



Co-funded by
the European Union

Nanotecnologie in medicina: dalle molecole alla terapia mirata



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."



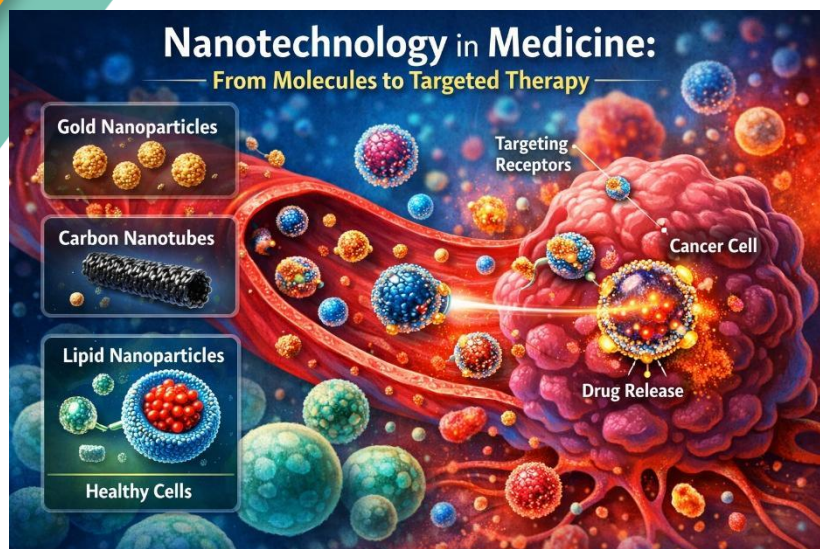
CEIPES Educat



Co-funded by
the European Union

Introduzione:	6
Sezione 1: Esplora	8
Sezione 2: Esegui	12
Sezione 3: Migliora	15
Conclusione:	16
Riferimenti bibliografici	18





Argomento generale del percorso di apprendimento	Campi interdisciplinari ed emergenti
Nome specifico dell'unità di apprendimento	Nanotecnologie in medicina: dalle molecole alla terapia mirata
Età degli utenti target	16-18 anni
Requisiti per lo studente	Gli studenti che partecipano a questa unità didattica devono possedere conoscenze di base sui concetti scientifici fondamentali di fisica, chimica e biologia, in particolare sulla struttura delle cellule, sul concetto di scala in natura e sulle semplici interazioni tra materia ed energia. Non è richiesta alcuna conoscenza pregressa di nanotecnologia. Gli studenti devono essere in grado di lavorare in modo collaborativo in piccoli gruppi, partecipare a discussioni e analizzare materiali visivi o digitali. Si raccomandano inoltre competenze digitali di base, poiché gli studenti interagiranno con risorse multimediali e un'applicazione di Realtà Aumentata. La curiosità per l'innovazione scientifica e l'interesse nel comprendere come le tecnologie moderne possano migliorare i trattamenti medici favoriranno un coinvolgimento significativo nelle attività.
Descrizione dell'unità di apprendimento	In questa unità didattica, gli studenti esploreranno i principi fondamentali della nanotecnologia in medicina attraverso un approccio multidisciplinare che integra fisica, chimica, biologia e scienze mediche. Gli studenti esploreranno innanzitutto il mondo della nanoscala e le proprietà delle nanoparticelle. Analizzeranno poi come le nanoparticelle possono fungere da vettori di farmaci e come interagiscono con i sistemi biologici. Infine, esploreranno una simulazione di





