



Co-funded by
the European Union

Biomateriali di nuova generazione: innovazioni per la bioedilizia



BIOS4YOU
AR 2.0

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

Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

"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

Contenuti	1
Introduzione	4
1. Esplorare: fondamenti degli biomateriali di nuova generazione	4
1.1 Cosa sono i biomateriali di nuova generazione?	5
1.2 Esempi di biomateriali di nuova generazione.....	6
2. Eseguire: Realtà Aumentata e biomateriali di nuova generazione	7
2.1 Principali funzionalità e tipologie degli strumenti AR.....	7
2.2 Studi reali ed esercitazioni pratiche	7
3. Potenziare – Realtà Aumentata per un più profondo apprendimento e coinvolgimento	8
3.1 Esempi di applicazioni e strumenti AR utili	8
3.2 Suggerimenti pratici per l'integrazione nell'esperienza di apprendimento	9
Conclusioni	10
Riferimenti	11





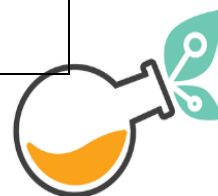
Figura 1. Biomateriali di nuova generazione: innovazioni per la bioedilizia

Argomento generale del percorso di apprendimento	Materiali per la bioedilizia
Nome specifico dell'unità di apprendimento	Biomateriali di nuova generazione: innovazioni per la bioedilizia
Età degli utenti target	14-18 anni
Requisiti necessari per gli studenti	1. Comprensione di base dei concetti di scienze ambientali (ad esempio, riciclaggio dell'acqua). Competenze alfabetiche e numeriche di base. Competenze TIC di base. 2. Accesso a un computer o a un tablet con connessione a Internet. 3. Disponibilità a utilizzare strumenti digitali (applicazioni AR, Delightx). 4. Non è richiesta una precedente esperienza di codifica o di sviluppo AR, CoBlocks è adatto ai principianti.
Descrizione dell'unità di apprendimento	Questa unità introduce gli studenti al concetto di materiali per bioedilizia, concentrandosi sulle innovazioni all'avanguardia che rendono l'architettura più sostenibile. È suddivisa in tre fasi: la fase "Esplorare" introduce i concetti fondamentali degli eco-materiali e dell'bioedilizia. La fase "Eseguire" approfondisce la bio-ispirazione, mostrando come i processi naturali ispirino le soluzioni e come la Realtà Aumentata (AR) possa visualizzare questi processi e impatti, con il supporto di esempi reali e attività pratiche. La fase "Potenziare" giustifica i vantaggi pedagogici dell'AR, offrendo esempi di





	applicazioni pratiche dell'AR e di strategie di integrazione. L'unità si conclude con un esercizio pratico in cui gli studenti utilizzano un'esperienza AR gamificata su Delightex per rafforzare la loro comprensione e il loro impegno con l'argomento.
Argomenti e destinatari	Scienze ambientali, biologia, geografia, alfabetizzazione digitale/informatica, arte e design, studi sociali, matematica, arti linguistiche (ricerca, comunicazione).
Parole chiave	Materiali per bioedilizia, soluzioni basate sulla natura, bioispirazione, biomimetica, educazione ambientale, sostenibilità, edilizia sostenibile, alfabetizzazione digitale, Realtà Aumentata (AR), gamification.
Conoscenze, abilità e competenze chiave che possono essere acquisite	Competenze (mentalità/attitudine): • Consapevolezza ambientale. • Pensiero proattivo e innovativo nei confronti delle sfide ambientali. • Apprezzamento per il ruolo della natura nelle soluzioni sostenibili. • Motivazione a partecipare all'azione per il clima. Abilità: • Pensiero critico: analizzare i problemi ambientali e proporre soluzioni. • Risoluzione di problemi: applicare concetti bio-ispirati alle sfide ambientali. • Alfabetizzazione digitale: navigare e utilizzare le applicazioni AR. • Indagine scientifica: interpretare i dati e osservare i processi naturali (virtuali o reali). Conoscenze: • Comprendere i diversi tipi biomateriali e le loro caratteristiche uniche. • Comprendere le cause e gli impatti dei materiali tradizionali rispetto ai biomateriali (ad esempio, impronta di carbonio, energia grigia). • Riconoscere le soluzioni bio-ispirate derivate dalla natura. • Comprendere il potenziale e le applicazioni della Realtà Aumentata nell'educazione ambientale.





