



Co-funded by
the European Union

Luce e materia: come interagiscono



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."





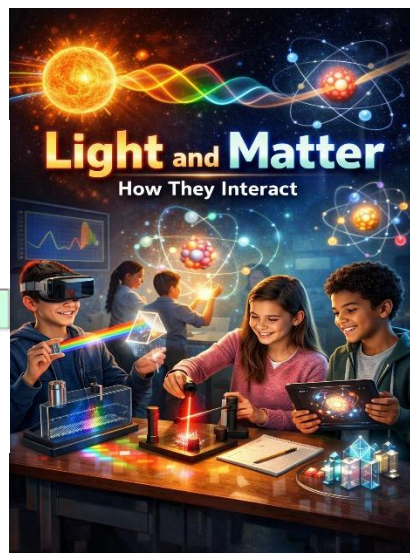
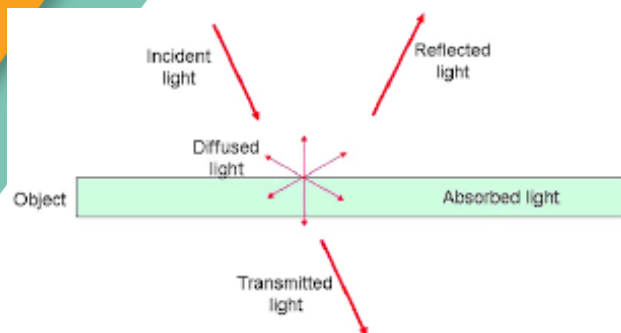
Co-funded by
the European Union

Introduzione:	6
Sezione 1: Esplora	7
Sezione 2: Esegui	
Sezione 3: Migliora	11
Conclusione:	14
Riferimenti bibliografici	16

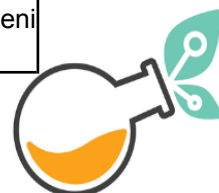


Project Number: 2023-I-DE03-KA220-SCH-000126516

"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."

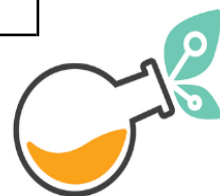


Argomento generale del percorso di apprendimento	Biofotonica
Nome specifico dell'unità didattica	Luce e materia: come interagiscono
Età degli utenti target	15-17 anni
Requisiti per lo studente	Gli studenti che partecipano a questa unità didattica dovrebbero possedere una conoscenza di base dei concetti di fisica, in particolare della natura della luce e della materia. Dovrebbero essere in grado di eseguire semplici misurazioni, registrare osservazioni e lavorare in gruppo. Curiosità, pensiero critico e disponibilità a cimentarsi in esperimenti pratici sono essenziali. Gli studenti devono avere dimestichezza con l'uso di dispositivi digitali e con l'esplorazione di applicazioni di realtà aumentata per manipolare esperimenti virtuali. Sono richieste competenze di base nell'interpretazione di diagrammi, tabelle e grafici. Non è necessaria alcuna conoscenza avanzata di ottica pregressa, ma è richiesta la motivazione a esplorare i fenomeni scientifici, analizzare i risultati e collegare la teoria all'osservazione pratica.
Descrizione dell'unità didattica	Questa unità didattica esplora come la luce interagisce con la materia attraverso la riflessione, la rifrazione, l'assorbimento e l'emissione. Gli studenti si cimentano in osservazioni, esperimenti pratici e simulazioni in realtà aumentata per sviluppare la comprensione concettuale, le capacità analitiche e la collaborazione. L'unità stimola la curiosità, il pensiero critico e la creazione di collegamenti concreti tra i concetti di fisica e i fenomeni quotidiani.