	Realtà Aumentata che illustra i processi su scala nanometrica coinvolti nella somministrazione di farmaci e nella terapia mirata contro il cancro. Grazie a questa esperienza di apprendimento, gli studenti acquisiranno una comprensione più approfondita del modo in cui la scienza moderna traduce l'ingegneria su scala nanometrica in applicazioni mediche reali.
Oggetto: Materie coinvolte	Fisica, chimica, biologia e scienza medica
Parole chiave	Nanotecnologia Nanomedicina Nanoparticelle Somministrazione mirata di farmaci Apprendimento tramite realtà aumentata
Qualifiche chiave, competenze e conoscenze che possono essere acquisite	Attraverso questa unità di apprendimento, gli studenti sviluppano conoscenze interdisciplinari all'intersezione tra fisica, chimica, biologia e scienze mediche. Acquisiscono una comprensione delle dimensioni nanometriche, delle proprietà uniche delle nanoparticelle e dei principi della nanomedicina, in particolare dei sistemi di somministrazione mirata di farmaci utilizzati nelle moderne terapie oncologiche. Gli studenti rafforzano il ragionamento scientifico e le capacità analitiche interpretando modelli visivi, analizzando processi scientifici e discutendo applicazioni biomediche nel mondo reale. Le attività promuovono anche la risoluzione collaborativa dei problemi, il pensiero critico e la comunicazione attraverso ricerche e presentazioni di gruppo. Inoltre, gli studenti acquisiscono competenze digitali interagendo con risorse multimediali e simulazioni di Realtà Aumentata. Nel complesso, l'unità supporta lo sviluppo dell'alfabetizzazione STEM e la consapevolezza delle tecnologie emergenti che plasmano il futuro dell'assistenza sanitaria e della ricerca biomedica.
Risorse e supporti didattici utilizzati	L'unità didattica utilizza una varietà di risorse multimediali e interattive per coinvolgere gli studenti e migliorare la comprensione della nanomedicina. Gli ausili visivi includono diagrammi che confrontano strutture biologiche e particelle su scala nanometrica, animazioni 3D che illustrano il comportamento delle nanoparticelle e video scientifici che spiegano i meccanismi di somministrazione dei farmaci. Schede di lavoro e schede di attività strutturate guidano gli studenti attraverso i concetti chiave, garantendo partecipazione attiva e riflessione. Le applicazioni di Realtà Aumentata (AR) consentono la visualizzazione immersiva dei





	processi su scala nanometrica, consentendo agli studenti di manipolare le variabili e osservare la somministrazione dei farmaci in tempo reale. Strumenti collaborativi come lavagne digitali condivise e spunti per la discussione di gruppo supportano il lavoro di squadra e l'analisi critica. Ulteriori risorse includono articoli accademici, database scientifici e materiali online curati che forniscono esempi aggiornati di applicazioni nanotecnologiche in medicina. Questi ausili supportano collettivamente un approccio di apprendimento multisensoriale, interattivo e basato sulla ricerca.
Criteri di valutazione e valutazione	Gli studenti vengono valutati attraverso una combinazione di metodi formativi e sommativi che valutano sia la comprensione che l'applicazione dei concetti di nanomedicina. La valutazione basata sulla conoscenza include quiz sui tipi di nanoparticelle, sulle fasi di somministrazione dei farmaci e sui meccanismi di terapia mirata. La valutazione pratica valuta la partecipazione alle attività di gruppo, l'accuratezza nel completamento dei fogli di lavoro e la capacità di analizzare e presentare i risultati. Le attività basate sulla realtà aumentata fungono da valutazioni interattive, in cui gli studenti dimostrano la comprensione manipolando simulazioni, spiegando i processi osservati e risolvendo sfide basate su scenari. Il pensiero critico e la riflessione vengono valutati attraverso discussioni sulle implicazioni etiche, di sicurezza e sociali della nanotecnologia in medicina. La valutazione enfatizza sia la comprensione individuale che le capacità di collaborazione, premiando spiegazioni concettuali accurate, creatività nella risoluzione dei problemi e coinvolgimento attivo con strumenti digitali e di realtà aumentata. Il feedback è continuo, guidando il miglioramento e rafforzando i risultati di apprendimento.





Introduzione:

La nanotecnologia rappresenta uno degli sviluppi più rivoluzionari nella scienza e nella medicina moderne. Manipolando la materia su scala nanometrica, tipicamente tra 1 e 100 nanometri, gli scienziati possono creare materiali e dispositivi con proprietà uniche che differiscono significativamente da quelle osservate su scale più grandi. Queste strutture su scala nanometrica possono interagire con i sistemi biologici in modi altamente specifici, aprendo nuove possibilità per la diagnosi, il trattamento e la prevenzione delle malattie.

La medicina ha sempre fatto affidamento sull'innovazione tecnologica per migliorare la salute dei pazienti. Negli ultimi decenni, la nanotecnologia è diventata uno strumento chiave per lo sviluppo di strategie terapeutiche avanzate, in particolare in settori come il trattamento del cancro, la somministrazione di farmaci e l'imaging biomedico. Le nanoparticelle possono fungere da vettori che trasportano i farmaci direttamente alle cellule malate, riducendo al minimo i danni ai tessuti sani.