Risorse e supporti didattici utilizzati	Risorse: • Libri di testo/articoli scientifici • Casi di studio • Risorse Internet • Piattaforme AR gratuite (Delightex) • Dispositivi compatibili con l'AR (smartphone/tablet)
Criteri di giudizio e valutazione	• Partecipazione: partecipazione ai dibattiti e alle attività dell'unità. • Completamento dell'attività: esecuzione dell'esercizio pratico di AR. • Mappa concettuale/mappa mentale: creazione di una rappresentazione visiva che collega soluzioni verdi, biodiversità urbana e soluzioni bio-ispirate.

Introduzione

Con il progressivo aggravarsi dei fenomeni ambientali sul nostro pianeta, il settore edile svolge un ruolo essenziale per la creazione di un futuro sostenibile. In questa unità esamineremo i materiali e le tecnologie all'avanguardia che stanno trasformando l'edilizia, ponendo l'accento sui sostituti ecologici che riducono gli effetti negativi sull'ambiente e favoriscono ambienti di vita più sani. Esploreremo l'affascinante campo della bioedilizia (architettura sostenibile), impareremo come le soluzioni più innovative siano ispirate dalla natura ed esamineremo come la Realtà Aumentata (AR) sia un rivoluzionario supporto per la comprensione di questi importanti argomenti. Al termine dell'unità gli studenti avranno sviluppato una solida conoscenza dei biomateriali e del modo in cui possono contribuire a creare un ambiente più sostenibile.

1. Esplorare: fondamenti sui biomateriali di nuova generazione

L'industria edile contribuisce in modo significativo all'esaurimento delle risorse globali, al consumo di energia e alla produzione di rifiuti. I materiali edili tradizionali spesso producono un'elevata impronta di carbonio a causa della loro estrazione, produzione, trasporto e smaltimento. I biomateriali di nuova generazione mirano a risolvere queste sfide offrendo alternative sostenibili che riducono al minimo i danni ambientali durante il loro ciclo di vita.





1.1 Cosa sono i biomateriali di nuova generazione?

I biomateriali di nuova generazione, spesso definiti materiali ecosostenibili, verdi o ecocompatibili, sono prodotti e tecnologie per l'edilizia studiati per ridurre al minimo gli impatti ambientali negativi durante l'intero ciclo di vita, dall'estrazione e produzione all'utilizzo, allo smaltimento e al potenziale riutilizzo o riciclo. A differenza dei materiali tradizionali, che possono consumare molte risorse, energia e generare rifiuti, i biomateriali privilegiano l'efficienza delle risorse, la riduzione dell'inquinamento e la sostenibilità a lungo termine. Essi mirano a sostenere l'equilibrio ambientale, soddisfacendo al contempo i requisiti funzionali ed estetici dell'edificio.

Per comprendere appieno l'importanza dei biomateriali, è essenziale capire diversi elementi interconnessi:

- **Analisi del ciclo di vita (LCA):** il processo di analisi degli effetti ambientali di un prodotto in ogni fase del suo ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime alla lavorazione dei materiali, alla produzione, alla consegna, all'utilizzo, all'assistenza e alla riparazione, fino allo smaltimento o al riutilizzo, è noto come "Analisi del ciclo di vita" (LCA). Un basso impatto ambientale in ciascuna di queste fasi è una caratteristica imprescindibile dei biomateriali.
- **Energia grigia:** la quantità di energia totale utilizzata nella creazione, nel trasporto e nello smaltimento di un materiale è nota come energia grigia. L'energia grigia dei biomateriali di nuova generazione è solitamente molto più bassa di quella dei materiali tradizionali, come l'acciaio o il cemento.
- **Economia circolare:** abbandonando il tradizionale modello lineare "prendi-crea-smaltisci", l'economia circolare mira a utilizzare le risorse il più a lungo possibile, a estrarne il massimo valore durante l'uso e a recuperare e riqualificare i materiali e i prodotti alla fine del loro ciclo di vita. I biomateriali, in quanto riciclabili, riutilizzabili o biodegradabili, contribuiscono spesso a questo obiettivo.
- **Efficienza delle risorse:** l'efficienza delle risorse è il processo di produzione di strutture edilizie utilizzando meno energia e materie prime, riducendo così la quantità di rifiuti prodotti durante la costruzione e la decostruzione.
- **Qualità ambientale degli interni (IEQ):** i biomateriali spesso favoriscono la qualità dell'aria interna, il comfort termico e la luce naturale, riducendo al contempo le emissioni di sostanze chimiche organiche.
- **Servizi ecosistemici e biodiversità:** alcuni biomateriali, soprattutto quelli provenienti da fonti naturali, possono promuovere la biodiversità.





1.2 Esempi di biomateriali di nuova generazione

Ecco alcuni esempi di rilievo che dimostrano la versatilità e l'innovazione in questo settore:

- **Compositi di micelio:** materiali ricavati da strutture di radici fungine (micelio) e da rifiuti agricoli. Sono biodegradabili, leggeri, resistenti al fuoco e hanno eccellenti proprietà isolanti, che li rendono adatti a pannelli isolanti, mattoni e imballaggi.
- **Bambù ingegnerizzato:** una risorsa altamente rinnovabile, il bambù può essere trasformato in elementi strutturali, pavimentazioni e rivestimenti altamente resistenti e durevoli, offrendo un'alternativa al legno e all'acciaio.
- **Materiali a contenuto riciclato:** questa categoria comprende materiali come l'acciaio riciclato, gli impasti di calcestruzzo riciclato, le plastiche riciclate (ad esempio, per le tegole e l'isolamento) e il vetro riciclato. Sfruttando i rifiuti si riduce la domanda di risorse vergini e si riducono al minimo i rifiuti in discarica.
- **Bioplastiche e biopolimeri:** derivate da fonti rinnovabili di biomassa (ad esempio, amido di mais, alghe), queste plastiche possono essere biodegradabili o compostabili, offrendo alternative per l'isolamento, le tubature o le finiture architettoniche.
- **Calcestruzzo auto-rigenerante:** calcestruzzo ingegnerizzato con batteri o microcapsule che rilasciano sostanze riparatrici alla comparsa di crepe, prolungando la durata del materiale e riducendo il bisogno di manutenzione.
- **Legno lamellare a strati incrociati (CLT):** un prodotto in legno ingegnerizzato realizzato incollando tra loro strati di legno massiccio segato. Offre un elevato rapporto resistenza/peso, eccellenti prestazioni ignifughe e vantaggi in termini di sequestro del carbonio, consentendo di realizzare edifici in legno a più piani.
- **Materiali a cambiamento di fase (PCM):** sostanze che assorbono e rilasciano grandi quantità di calore latente quando cambiano fase (ad esempio, da solido a liquido), contribuendo a regolare le temperature interne e a ridurre il consumo energetico per il riscaldamento e il raffreddamento.
- **Calcestruzzo di canapa:** un materiale biocomposito fatto da canapulo (parte legnosa del fusto di canapa), calce e acqua. È leggero, traspirante, offre un eccellente isolamento termico e sequestra l'anidride carbonica.

Questi materiali non sono solo concetti teorici; molti di essi sono già stati integrati in progetti contemporanei di edilizia sostenibile, dimostrando la loro fattibilità e il loro potenziale per migliorare il nostro ambiente edilizio (Popescu et al., 2024).