Oggetto: Parti coinvolte	Fisica, Chimica
Parole chiave	Ottica Interazione luce-materia, Riflessione e rifrazione Assorbimento ed emissione
Qualifiche, competenze e conoscenze chiave che si possono acquisire	Comprensione concettuale: Conoscenza delle proprietà della luce e delle sue interazioni con diversi materiali (riflessione, rifrazione, assorbimento, emissione). Competenze sperimentali: Capacità di progettare, condurre e analizzare esperimenti pratici di fisica. Analisi dei dati: Competenza nella registrazione delle osservazioni, nella creazione di tabelle e grafici e nell'interpretazione dei risultati. Alfabetizzazione digitale: Esperienza nell'utilizzo di strumenti di realtà aumentata per simulare e manipolare le interazioni luce-materia. Competenze trasversali: Sviluppo del pensiero critico, della capacità di risolvere problemi, del lavoro di squadra e della comunicazione scientifica. Applicazione nel mondo reale: Comprendere la rilevanza pratica dei fenomeni luminosi nella tecnologia e nella vita di tutti i giorni.
Risorse e sussidi didattici utilizzati	Attrezzatura da laboratorio: torce elettriche, specchi, prismi, lenti, carta colorata, contenitori di vetro e puntatori laser sicuri. Strumenti digitali: computer o tablet per applicazioni di realtà aumentata, come Delightex Edu, Merge EDU o Physics Toolbox AR. Materiale visivo: immagini, video e diagrammi che illustrano le interazioni luce-materia. Strumenti per la registrazione dei dati: Fogli di lavoro, tabelle e modelli di grafici per misurazioni e osservazioni. Strumenti collaborativi: lavagne, poster o piattaforme digitali condivise (ad esempio, Google Drive) per discussioni di gruppo e presentazioni. Guide didattiche: istruzioni fornite dall'insegnante, protocolli sperimentali passo passo e guide per l'utente della realtà aumentata.





Criteri di valutazione e valutazione	Partecipazione attiva: coinvolgimento in tutte le fasi (Esplorazione, Esecuzione, Miglioramento) e contributo alle discussioni di gruppo. Accuratezza delle osservazioni: corretta registrazione e interpretazione dei risultati sperimentali e delle simulazioni AR. Competenze di analisi dei dati: Capacità di organizzare i dati in tabelle, grafici e diagrammi e di trarre conclusioni basate su prove concrete. Collegamento con la teoria: Collegare le osservazioni sperimentali e di realtà aumentata ai concetti fisici fondamentali dell'interazione luce-materia. Collaborazione e comunicazione: lavoro di squadra efficace, presentazione chiara dei risultati e contributo a relazioni o presentazioni di gruppo. Pensiero riflessivo: Dimostrare una riflessione critica sui risultati dell'apprendimento, sulle sfide e sulle applicazioni pratiche.
---	--





Introduzione:

La luce è uno dei fenomeni più fondamentali in natura e svolge un ruolo cruciale nel modo in cui gli esseri umani percepiscono e comprendono il mondo. Ogni giorno incontriamo la luce che interagisce con diverse forme di materia: gli specchi riflettono la nostra immagine, le lenti rifrangono la luce per mettere a fuoco le immagini in macchine fotografiche e occhiali, le superfici assorbono la luce e appaiono di colori diversi, e alcuni materiali emettono luce tramite fluorescenza o fosforescenza. Questi fenomeni non sono solo fondamentali per la fisica, ma anche per le moderne tecnologie come laser, fibre ottiche, sensori ottici, pannelli solari e display digitali.

Comprendere l'interazione tra luce e materia permette agli studenti di esplorare concetti fisici fondamentali, sviluppando al contempo il pensiero analitico e le capacità di osservazione. Questa unità didattica si concentra sui principali meccanismi di interazione luce-materia: riflessione, rifrazione, assorbimento ed emissione. Attraverso una combinazione di osservazione, attività sperimentali e simulazioni digitali, gli studenti indagheranno sul comportamento della luce quando incontra materiali diversi.

