritmi evolutivi).
- I sistemi biologici auto-organizzati mostrano come strutture complesse emergano da regole semplici, come le colonie di formiche o gli stormi di uccelli.

Gli studenti osservano come questi principi biologici orientino le soluzioni tecnologiche, rafforzando la loro comprensione della bio-ispirazione.





2.2 Come la Realtà Aumentata supporta gli obiettivi di apprendimento

La Realtà Aumentata aiuta gli studenti a visualizzare e interagire con concetti biologici e di intelligenza artificiale astratti, difficili da osservare nella vita reale.

Utilizzando la piattaforma AR/VR Delightex Edu, gli studenti potranno:

- visualizzare modelli 3D interattivi di cellule, neuroni e strutture biologiche (utilizzando modelli predefiniti o tramite attività drag-and-drop);
- assistere a spiegazioni visive semplificate del riconoscimento dei pattern attraverso sequenze animate;
- essere guidati attraverso scene interattive passo dopo passo, utilizzando la codifica a blocchi (non è richiesta una programmazione avanzata);
- supportare l'apprendimento collaborativo attraverso i dispositivi senza barriere tecniche.

I punti di forza di Delightex: visualizzazione AR, costruzione di mondi 3D, modelli didattici per le discipline STEM.

2.3 Attività pratiche (panoramica con esempi)

Attività 1: Riconoscere i pattern nelle cellule

- **Descrizione:** gli studenti esplorano pattern cellulari 3D interattivi sull'AR (sani e danneggiati) e osservano le differenze di forma, dimensione e struttura.
- **Attività:** utilizzare Delightex AR per ruotare/ingrandire le cellule; contrassegnare le caratteristiche visive che l'AI utilizzerebbe per la classificazione.
- **Concetto bio-ispirato:** percezione visiva umana → riconoscimento di pattern visivi al computer.
- **Esempio:** utilizzare i modelli AR biologici già esistenti su Delightex.

Attività 2: Esplorazione di un modello di rete neurale

- **Descrizione:** attraverso una scena AR costruita su Delightex, gli studenti interagiscono con una rete neurale semplificata (nodi/sfere connesse).
- **Attività:** attivare i nodi di ingresso, osservare il flusso di informazioni attraverso le connessioni, osservare come i pesi modificano i risultati (animazione con codice a blocchi).
- **Concetto bio-ispirato:** neuroni biologici e apprendimento sinaptico.
- **Esempio:** modello creato dall'insegnante utilizzando la codifica a blocchi Delightex.

Attività 3: L'evoluzione come strategia di apprendimento

- **Descrizione:** gli studenti partecipano a una simulazione AR in cui “creature” virtuali competono, si adattano ed evolvono nel corso delle generazioni.





- **Attività:** regolare i parametri (velocità, dimensioni), eseguire simulazioni, osservare i principi della selezione naturale in azione.
- **Concetto bio-ispirato:** evoluzione e adattamento → algoritmi genetici nell'AI.
- **Esempio:** adattare i modelli già esistenti di evoluzione/competizione di Delightex.

2.4. Sintesi

Utilizzando esempi bio-ispirati e attività AR su Delightex Edu (accessibili via web/dispositivo mobile), gli studenti passano dalla teoria alla pratica. Sperimentano come l'intelligenza artificiale impari dalla natura e applichi i principi biologici in modo semplice, intuitivo e interattivo, perfetto per le lezioni STEM.

Potenziare

3. Favorire l'apprendimento attraverso la Realtà Aumentata

Questa fase spiega **come la Realtà Aumentata (AR) rafforzi l'esperienza di apprendimento** favorendo la comprensione, aumentando il coinvolgimento e supportando la partecipazione attiva. La Realtà Aumentata non è usata come un elemento aggiuntivo, ma come uno **strumento pedagogico** che aiuta gli studenti a visualizzare concetti biologici e di AI complessi in modo significativo e accessibile.

3.1 Come l'AR favorisce la comprensione dell'AI e della biologia

Molti processi coinvolti nella biologia e nell'intelligenza artificiale risultano invisibili, astratti o troppo complessi per essere osservati direttamente in una classe tradizionale. L'AR aiuta a colmare questo divario trasformando i concetti astratti in esperienze visive interattive.

Attraverso l'apprendimento supportato dall'AR, gli studenti possono:

- visualizzare strutture biologiche (cellule, neuroni, reti) in tre dimensioni,
- osservare relazioni e connessioni piuttosto che fatti isolati,
- esplorare come i piccoli cambiamenti influenzano i sistemi complessi,
- imparare attraverso la sperimentazione e il feedback, non la memorizzazione.

Questo approccio favorisce una comprensione concettuale più profonda e la memorizzazione a lungo termine delle conoscenze.





3.2 Delightex Edu come efficace strumento di apprendimento AR

Delightex Edu è particolarmente indicato per questa unità perché unisce la semplicità alla libertà creativa. Utilizzando Delightex, studenti e insegnanti possono:

- crea creare ed esplorare scene 3D interattive legate alla biologia e all'intelligenza artificiale,
- utilizzare gli strumenti di drag-and-drop e di codifica a blocchi senza conoscenze preliminari di programmazione,
- accedere a modelli STEM già pronti che possono essere adattati a diversi livelli di apprendimento,
- sperimentare contenuti in AR o VR, a seconda dei dispositivi disponibili.