2. Eseguire: Realtà Aumentata e biomateriali di nuova generazione

La Realtà Aumentata (AR) sta emergendo come un potente strumento per lo sviluppo e l'adozione di biomateriali di nuova generazione, colmando il divario tra scienza innovativa e applicazione pratica. Grazie alla visualizzazione interattiva, alla simulazione e all'integrazione dei dati in tempo reale, l'AR migliora il modo in cui ricercatori, designer e industrie comprendono le proprietà e le prestazioni dei materiali sostenibili. Dalla prototipazione virtuale alla progettazione di prodotti attenti all'ambiente, l'AR non solo accelera l'innovazione ma favorisce anche una maggiore consapevolezza degli impatti ambientali, gettando le basi per decisioni più informate nella creazione di un futuro più verde (Wang & Li, 2020).

2.1 Principali funzionalità e tipologie degli strumenti AR

Un'applicazione AR per questo scopo sarebbe più di un semplice strumento di visualizzazione; sarebbe una piattaforma dinamica per la scoperta, la progettazione e la risoluzione di problemi. Le principali funzionalità e strumenti includono:

- **Visualizzazione di modelli 3D:** gli studenti possono visualizzare e interagire con modelli 3D di diversi biomateriali (ad esempio, sezioni trasversali di mattoni fatti con il micelio, esempi dettagliati di calcestruzzo autorigenerante, strutture interne di pannelli leggeri bio-ispirati). Ciò consente una comprensione più approfondita della loro composizione e delle loro proprietà.
- **Simulazioni:** simulare i processi naturali che ispirano i biomateriali. Per esempio, visualizzare il modo in cui le crepe si rimarginano nel calcestruzzo autorigenerante o come una facciata bioispirata regola la temperatura.
- **Sovrapposizioni di visualizzazione dei dati:** l'AR può sovrapporre dati o informazioni in tempo reale su oggetti fisici (ad esempio, un campione di bambù) mostrandone le sue proprietà in termini di resistenza di isolamento o di energia grigia.
- **Tour virtuali:** tour virtuali di esempi reali di edifici sostenibili che utilizzano biomateriali di nuova generazione, evidenziando le applicazioni reali e i loro vantaggi.

2.2 Studi reali ed esercitazioni pratiche

L'integrazione concreta dell'AR nell'apprendimento pratico è già in atto a livello globale, in particolare in settori come l'educazione ambientale e urbana. Questi





esempi dimostrano come l'AR possa spingere gli studenti al di là dell'osservazione passiva e portarli alla risoluzione attiva e creativa di problemi ispirati alla natura.

Gli studenti di una scuola secondaria di Singapore hanno partecipato a laboratori incentrati sulla biomimetica in ambito architettonico. Utilizzando un'applicazione AR, hanno potuto scansionare oggetti naturali (ad esempio, una foglia, un osso) e vedere informazioni "aumentate" sulle loro proprietà strutturali e sulle potenziali applicazioni architettoniche. Hanno poi utilizzato l'AR per sovrapporre progetti di facciate virtuali bio-ispirate a modelli di edifici in miniatura, ricevendo un feedback visivo immediato su come i progetti potrebbero migliorare l'efficienza energetica (Tan & Lim, 2021).

Questi esempi dimostrano come l'AR possa trasformare le attività di apprendimento tradizionali in esperienze immersive, ricche di dati e altamente interattive, colmando il divario tra conoscenze teoriche e applicazioni pratiche e stimolando gli studenti a confrontarsi con le problematiche ambientali del mondo reale.

3. Potenziare – Realtà Aumentata per un più profondo apprendimento e coinvolgimento

3.1 Esempi di applicazioni e strumenti AR utili

Diversi strumenti AR possono migliorare significativamente l'esperienza di apprendimento per il ripristino degli ecosistemi, fornendo modi coinvolgenti e interattivi per esplorare concetti ambientali complessi. Ecco un esempio:

Delightex (CoSpaces Edu):

[Delightex](#) consente agli utenti di creare mondi virtuali interattivi in 3D e di sperimentarli in Realtà Aumentata o Virtuale. È dotato di un'interfaccia drag-and-drop e di un linguaggio di codifica visuale basato su blocchi (CoBlocks), che lo rende altamente accessibile a studenti e insegnanti senza precedenti esperienze di codifica. Offre una versione gratuita con le funzionalità principali. Gli studenti possono progettare e costruire i propri ecosistemi virtuali, simulare i cambiamenti ambientali e visualizzare gli sforzi di ripristino ambientale. La sua libertà creativa consente agli studenti di diventare creatori di contenuti, non solo consumatori.