Oltre alle tradizionali attività pratiche di laboratorio, questa unità didattica integra le tecnologie di Realtà Aumentata (AR) per migliorare l'esperienza di apprendimento. La realtà aumentata permette agli studenti di visualizzare processi normalmente invisibili a occhio nudo, come il comportamento dei fotoni o le interazioni microscopiche tra luce e atomi. Manipolando ambienti virtuali e osservando i cambiamenti in tempo reale dei fenomeni fisici, gli studenti possono sviluppare una comprensione concettuale più approfondita del comportamento della luce.

La struttura dell'unità didattica è organizzata in tre fasi principali: Esplora, Esegui e Approfondisci. Nella fase Esplora, gli studenti vengono introdotti ai concetti chiave attraverso l'osservazione e la discussione guidata. Nella fase Esegui, applicano questi concetti attraverso esperimenti strutturati e attività collaborative. Nella fase Approfondisci, vengono utilizzati strumenti di realtà aumentata (AR) per ampliare e approfondire la comprensione, consentendo una visualizzazione immersiva e un'esplorazione interattiva dei fenomeni fisici.

L'integrazione di attività sperimentali e simulazioni basate sulla realtà aumentata promuove l'apprendimento basato sull'indagine, incoraggia la collaborazione tra gli studenti e favorisce il pensiero critico.





Collegando le conoscenze teoriche all'osservazione pratica e all'esplorazione digitale, questa unità didattica mira a creare un'esperienza di apprendimento completa e coinvolgente.

In definitiva, gli studenti acquisiranno una comprensione più approfondita di come la luce interagisce con la materia e di come queste interazioni trovino applicazione nelle tecnologie di tutti i giorni e nei fenomeni naturali.

Sezione 1: Esplora

Video di finanziamento:

https://www.youtube.com/watch?v=BUYeQa_-ojk

<https://www.youtube.com/watch?v=3-V-uRXDiJk>

<https://www.youtube.com/watch?v=DOsro2kGjGc>





Osservazione e comprensione concettuale

La fase di esplorazione introduce gli studenti ai concetti fondamentali di luce e materia attraverso l'osservazione, l'indagine guidata dalla curiosità e la discussione guidata. L'obiettivo di questa fase è creare una solida base concettuale prima di passare a sperimentazioni più strutturate.

La luce è un'onda elettromagnetica in grado di viaggiare attraverso lo spazio vuoto e diversi materiali. Luce e materia interagiscono principalmente attraverso quattro processi fondamentali: assorbimento, riflessione, trasmissione ed emissione. Queste interazioni dipendono dalla struttura chimica e dalle proprietà fisiche del materiale incontrato dalla radiazione elettromagnetica e dalla lunghezza d'onda della luce.

Meccanismi di interazione fondamentali

Riflessione: La riflessione si verifica quando la luce rimbalza su una superficie. Questo fenomeno è responsabile delle immagini che vediamo negli specchi e in molte superfici riflettenti. La legge della riflessione afferma che l'angolo di incidenza (l'angolo tra la luce incidente e la normale alla superficie) è uguale all'angolo di riflessione.

Trasmissione: La luce attraversa un mezzo. La rifrazione si verifica quando la luce passa da un mezzo a un altro e cambia direzione. Questo accade perché la velocità della luce cambia quando attraversa materiali con densità ottiche diverse. Un esempio comune di rifrazione si può osservare quando una cannuccia immersa in un bicchiere d'acqua appare piegata.

Assorbimento: Questo fenomeno si verifica quando un materiale assorbe energia luminosa e la converte in altre forme di energia, come il calore. I colori che vediamo negli oggetti sono strettamente correlati all'assorbimento: i materiali assorbono determinate lunghezze d'onda della luce e ne riflettono altre.





Emissione: Si verifica quando atomi o molecole rilasciano energia sotto forma di luce. Questo può accadere in fenomeni come la fluorescenza, la fosforescenza e la luce prodotta dai LED.

Dispersione: La luce viene deviata in più direzioni quando colpisce piccole particelle o superfici irregolari.