Le terapie tradizionali, in particolare la chemioterapia, presentano spesso effetti collaterali significativi perché i farmaci circolano in tutto il corpo. La nanotecnologia mira a superare queste limitazioni consentendo la somministrazione mirata dei farmaci, ovvero il trasporto delle molecole terapeutiche a cellule o tessuti specifici.

In questa unità didattica, gli studenti esploreranno i principi fondamentali della nanotecnologia in medicina attraverso un approccio multidisciplinare che integra fisica, chimica, biologia e scienze mediche. L'unità è organizzata secondo il modello pedagogico delle 3E: Esplorare, Eseguire, Migliorare.

Gli studenti esploreranno innanzitutto il mondo della nanoscala e le proprietà delle nanoparticelle. Analizzeranno poi come le nanoparticelle possono fungere da vettori di farmaci e come interagiscono con i sistemi biologici. Infine, esploreranno una simulazione di Realtà Aumentata che illustra i processi su scala nanometrica coinvolti nella somministrazione di farmaci e nella terapia mirata contro il cancro.

Grazie a questa esperienza di apprendimento, gli studenti acquisiranno una comprensione più approfondita del modo in cui la scienza moderna traduce l'ingegneria su scala nanometrica in applicazioni mediche reali.





Contesto scientifico: nanomedicina

Che cos'è la nanomedicina?

La nanomedicina è l'applicazione della nanotecnologia alla scienza medica. Comporta l'uso di materiali e dispositivi su scala nanometrica per diagnosticare, monitorare e curare le malattie.

La nanomedicina comprende diversi ambiti importanti:

- somministrazione mirata di farmaci
- diagnostica per immagini e diagnostica medica
- ingegneria tissutale
- medicina rigenerativa
- biosensori su scala nanometrica

Poiché le nanoparticelle sono estremamente piccole, possono interagire direttamente con molecole biologiche come proteine, DNA e membrane cellulari.

Perché le dimensioni contano

La dimensione nanometrica è fondamentale perché corrisponde alla scala delle strutture biologiche.

Per esempio:

Struttura	Dimensioni approssimative
Capelli umani	80.000–100.000 nm
Globulo rosso	7.000 nm
Virus	100 nm
Proteina	10 nm
Nanoparticelle	1–100 nm

Le nanoparticelle sono quindi sufficientemente piccole da circolare nei vasi sanguigni e interagire con le singole cellule.

A livello nanoscopico, i materiali presentano proprietà uniche dovute a:

- elevato rapporto superficie-volume
- aumento della reattività chimica
- effetti quantistici
- proprietà ottiche migliorate

Queste proprietà consentono alle nanoparticelle di svolgere funzioni impossibili per particelle più grandi.

Tipi di nanoparticelle utilizzate in medicina

Nella nanomedicina vengono comunemente utilizzati diversi tipi di nanoparticelle.





Nanoparticelle d'oro

Le nanoparticelle d'oro hanno proprietà ottiche speciali e sono ampiamente utilizzate per:

- diagnostica per immagini
- rilevamento del cancro
- terapia fototermica

Possono assorbire la luce e convertirla in calore, che può essere utilizzato per distruggere le cellule tumorali.

Nanotubi di carbonio

I nanotubi di carbonio sono strutture cilindriche di carbonio dotate di notevole resistenza e conduttività.

Le applicazioni includono:

- trasporto di farmaci
- biosensori
- ingegneria tissutale

La loro struttura cava consente loro di trasportare molecole attraverso ambienti biologici.

Liposomi

I liposomi sono vescicole sferiche composte da doppi strati lipidici simili alle membrane biologiche.

Sono particolarmente utili per:

- incapsulamento del farmaco
- rilascio controllato del farmaco
- terapia mirata

I liposomi possono proteggere i farmaci dalla degradazione mentre li trasportano nel flusso sanguigno.

Sezione 1: Esplora

Alla scoperta del mondo su scala nanometrica

La fase di esplorazione è progettata per stimolare la curiosità degli studenti e attivare le loro conoscenze pregresse su materia, scala e tecnologia medica. All'inizio della lezione, l'insegnante introduce l'argomento ponendo una domanda semplice ma efficace:





“Quanto può diventare “piccola” la tecnologia e cosa succede quando raggiungiamo le dimensioni delle molecole biologiche?”