3.2 Suggerimenti pratici per l'integrazione nell'esperienza di apprendimento

Ambienti di apprendimento gamificati o mondi virtuali interattivi in 3D possono mettere gli studenti alla prova esplorando infrastrutture verdi come tetti verdi e giardini verticali in una città per mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici, come le inondazioni e le ondate di calore. In questo modo l'apprendimento della progettazione urbana diventa divertente e informativo.

Esercizio: App AR “Missione sostenibilità”

In questa esperienza interattiva AR, gli studenti assumono il ruolo di innovatori della sostenibilità. Utilizzando i loro dispositivi, esplorano in un ambiente virtuale materiali edili obsoleti, come blocchi di cemento, plastica o acciaio e li sostituiscono con biomateriali di nuova generazione progettati per ridurre gli sprechi, le emissioni e il consumo energetico. Ogni scelta influisce sul futuro della struttura, stimolando gli studenti a riflettere criticamente sui compromessi ambientali e sul ruolo dell'innovazione nel settore edile. L'obiettivo è ricostruire la storia con soluzioni più intelligenti e ambientali, un materiale alla volta.

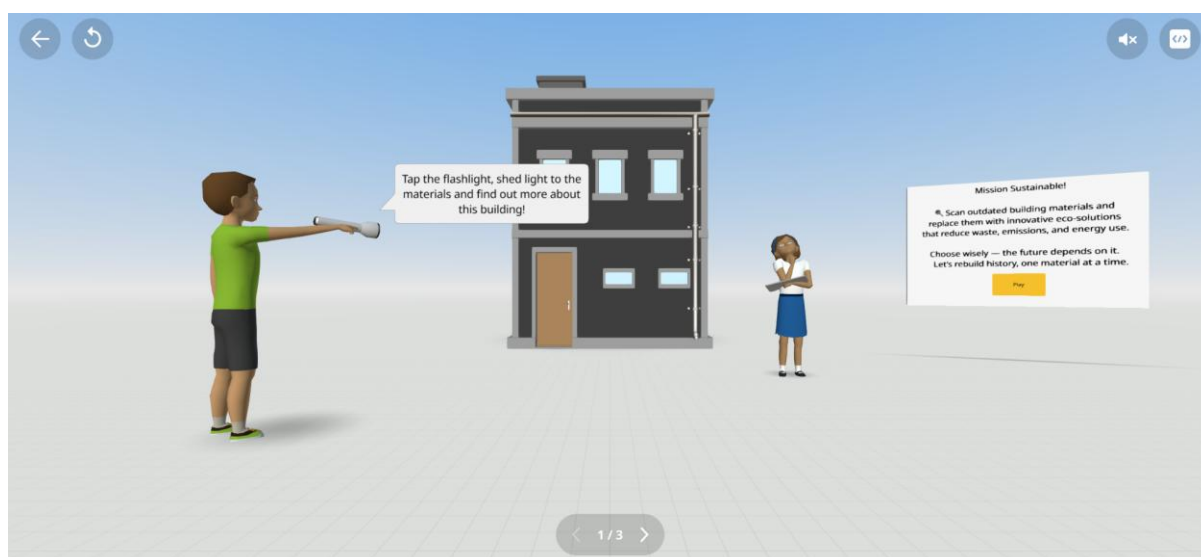


Figura 2. App AR “Missione sostenibilità”

Integrando l'AR nel programma di studi, gli insegnanti possono creare esperienze di apprendimento dinamiche e coinvolgenti che non solo rafforzano il legame degli studenti con i biomateriali e la biomimetica edile, ma li dotano anche delle conoscenze e degli strumenti per diventare partecipanti attivi nella tutela dell'ambiente.