Per comprendere queste interazioni, gli studenti devono osservare esempi concreti e collegarli a spiegazioni fisiche. Durante la fase di esplorazione, gli insegnanti incoraggiano gli studenti a osservare e identificare attivamente questi fenomeni nelle situazioni di tutti i giorni.

Attività di esplorazione

1. Introduzione visiva

L'insegnante introduce l'argomento mostrando immagini o brevi video che illustrano diversi esempi di interazione tra la luce e la materia. Gli esempi possono includere:

- Luce riflessa negli specchi
- La luce che attraversa i prismi e forma gli arcobaleni
- Ombre formate da oggetti opachi
- Materiali fluorescenti che si illuminano sotto la luce ultravioletta

Agli studenti viene chiesto di descrivere ciò che osservano e di individuare le differenze tra i materiali.

2. Attività di brainstorming

Gli studenti lavorano in piccoli gruppi e creano un elenco di situazioni della vita quotidiana in cui la luce interagisce con la materia. Alcuni esempi possono includere:

- Riflessi nell'acqua





- Luce che filtra attraverso le finestre
- Colori osservati negli oggetti
- Luce emessa da schermi o lampade

Ciascun gruppo condivide le proprie osservazioni con la classe.

3. Semplici esperimenti di osservazione

Gli studenti eseguono rapidi esperimenti esplorativi utilizzando materiali semplici:

- Torce elettriche
- Fogli di plastica trasparente
- Specchi
- Carta colorata
- Contenitori di vetro riempiti d'acqua

Gli studenti osservano come si comporta la luce quando interagisce con diverse superfici e registrano le loro osservazioni.

Risultati di apprendimento attesi

Al termine della fase di esplorazione, gli studenti dovrebbero essere in grado di:

- Riconoscere esempi comuni di interazione luce-materia
- Sviluppare capacità di osservazione
- Formulare domande su come e perché questi fenomeni si verificano.

Gli studenti dovranno inoltre formulare delle ipotesi che verranno verificate durante la fase sperimentale.





Sezione 2: Esegui

Sperimentazione pratica e indagine sul campo

Nella fase di esecuzione, gli studenti applicano i concetti introdotti nella fase di esplorazione attraverso attività sperimentali strutturate. L'obiettivo è sviluppare competenze scientifiche pratiche come la misurazione, l'osservazione, l'analisi dei dati e il lavoro di squadra.

Gli esperimenti permettono agli studenti di verificare le leggi fisiche che regolano la luce e di comprendere come i diversi materiali influenzino il comportamento della luce.

Esperimento 1: Riflessione

Gli studenti studiano la legge della riflessione utilizzando specchi e una sorgente luminosa.

Materiali

- specchio piano
- Puntatore laser o torcia elettrica
- Goniometro
- Carta e matita

Procedura

Gli studenti dirigono un fascio di luce verso lo specchio e misurano gli angoli di incidenza e di riflessione utilizzando un goniometro.

Osservazione

Gli studenti verificano che l'angolo di incidenza sia uguale all'angolo di riflessione.

Esperimento 2: Rifrazione

Gli studenti esplorano come la luce si piega quando attraversa materiali diversi.

Materiali

- Contenitore trasparente riempito d'acqua
- matita o cannuccia
- Puntatore laser o torcia elettrica

Procedura

Gli studenti illuminano il contenitore con una luce e osservano come cambia la direzione del fascio luminoso.

Osservazione

Gli studenti osservano che la luce si piega quando entra ed esce dall'acqua.





Esperimento 3: Assorbimento

Gli studenti studiano come i diversi materiali assorbono la luce.

Materiali

- Carta colorata
- Termometro
- Fonte di luce

Procedura

Gli studenti espongono alla luce superfici di diverso colore e misurano le variazioni di temperatura.

Osservazione

I colori più scuri in genere assorbono più energia luminosa e assumono una tonalità più calda.

Analisi dei dati

Gli studenti registrano le osservazioni in tabelle e confrontano i risultati con quelli di altri gruppi.