Gli studenti vengono incoraggiati a riflettere su come la scienza moderna lavori sempre più su scale estremamente ridotte e su come questo possa influenzare la medicina. Per facilitare il coinvolgimento, l'insegnante presenta una serie di immagini e brevi animazioni che illustrano fenomeni su scala nanometrica e strutture biologiche.

L'obiettivo di questa fase non è ancora quello di fornire spiegazioni formali, ma piuttosto di incoraggiare gli studenti a osservare, porre domande e formulare ipotesi.

Video di coinvolgimento

La lezione inizia con brevi video che introducono l'idea che la tecnologia su scala nanometrica può rivoluzionare la medicina.

<https://www.youtube.com/watch?v=emEua2eJp1U&t=3s>

Somministrazione di farmaci tramite nanoparticelle nella terapia del cancro (animazione scientifica 3D)

Questo video aiuta gli studenti a visualizzare come i processi fisici e i sistemi biologici interagiscono su scala microscopica e nanoscopica. Comprendere queste interazioni è essenziale per comprendere il comportamento delle nanoparticelle all'interno del corpo umano. La ricerca dimostra che la nanotecnologia consente nuove strategie per il trasporto di farmaci direttamente nei tessuti malati, riducendo al minimo i danni alle cellule sane.

Attività di brainstorming: la scienza nella vita di tutti i giorni

Gli studenti vengono divisi in piccoli gruppi e invitati a identificare esempi di tecnologie scientifiche che interagiscono con i sistemi biologici. Alcuni esempi potrebbero includere:

- vaccini
- tecniche di imaging medico
- test diagnostici
- biosensori indossabili

I gruppi scrivono le loro idee su una lavagna condivisa e spiegano brevemente come la tecnologia aiuti a diagnosticare o curare le malattie.





L'insegnante introduce quindi il concetto che la nanotecnologia rappresenta la prossima frontiera di questa evoluzione tecnologica.

Attività: Visualizzare la nanoscala

Una delle maggiori difficoltà concettuali per gli studenti è comprendere quanto sia piccola la nanoscala. Per affrontare questa sfida, l'insegnante presenta un confronto visivo tra diverse strutture biologiche e fisiche.

Gli studenti esaminano i diagrammi confrontando:

- capelli umani
- cellule
- virus
- nanoparticelle

Domande per la discussione:

Agli studenti viene poi chiesto di rispondere a domande guida:

- Perché la scala nanometrica è simile alla scala delle strutture biologiche?
- Perché le nanoparticelle potrebbero interagire più facilmente con le cellule rispetto alle particelle più grandi?
- Perché le nanoparticelle sono adatte alle applicazioni mediche?
- Come potrebbero le nanoparticelle viaggiare attraverso i vasi sanguigni?

Questa discussione aiuta gli studenti a riconoscere che la **nanoscala corrisponde strettamente alla scala dei processi biologici**, il che spiega perché la nanotecnologia è così promettente in medicina.

Attività: Nanotecnologia quotidiana

Gli studenti lavorano in gruppo per ricercare esempi di nanotecnologie utilizzate in medicina, come:

- terapia del cancro basata sulle nanoparticelle
- nanoparticelle lipidiche utilizzate nei vaccini
- nanosensori per la rilevazione delle malattie
- nanomateriali nella medicina rigenerativa





Gli studenti riassumono i loro risultati in una breve presentazione. L'obiettivo è evidenziare che la nanomedicina è un campo altamente interdisciplinare che combina fisica, chimica, biologia e ingegneria.

Problemi etici e di sicurezza nella nanomedicina

Sebbene la nanotecnologia offra numerosi vantaggi, solleva anche importanti questioni etiche e di sicurezza. La fase di esplorazione si conclude con una discussione in aula sulle implicazioni etiche delle tecnologie mediche emergenti.

Gli studenti esaminano potenziali preoccupazioni quali:

- tossicità delle nanoparticelle
- accumulo a lungo termine negli organi
- impatto ambientale
- accesso diseguale ai trattamenti avanzati

Poiché le nanoparticelle sono estremamente piccole, possono interagire con i sistemi biologici in modi inaspettati.