La piattaforma permette agli studenti di diventare creatori attivi, non solo spettatori passivi, rafforzando la motivazione e il coinvolgimento nell'apprendimento.

3.3 Gamification e apprendimento interattivo

Le attività AR su Delightex supportano naturalmente elementi di apprendimento gamificati, che favoriscono il coinvolgimento e la partecipazione:

- Punti e feedback per il completamento delle attività o per le osservazioni corrette.
- Sfide che incoraggiano l'esplorazione e la risoluzione di problemi.
- Attività collaborative che promuovono il lavoro di squadra e la comunicazione.
- Premi visivi che rafforzano i progressi e i risultati.

La gamification aiuta a mantenere la concentrazione e a sostenere competenze chiave come il pensiero critico, la collaborazione e l'alfabetizzazione digitale.

3.4 Valutazione e riflessione basate su AR

La Realtà Aumentata consente anche forme di valutazione alternative ai test tradizionali.

Attraverso le attività basate su AR, gli studenti possono:

- dimostrare la comprensione interagendo con modelli e simulazioni,
- spiegare decisioni e osservazioni durante o dopo le attività,
- riflettere su come i principi bio-ispirati si applicano ai sistemi di intelligenza artificiale.

Gli insegnanti possono utilizzare l'osservazione, la discussione e il completamento delle attività di AR come valutazione formativa, ottenendo informazioni sulla comprensione e sui processi di ragionamento degli studenti.

3.5 Sintesi

Integrando la Realtà Aumentata con Delightex Edu, questa unità didattica trasforma concetti astratti in esperienze di apprendimento tangibili. L'AR aumenta la motivazione, supporta l'apprendimento inclusivo e rafforza la connessione tra biologia, Intelligenza Artificiale e risoluzione di problemi bio-ispirati. Di conseguenza, gli studenti acquisiscono non solo conoscenze, ma anche competenze trasferibili rilevanti per la moderna didattica STEM.





Conclusioni

Questa unità didattica ha seguito l'approccio "**Esplorare-Eseguire-Potenziare**" per introdurre gli studenti al modo in cui l'intelligenza artificiale comprende i sistemi biologici attraverso principi bio-ispirati. Gli studenti hanno esplorato i concetti chiave che collegano la biologia e l'intelligenza artificiale, hanno applicato queste conoscenze attraverso attività pratiche e interattive e hanno approfondito la loro comprensione utilizzando strumenti di Realtà Aumentata come Delightex Edu. L'uso dell'AR ha reso più accessibili concetti complessi e astratti, ha favorito l'impegno attivo e ha rafforzato la connessione tra teoria e pratica. Mettendo in evidenza la bio-ispirazione come fonte di soluzioni innovative, l'unità incoraggia un'ulteriore esplorazione di come l'AI ispirata alla natura possa affrontare le sfide del mondo reale.





Fase	Descrizione
Esplorare	Ricerca e scoperta: gli studenti esplorano come l'intelligenza artificiale interpreta i sistemi biologici trasformando le strutture viventi (cellule, neuroni, sequenze genetiche) in dati digitali. Studiano come i modelli, le relazioni e le strutture della biologia possano essere analizzati dai sistemi di intelligenza artificiale.
	Sviluppo dei contenuti: i concetti fondamentali della biologia, dell'intelligenza artificiale e della bio-ispirazione sono introdotti attraverso spiegazioni chiare ed esempi visivi. Gli argomenti comprendono la biologia come dati, il riconoscimento di pattern, i modelli di AI bio-ispirati (reti neurali, evoluzione, auto-organizzazione) e il ruolo dell'AI nella ricerca biologica moderna.
	Analisi dei bisogni: le conoscenze pregresse degli studenti in biologia, l'alfabetizzazione digitale di base e la comprensione di dati e sistemi vengono identificate attraverso discussioni e domande guida. Questo assicura che le attività di apprendimento siano accessibili e adeguatamente strutturate per il gruppo di età target (14-18 anni).
Eseguire	Implementazione del programma: gli studenti applicano le conoscenze teoriche attraverso attività pratiche e bio-ispirate che dimostrano come l'intelligenza artificiale apprenda dalla natura. L'apprendimento si concentra sull'osservazione, il confronto, il ragionamento e il processo decisionale piuttosto che sulla programmazione tecnica.
	Esercizi interattivi: utilizzando attività di Realtà Aumentata sviluppate su Delightex Edu, gli studenti interagiscono con modelli biologici 3D, rappresentazioni semplificate di reti neurali e simulazioni ispirate all'evoluzione. Questi esercizi permettono agli studenti di esplorare il riconoscimento dei modelli, i processi di apprendimento e l'adattamento in modo intuitivo e coinvolgente.
	Raccolta di feedback: gli studenti riflettono sulle loro osservazioni e decisioni durante le attività AR attraverso la discussione in classe, il feedback dei compagni e la riflessione guidata dall'insegnante. Il feedback visivo immediato all'interno dell'ambiente AR supporta la valutazione formativa.
Potenziare	Integrazione dell'AR: la Realtà Aumentata viene utilizzata per visualizzare concetti biologici e di intelligenza artificiale complessi, difficili da osservare nella vita reale. Delightex Edu consente la creazione e l'esplorazione di scene 3D interattive in AR o VR, supportando un apprendimento inclusivo ed esperienziale.
	Apprendimento interattivo: le attività AR promuovono l'apprendimento attivo attraverso l'esplorazione, la sperimentazione e la collaborazione. Gli studenti si confrontano con i modelli digitali, interagiscono con le variabili e osservano gli effetti a livello di sistema, rafforzando la comprensione concettuale e il pensiero sistemico.
	Contenuti gamificati: ● Punti e riconoscimenti: gli studenti guadagnano punti o riconoscimenti visivi per aver completato le attività e aver fatto osservazioni corrette. ● Sfide e livelli: le attività sono strutturate come sfide progressive che aumentano di complessità. ● Attività collaborative: le attività AR basate sul gruppo incoraggiano il lavoro di squadra, la comunicazione e la risoluzione condivisa dei problemi.
	Valutazione basata su AR: i risultati dell'apprendimento sono valutati attraverso l'interazione degli studenti con i modelli AR, il completamento delle attività e la discussione riflessiva. La valutazione basata su AR supporta la dimostrazione della comprensione, del pensiero critico e dell'applicazione dei principi bio-ispirati piuttosto che la memorizzazione.