Discutono di questioni quali:

- Perché alcuni materiali riflettono più luce di altri?
- Perché la luce si piega quando attraversa l'acqua o il vetro?
- In che modo il colore influisce sull'assorbimento?

Gli studenti preparano una breve relazione di gruppo che riassume i loro risultati e le relative interpretazioni.

Ruolo della realtà aumentata nella fase di esecuzione

La tecnologia AR può supportare la fase sperimentale consentendo agli studenti di simulare esperimenti o visualizzare i processi sottostanti. Gli strumenti AR possono mostrare il percorso dei fotoni, illustrare la propagazione delle onde luminose o descrivere le interazioni a livello atomico.

Ad esempio, gli studenti possono osservare rappresentazioni virtuali di fotoni che interagiscono con i materiali, facilitando la comprensione di processi che non possono essere visti direttamente.





Sezione 3: Migliora

Realtà aumentata per una comprensione più profonda

La fase Enhance integra le tecnologie di realtà aumentata per ampliare la comprensione degli studenti al di là di quanto osservabile attraverso gli esperimenti tradizionali.

Gli strumenti di realtà aumentata consentono agli studenti di esplorare ambienti virtuali in cui le interazioni tra luce e materia vengono visualizzate in modo dinamico e interattivo.

Come la realtà aumentata migliora l'apprendimento

La realtà aumentata offre numerosi vantaggi in ambito educativo:

1. *Visualizzazione di fenomeni invisibili*

Molti processi fisici avvengono a scale che non possono essere osservate direttamente. La realtà aumentata può rappresentare fotoni, onde elettromagnetiche e interazioni atomiche.

2. *Apprendimento interattivo*

Gli studenti possono manipolare variabili come la lunghezza d'onda, l'angolo di incidenza e le proprietà del materiale.

3. *Coinvolgimento migliorato*

Gli ambienti di realtà aumentata stimolano la curiosità e motivano gli studenti a esplorare attivamente i concetti scientifici.

4. *Comprensione concettuale*

Concetti complessi come la propagazione delle onde o l'assorbimento dei fotoni diventano più facili da comprendere quando vengono visualizzati in modo dinamico.

Esercizio di realtà aumentata: Luce e materia - Come interagiscono

Questa unità didattica è integrata dall'esercizio in realtà aumentata "Luce e materia: come interagiscono", sviluppato in Delightex Studio per il progetto BioS4You 2.0. Attraverso sei scene interattive, gli studenti sperimentano i principi fondamentali dell'ottica geometrica e della teoria ondulatoria in un ambiente immersivo di realtà aumentata.





Scena 1: Introduzione. Mostra il titolo e una panoramica a tre pannelli che illustra i tre concetti principali: Riflessione (specchio con angoli simmetrici), Rifrazione (deviazione della luce attraverso un prisma secondo la legge di Snell) e Onde elettromagnetiche (campi elettrici e magnetici perpendicolari).

Scena 2: Raggi di luce e angoli. Introduce la convenzione fondamentale in ottica: misurare gli angoli dalla normale anziché dalla superficie. Gli studenti osservano un raggio di luce che colpisce una superficie, con una linea normale tratteggiata perpendicolare alla superficie e l'angolo di incidenza θ_i chiaramente distinto tra il raggio e la normale.

Questo concetto fondamentale prepara gli studenti a comprendere sia la riflessione che la rifrazione, dove tutte le misurazioni angolari fanno riferimento alla normale.

Scena 3: Riflessione - Legge degli angoli uguali. Dimostra la legge della riflessione. Gli studenti vedono un raggio incidente, una superficie speculare e un raggio riflesso con la formula $\theta_i = \theta_r$ ben visibile. La simmetria della riflessione diventa visivamente evidente poiché entrambi gli angoli sono misurati dalla stessa normale. Un quiz sfida gli studenti ad applicare questa legge: se la luce colpisce uno specchio con un angolo di 30° rispetto alla normale, con quale angolo viene riflessa?