Tra le possibili preoccupazioni rientrano:

- tossicità
- accumulo negli organi
- impatto ambientale

Gli scienziati devono testare attentamente le nanoparticelle per garantire che siano sicure per l'uso medico.

Considerazioni etiche

Nello sviluppo delle tecnologie della nanomedicina sorgono diverse questioni etiche.

Sicurezza del paziente

I nuovi trattamenti devono essere sottoposti a rigorosi studi clinici prima di essere utilizzati sui pazienti.

Accessibilità ed equità

Le tecnologie mediche avanzate possono essere costose, sollevando preoccupazioni circa la parità di accesso all'assistenza sanitaria.

Privacy e protezione dei dati

La nanotecnologia potrebbe consentire la realizzazione di biosensori avanzati in grado di monitorare i segnali biologici. Ciò solleva interrogativi sulla privacy dei dati medici.

Innovazione responsabile





Co-funded by
the European Union

I ricercatori devono bilanciare l'innovazione con la responsabilità etica, assicurando che le tecnologie apportino benefici alla società e riducendo al minimo i rischi.

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."





Sezione 2: Esegui

Sistemi di somministrazione di farmaci tramite nanoparticelle

Nella fase di Esecuzione, gli studenti passano dall'esplorazione a un'analisi più approfondita dei meccanismi scientifici alla base della nanomedicina. L'attenzione è rivolta alla comprensione di come le nanoparticelle possano funzionare come sistemi di somministrazione di farmaci in grado di trasportare molecole terapeutiche in punti specifici dell'organismo.

I trattamenti medici tradizionali si basano spesso su farmaci che circolano in tutto il flusso sanguigno. Sebbene efficace nel trattamento delle malattie, questo approccio produce spesso gravi effetti collaterali perché anche i tessuti sani sono esposti al farmaco.

La nanotecnologia offre una soluzione a questo problema attraverso la somministrazione mirata di farmaci. Le nanoparticelle possono essere progettate per trasportare selettivamente i farmaci nei tessuti malati, aumentando l'efficacia del trattamento e riducendone la tossicità.

Il processo di somministrazione del farmaco

Gli studenti esaminano le tre fasi principali coinvolte nella somministrazione di farmaci tramite nanoparticelle.

Fase 1 – Progettazione delle nanoparticelle

Gli scienziati progettano nanoparticelle con proprietà specifiche che ne determinano il comportamento all'interno dell'organismo. Tra i parametri importanti figurano:

- dimensione delle particelle
- forma
- chimica di superficie
- carica elettrica

Queste caratteristiche influenzano il modo in cui le nanoparticelle circolano nel sangue, interagiscono con le cellule e raggiungono i tessuti bersaglio.

Fase 2 – Caricamento del farmaco

Una volta creata la struttura delle nanoparticelle, questa viene caricata con molecole terapeutiche.

Per esempio:

- I liposomi incapsulano i farmaci all'interno di un doppio strato lipidico simile alle membrane biologiche.





- Le nanoparticelle polimeriche legano le molecole del farmaco alla loro superficie.
 - I nanotubi di carbonio possono trasportare molecole attraverso la loro struttura cilindrica cava.
- Questa fase garantisce che il farmaco rimanga stabile durante il trasporto nell'organismo.

Fase 3 – Rilascio controllato del farmaco

Dopo aver raggiunto il tessuto bersaglio, la nanoparticella rilascia il farmaco.

Il rilascio del farmaco può essere innescato da fattori ambientali quali:

- Cambiamenti del pH negli ambienti tumorali
- enzimi specifici
- differenze di temperatura
- stimoli esterni come luce o campi magnetici

Il rilascio controllato consente al farmaco di agire esattamente dove è necessario.

Terapia mirata contro il cancro

Le cellule tumorali presentano spesso sulla loro superficie proteine specifiche chiamate recettori. Gli scienziati progettano nanoparticelle con molecole note come ligandi che si legano selettivamente a questi recettori.

Questa interazione segue il modello chiave-serratura, un concetto comunemente utilizzato in biologia molecolare.

Quando la nanoparticella incontra una cellula cancerosa:

1. Il ligando si lega al recettore.
2. La nanoparticella si attacca alla membrana cellulare.
3. La cellula internalizza la nanoparticella.
4. Il farmaco viene rilasciato all'interno della cellula tumorale.