Conclusioni

Questa unità didattica ha guidato gli studenti attraverso l'affascinante mondo dei biomateriali di nuova generazione e il loro ruolo fondamentale nel plasmare la bioedilizia. Tecnologie come la Realtà Aumentata rafforzano la nostra capacità di comprendere, visualizzare e interagire con questi concetti essenziali, convertendo nozioni astratte in esperienze concrete e interattive. Visualizzando processi invisibili, semplificando dati complessi e favorendo il coinvolgimento attivo, gli strumenti AR permettono agli studenti non solo di comprendere i principi della bioedilizia, ma anche di immaginare e progettare gli edifici ecosostenibili di domani. Questa combinazione di materiali all'avanguardia e tecnologia immersiva apre la strada a una generazione di architetti, ingegneri e cittadini in grado di progettare un futuro più sostenibile.





Fae	Descrizione
Esplorare	- Ricerca e scoperta: introdurre le sfide ambientali dei materiali edili convenzionali (cemento, plastica, acciaio) e presentare i biomateriali di nuova generazione (bioplastiche, calcestruzzo di canapa, compositi di micelio, materiali a cambiamento di fase). Evidenziare come questi materiali riducano i rifiuti, le emissioni e il consumo di energia.
	- Sviluppo dei contenuti: fornire risorse accessibili (brevi articoli, video, infografiche) per confrontare i materiali tradizionali con i biomateriali. Focus sull'impatto del ciclo di vita, sull'impronta di carbonio, sulla riciclabilità e sulle applicazioni innovative nell'architettura moderna.
	- Analisi dei bisogni: valutare le conoscenze pregresse degli studenti sui materiali edili, sulla sostenibilità e sull'innovazione nell'edilizia per adattare l'attività AR e garantirne l'accessibilità.
Eseguire	- Implementazione del programma: collegare i biomateriali a obiettivi più ampi di sostenibilità e innovazione in architettura, mostrando come le decisioni progettuali abbiano un impatto sulla mitigazione dei cambiamenti climatici e sulla gestione delle risorse.
	- Esercizi interattivi: analizzare casi di studio reali di edifici innovativi che hanno implementato con successo i biomateriali, confrontando le loro scelte progettuali fatte con l'AR con esempi architettonici reali.
	- Raccolta di feedback: usare discussioni in classe o sondaggi digitali per valutare il ragionamento e la comprensione delle scelte del materiale.
Potenziare	- Integrazione AR: utilizzare l'applicazione AR "Missione Sostenibilità" per visualizzare come i biomateriali trasformano l'edificio e le sue prestazioni ambientali.
	- Apprendimento interattivo: gli studenti esplorano i materiali edilizi obsoleti in un ambiente virtuale e li sostituiscono con biomateriali alternativi . Il feedback in tempo reale mostra i compromessi ambientali, il risparmio energetico e l'impatto strutturale.
	Contenuti gamificati: - Missioni e livelli: le risposte corrette ai quiz e le scelte ottimali dei materiali permettono di avanzare di livello.
	Valutazioni basate su AR: valutare l'apprendimento degli studenti attraverso la selezione dei materiali, i risultati dei quiz e le prestazioni di sostenibilità delle loro scelte edilizie basate su AR.

Riferimenti

Akbari, H. (2002). Shades of green: The effects of urban trees and shrubs on energy use and air quality. *Energy and Buildings*, 33(2), 95-104.





Azuma, R. T., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47.

Gedge, D., & Kadas, G. (2007). Green roofs and biodiversity. *Journal of Green Building*, 2(1), 12-25.

Popescu, C., Dissanayake, H., Mansi, E., & Stancu, A. (2024). Eco Breakthroughs: Sustainable Materials Transforming the Future of Our Planet. *Sustainability*, 16(23), 10790. <https://doi.org/10.3390/su162310790>

Wang, Y., & Li, G. (2020). Applications of augmented reality in science education: A systematic review. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(3), 108–122.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.





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: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

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.