Visualizzando la perfetta simmetria della riflessione, gli studenti comprendono perché gli specchi producono immagini accurate e perché la normale funge da linea di riferimento.

Scena 4: Rifrazione - Legge di Snell. Il diagramma mostra la luce che passa dall'aria ($n_1 = 1,0$) al vetro ($n_2 = 1,5$). Gli studenti osservano il raggio incidente che si incurva verso la normale quando entra nel materiale più denso, con gli angoli θ_1 e θ_2 chiaramente indicati. Viene visualizzata la formula della legge di Snell $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$, collegando la relazione matematica al fenomeno visivo. Un quiz chiede agli studenti di prevedere cosa accade quando la luce passa dall'aria al vetro.

Questa scena colma il divario tra la formula astratta e la flessione osservabile della luce, spiegando fenomeni come l'aspetto curvo degli oggetti nell'acqua.

Scena 5: Onde elettromagnetiche. Presenta una visualizzazione 3D della luce come onda elettromagnetica. Gli studenti osservano il campo elettrico E che oscilla verticalmente, il campo magnetico B che oscilla orizzontalmente perpendicolarmente a E , ed entrambi





perpendicolarmente alla direzione di propagazione v . La lunghezza d'onda λ è chiaramente indicata. Un quiz affronta la relazione di perpendicolarità tra E , B e v .

Visualizzando la natura elettromagnetica invisibile della luce, gli studenti comprendono che la luce non è solo un raggio, ma un'onda con componenti elettriche e magnetiche oscillanti.

Scena 6: Valutazione finale. Il corso consolida l'apprendimento attraverso tre quiz completi che trattano i fenomeni di rifrazione (una cannuccia piegata nell'acqua), i calcoli della legge di Snell e la determinazione del colore della luce in base alla lunghezza d'onda. Il superamento di tutti i quiz sblocca il messaggio di congratulazioni, offrendo un senso di conclusione e di realizzazione.

Questa fase di valutazione garantisce che gli studenti siano in grado di applicare i principi dell'ottica a situazioni reali e di collegare l'ottica geometrica alle proprietà ondulatorie.

Attività di apprendimento in realtà aumentata

Utilizzando una piattaforma di realtà aumentata come Delightex Edu, gli studenti interagiscono con un ambiente virtuale in cui i fotoni interagiscono con diversi materiali.

Gli studenti possono:

- Modificare la lunghezza d'onda della luce
- Modificare l'angolo di incidenza
- Passa da un materiale all'altro, ad esempio vetro, acqua o metallo.

Essi osservano come questi cambiamenti influenzano la riflessione, la rifrazione, l'assorbimento e l'emissione.

Gli studenti acquisiscono schermate o brevi video per documentare le loro osservazioni.

Esempi di applicazioni utili della realtà aumentata

Alcuni strumenti di realtà aumentata che possono supportare l'apprendimento della fisica includono:

- Delightex Edu
- Unione RIUSCITA
- Strumenti di fisica AR
- JigSpace

Questi strumenti permettono agli insegnanti di creare esperienze di apprendimento immersive che combinano ambienti del mondo reale con simulazioni digitali.





Conclusion:

Questa unità didattica ha esplorato le interazioni fondamentali tra luce e materia attraverso l'osservazione, la sperimentazione e la simulazione digitale.

Gli studenti hanno iniziato osservando esempi concreti di interazione della luce con diversi materiali. Attraverso discussioni e attività esplorative, hanno sviluppato curiosità e formulato domande sul comportamento della luce.

La fase sperimentale ha permesso agli studenti di mettere alla prova le proprie ipotesi attraverso attività pratiche che coinvolgevano riflessione, rifrazione e assorbimento. Misurando gli angoli, osservando i percorsi della luce e registrando i dati, gli studenti hanno acquisito esperienza pratica nell'indagine scientifica.