Poiché le cellule sane sono prive di questi recettori, interagiscono molto meno con le nanoparticelle. Di conseguenza, la nanoterapia mirata può ridurre significativamente i danni ai tessuti sani.

Attività per studenti

Gli studenti lavorano tramite schede di lavoro strutturate che rafforzano i concetti chiave.

Le attività includono:

- ordinare le strutture biologiche in base alle dimensioni
- abbinamento dei tipi di nanoparticelle con le loro applicazioni
- descrivere le fasi della somministrazione del farmaco
- spiegare il meccanismo di interazione recettore-ligando





Questi esercizi aiutano gli studenti a tradurre idee scientifiche astratte in una comprensione concreta.

Schede di attività per studenti

Foglio di attività 1 – Comprendere la scala

1. Disporre le seguenti strutture dalla più grande alla più piccola:
 - virus
 - capelli umani
 - nanoparticelle
 - globulo rosso
2. Perché le dimensioni nanometriche sono utili per le applicazioni mediche?

Foglio di attività 2 – Tipi di nanoparticelle

Abbinare ogni tipo di nanoparticella alla sua funzione:

Nanoparticelle	Funzione
----------------	----------

Nanoparticelle d'oro

Nanotubi di carbonio

Liposomi

Scheda di attività 3 – Processo di somministrazione del farmaco

Descrivi le tre fasi del rilascio di farmaci tramite nanoparticelle.

- 1.
 - 2.
 - 3.
- Spiega perché la somministrazione mirata dei farmaci riduce gli effetti collaterali.

Scheda di attività 4 – Targeting del cancro

Spiega come le nanoparticelle riconoscono le cellule cancerose.

Utilizzare il modello chiave-serratura per descrivere l'interazione.

Scheda di attività 5 – Domande di riflessione

1. Quali vantaggi offre la nanotecnologia in medicina?
2. Quali potenziali rischi devono prendere in considerazione gli scienziati?





Sezione 3: Migliora

Realtà aumentata per una comprensione più profonda

La fase di potenziamento integra le tecnologie della realtà aumentata per ampliare la comprensione degli studenti oltre ciò che può essere osservato attraverso esperimenti tradizionali. La realtà aumentata consente agli studenti di visualizzare processi su scala nanometrica che non possono essere osservati direttamente.

Nell'esercizio AR *“Nanotecnologie in medicina: dalle molecole alla terapia mirata”*, gli studenti interagiscono con una sequenza di scene che illustrano il comportamento delle nanoparticelle.

AR Scena 1 – Introduzione

Gli studenti scansionano un pennarello AR utilizzando un tablet o uno smartphone.

Un'animazione tridimensionale introduce il concetto di nanomedicina e illustra come le nanoparticelle si muovono nel flusso sanguigno.

Scena AR 2 – Confronto di scala

Gli studenti osservano una visualizzazione interattiva che confronta:

- capelli umani
- globuli rossi
- virus
- nanoparticelle

Questa scena rafforza il concetto di scala relativa, aiutando gli studenti a comprendere meglio come le nanoparticelle interagiscono con i sistemi biologici.

Scena AR 3 – Tipi di nanoparticelle

Gli studenti esplorano i modelli 3D di tre tipi di nanoparticelle comunemente utilizzati:

- nanoparticelle d'oro
- nanotubi di carbonio
- liposomi

Ogni struttura può essere ruotata ed esaminata da diverse angolazioni.

Un breve quiz chiede agli studenti:

Quale tipo di nanoparticella incapsula i farmaci all'interno di una membrana lipidica?

Risposta corretta: liposomi





AR Scena 4 – Meccanismo di somministrazione del farmaco

Gli studenti osservano l'intero processo di somministrazione del farmaco:

1. nanoparticelle vuote
2. nanoparticelle caricate con farmaci
3. nanoparticelle che raggiungono il tessuto bersaglio
4. rilascio del farmaco

Gli elementi interattivi consentono agli studenti di attivare ogni passaggio.

Una domanda del quiz rafforza il concetto:

Qual è il vantaggio principale della somministrazione di farmaci tramite nanoparticelle?

Risposta corretta: terapia mirata con effetti collaterali ridotti

Scena AR 5 – Prendere di mira le cellule cancerose

Gli studenti osservano le nanoparticelle che si legano ai recettori delle cellule tumorali.