Riferimenti

- Lopez R, Gayoso A, Yosef N. Enhancing scientific discoveries in molecular biology with deep generative models. Mol Syst Biol. 2020 Sep;16(9):e9198. doi: 10.15252/msb.20199198. PMID: 32975352; PMCID: PMC7517326. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7517326/>
- John Carroll University (2022). How Scientists are Using AI Deep Learning in Molecular Biology? <https://blog.jcu.edu/2022/08/10/ai-deep-learning-in-molecular-biology/>
- Erbe R, Gore J, Gemmill K, Gaykalova DA, Fertig EJ. The use of machine learning to discover regulatory networks controlling biological systems. Mol Cell. 2022 Jan 20;82(2):260-273. doi: 10.1016/j.molcel.2021.12.011. Epub 2022 Jan 10. PMID: 35016036; PMCID: PMC8905511. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8905511/>
- Pesheva, E. (2024). New AI tool for cancer diagnosis. <https://news.harvard.edu/gazette/story/2024/09/new-ai-tool-can-diagnose-cancer-guide-treatment-predict-patient-survival/>
- Zheng Y, Xue J, Yang J, Zhang Y. Bio-Inspired Neural Network Dynamics-Aware Reinforcement Learning for Spiking Neural Network. Biomimetics (Basel). 2026 Jan 7;11(1):47. doi: 10.3390/biomimetics11010047. PMID: 41589964; PMCID: PMC12838537. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12838537/>
- Torun, F., & Özer Şanal, S. (2025). Evolution of Simulation Technologies: AI-Enhanced Education. Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Dergisi, 7(Özel Sayı), 267-292. <https://izlik.org/JA84RY58RD>
- CoSpaces Edu: AR/VR in classroom (2022) <https://www.xrpedagogy.com/en/cospaces-edu-make-ar-and-vr-in-your-classroom/>
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In J. M. Spector et al. (Eds.), Handbook of Research on Educational Communications and Technology. Springer.
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented Reality for STEM learning: A systematic review. Computers & Education, 123, 109–123.
- National Research Council. (2000). Inquiry and the National Science Education Standards. National Academies Press.
- U.S. Department of Education. (2016). STEM 2026: A Vision for Innovation in STEM Education.
- Yen, J., Weissburg, M. J., Helms, M., & Goel, A. K. (2012). Biology-inspired design: A tool for interdisciplinary education. Cambridge University Press.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. Theory Into Practice, 41(2), 64–70.
- Delightex Edu (formerly CoSpaces Edu). Educational AR/VR platform for STEM learning. <https://edu.delightex.com/>

Gli strumenti basati su AI (ChatGPT, Perplexity AI e NotebookLM) sono stati utilizzati per supportare la stesura dei contenuti, la sintesi della ricerca e l'organizzazione del materiale iniziale durante lo sviluppo di questa unità didattica:

- OpenAI. *ChatGPT* (modello linguistico di grandi dimensioni). <https://chat.openai.com>
- *Perplexity AI* [assistente di ricerca e analisi alimentato dall'intelligenza artificiale]. <https://www.perplexity.ai>



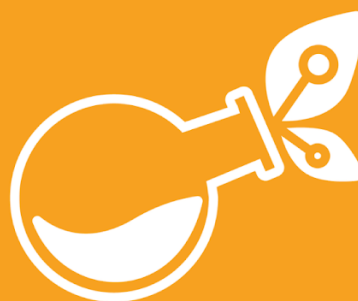


- Google *NotebookLM* [strumento di ricerca e presa di appunti alimentato dall'intelligenza artificiale]. <https://notebooklm.google.com>





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.