Questa visualizzazione illustra il meccanismo di riconoscimento recettore-ligando e mostra come le nanoparticelle entrano nelle cellule tumorali.

Domanda del quiz:

Come fanno le nanoparticelle a riconoscere le cellule cancerose?

Risposta corretta: interazione specifica recettore-ligando

AR Scena 6 – Valutazione finale

L'attività di realtà aumentata si conclude con un breve quiz interattivo che ripassa i concetti chiave appresi durante l'unità.

Gli studenti riflettono su domande come:

- In che modo la nanotecnologia migliora i trattamenti medici?
- Perché l'ingegneria su scala nanometrica è importante per la medicina moderna?
- Quali sfide restano da affrontare nello sviluppo di tecnologie nanomediche sicure?

Impatto dell'apprendimento

La realtà aumentata migliora l'apprendimento:

- rende visibili i processi invisibili
- migliora la comprensione concettuale
- aumenta il coinvolgimento degli studenti
- collega la conoscenza teorica con le applicazioni del mondo reale

Grazie a questa esperienza immersiva, gli studenti acquisiscono una comprensione più approfondita di come la scienza su scala nanometrica stia trasformando l'assistenza sanitaria.





Conclusione:

La nanotecnologia sta trasformando la medicina moderna consentendo nuovi approcci alla diagnosi e al trattamento.

In questa unità didattica, gli studenti hanno esplorato strutture su scala nanometrica, tipologie di nanoparticelle e meccanismi di somministrazione dei farmaci. Hanno imparato come le nanoparticelle possano trasportare i farmaci direttamente alle cellule malate e ridurre gli effetti collaterali dannosi.

L'integrazione della realtà aumentata ha fornito un'esperienza immersiva che ha permesso agli studenti di visualizzare i processi su scala nanometrica e di comprendere come le nanoparticelle interagiscono con i sistemi biologici.

La nanomedicina rappresenta un potente esempio di scienza interdisciplinare, che unisce fisica, chimica, biologia e ingegneria per affrontare le sfide mediche del mondo reale.

La comprensione di questi principi prepara gli studenti a futuri studi e carriere in campi scientifici emergenti come l'ingegneria biomedica, la scienza farmaceutica e la nanotecnologia.

Fase	Descrizione
Esplorare	- Ricerca e scoperta: Gli studenti studiano esempi di nanotecnologia nella vita quotidiana e in medicina, come vaccini basati su nanoparticelle, biosensori diagnostici e sistemi di somministrazione di farmaci. Attraverso ricerche guidate su internet e discussioni in classe, esplorano come i materiali su scala nanometrica interagiscono con i sistemi biologici e perché le dimensioni sono importanti nelle applicazioni mediche.
	- Sviluppo dei contenuti: Gli insegnanti introducono il concetto di nanoscala e nanomedicina attraverso confronti visivi (capelli umani, globuli rossi, virus, nanoparticelle) e brevi video scientifici che spiegano la somministrazione di farmaci tramite nanoparticelle e la nanotecnologia in ambito sanitario. Diagrammi, animazioni e modelli concettuali aiutano gli studenti a visualizzare strutture che non possono essere osservate direttamente.
	- Analisi dei bisogni: Gli insegnanti valutano le conoscenze pregresse degli studenti su scala, cellule e tecnologie biomediche di base. Gli studenti condividono le loro idee iniziali su come i farmaci viaggiano all'interno del corpo e discutono possibili idee sbagliate sulla nanotecnologia, come la confusione tra dimensioni micro e nanometriche.
Eseguire	- Implementazione del curriculum: Gli studenti studiano come le nanoparticelle vengono progettate e utilizzate nei sistemi di somministrazione mirata di farmaci. Attraverso attività guidate e schede di lavoro, analizzano la struttura e la funzione di diversi tipi di nanoparticelle (nanoparticelle d'oro, nanotubi di carbonio, liposomi) ed esplorano come i farmaci possono essere caricati e rilasciati in siti bersaglio specifici.
	- Esercizi interattivi: Gli studenti lavorano in gruppi per completare attività di apprendimento strutturate, tra cui l'ordinamento delle strutture biologiche in base alle dimensioni.





Migliora re	l'associazione dei tipi di nanoparticelle alle loro funzioni e la descrizione delle fasi del rilascio di farmaci tramite nanoparticelle. I gruppi analizzano in modo collaborativo casi di studio di terapie oncologiche basate su nanoparticelle.
	- Raccolta di feedback: gli studenti presentano i loro risultati alla classe e discutono i vantaggi e i limiti della nanomedicina. Gli insegnanti guidano la riflessione su come le terapie mirate possano ridurre gli effetti collaterali rispetto ai trattamenti tradizionali. La discussione tra pari aiuta a chiarire eventuali malintesi e a rafforzare i concetti chiave.
	- Integrazione AR: gli studenti utilizzano un'applicazione di Realtà Aumentata (AR) per visualizzare strutture e processi nanometrici coinvolti nella nanomedicina. L'esperienza AR include scene che mostrano confronti di dimensioni nanometriche, tipi di nanoparticelle e il meccanismo di somministrazione mirata di farmaci all'interno del corpo.
	- Apprendimento interattivo: attraverso simulazioni di realtà aumentata, gli studenti osservano come le nanoparticelle si muovono attraverso i vasi sanguigni, si legano a specifici recettori sulle cellule tumorali e rilasciano i farmaci nei tessuti bersaglio. Possono manipolare variabili come il tipo di nanoparticella o il meccanismo di rilascio del farmaco e osservare i cambiamenti che ne derivano.
	Contenuto gamificato:
	-Punti e distintivi: Gli studenti guadagnano punti e badge digitali rispondendo correttamente alle domande del quiz di realtà aumentata, identificando i tipi di nanoparticelle e completando attività di apprendimento relative alla nanomedicina. -Missioni e livelli: I gruppi completano sfide di realtà aumentata progressive, come l'identificazione di strutture su scala nanometrica, la spiegazione delle fasi di somministrazione dei farmaci e la risoluzione di scenari basati su casi relativi alla terapia del cancro. -Ricompense per l'esplorazione: Vengono assegnati punti aggiuntivi quando gli studenti individuano nuove applicazioni pratiche della nanotecnologia in medicina o propongono idee innovative per le future tecnologie nanomediche. -Attività collaborative gamificate: I team collaborano per risolvere missioni basate sulla realtà aumentata, come la progettazione di un sistema efficace di somministrazione di farmaci tramite nanoparticelle o la selezione del tipo di nanoparticelle più appropriato per uno specifico problema medico. Valutazioni basate sulla realtà aumentata: Gli studenti dimostrano la loro comprensione completando attività guidate dalla realtà aumentata e producendo brevi relazioni che spiegano come le nanoparticelle interagiscono con i sistemi biologici e come funzionano le terapie mirate.

Riferimenti bibliografici

Whitesides, G. (2018). *Nanoscience and Nanotechnology*. Harvard University Press.

European Commission (2022). *Nanotechnology in Healthcare*.





De Jong, W. H., & Borm, P. J. A. (2008). Drug delivery and nanoparticles: Applications and hazards. *International Journal of Nanomedicine*.

Kumar, M., & Pathak, D. (2025). Nanotechnology-based nanoemulsion delivery systems for targeted drug delivery. *Pharmaceutical Nanotechnology*.

Ashraf, M., Zulfiqar, F., & Ijaz, U. (2025). Applications of nanoparticles in novel drug delivery systems. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*

Peer, D. et al. (2007). Nanocarriers as an emerging platform for cancer therapy. *Nature Nanotechnology*.

Ferrari, M. (2005). Cancer nanotechnology: Opportunities and challenges. *Nature Reviews Cancer*.

Freitas, R. (2005). *Nanomedicine, Volume I: Basic Capabilities*. Landes Bioscience.

National Nanotechnology Initiative (NNI). (2023). *Nanotechnology and medicine*.

NISE Network. *Introduction to Nanomedicine Educational Video*.

Uchegbu, I. (2024). Advances in nanotechnology drug delivery systems. *ELRIG Drug Discovery Conference*.

<https://www.delightex.com/>

<https://www.eu-jer.com/applying-augmented-reality-technology-in-stem-education-a-bibliometrics-analysis-in-scopus-database>

<https://www.mitrmedia.com/resources/blogs/exploring-the-role-of-ar-in-education-transforming-stem-learning-for-k12-students/>





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-00026516

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.