L'integrazione della realtà aumentata ha migliorato significativamente il processo di apprendimento. Le tecnologie AR hanno permesso agli studenti di visualizzare processi microscopici e manipolare variabili fisiche in modi che non sarebbero possibili nei tradizionali laboratori.

Grazie alla combinazione di osservazione, sperimentazione e strumenti digitali immersivi, gli studenti hanno sviluppato una comprensione più approfondita della fisica della luce e della materia. Hanno inoltre rafforzato competenze trasversali come la collaborazione, il pensiero critico e la comunicazione scientifica.

I concetti esplorati in questa unità si collegano direttamente a numerose tecnologie del mondo reale, tra cui strumenti ottici, telecomunicazioni, display digitali e sistemi di energia rinnovabile.

Incoraggiare gli studenti a esplorare questi collegamenti li aiuta ad apprezzare la rilevanza della fisica nella vita di tutti i giorni e li motiva ad approfondire ulteriormente argomenti scientifici.

L'esercizio in realtà aumentata "Luce e materia: come interagiscono", sviluppato per il progetto BioS4You 2.0, dà vita a questi concetti attraverso sei scene interattive in Delightex Studio. Gli studenti passano dalla comprensione delle convenzioni di misurazione degli angoli alla visualizzazione della struttura delle onde elettromagnetiche, sperimentando fenomeni ottici che collegano l'ottica geometrica e la teoria ondulatoria in modi che i diagrammi tradizionali non possono trasmettere.





Fase	Descrizione
Esplorare	- Ricerca e scoperta: Gli studenti iniziano esaminando esempi di interazione luce-materia che si verificano nella vita di tutti i giorni, come arcobaleni, specchi, lenti e schermi. Sono incoraggiati a osservare i fenomeni che li circondano, a porsi domande e a collegare queste osservazioni alle conoscenze pregresse di fisica. Questa fase stimola la curiosità e incoraggia gli studenti a stabilire connessioni tra concetti astratti ed esperienze concrete.
	- Sviluppo dei contenuti: Gli insegnanti forniscono spiegazioni introduttive sulla natura della luce, le sue proprietà e il modo in cui interagisce con la materia. Materiali visivi, tra cui diagrammi, animazioni e brevi video, aiutano gli studenti a concettualizzare la riflessione, la rifrazione, l'assorbimento e la diffusione, rendendo più accessibili fenomeni invisibili.
	- Analisi dei bisogni: Gli insegnanti valutano le conoscenze pregresse degli studenti e individuano eventuali idee sbagliate, come confondere la riflessione con la rifrazione o non comprendere come la luce si propaga attraverso diversi mezzi. Discussioni iniziali e attività diagnostiche assicurano che l'insegnamento sia adattato al livello di conoscenza degli studenti.
Eseguire	- Attuazione del curriculum: Gli studenti partecipano ad attività di laboratorio strutturate che dimostrano i fenomeni di riflessione, rifrazione, assorbimento e diffusione. Eseguono esperimenti utilizzando prismi, lenti, specchi e sorgenti luminose, raccogliendo dati e facendo osservazioni dettagliate. Queste esperienze pratiche consentono agli studenti di collegare la teoria alla pratica, osservando come si comporta la luce in ambienti controllati.
	- Esercizi interattivi: Lavorando in gruppo, gli studenti conducono esperimenti collaborativi e analizzano i risultati. Discutono le tendenze riscontrate nei dati, confrontano i risultati e risolvono problemi pratici, come prevedere i percorsi della luce attraverso materiali diversi. Questo approccio collaborativo promuove le capacità comunicative, il pensiero critico e il lavoro di squadra.
	- Raccolta di feedback: Gli studenti condividono i risultati dei loro esperimenti con i compagni e gli insegnanti, riflettono sulle discrepanze e discutono le possibili spiegazioni. Gli insegnanti forniscono indicazioni per aiutare gli studenti a perfezionare la loro comprensione e a consolidare i concetti chiave. Il feedback tra pari incoraggia la partecipazione attiva e rafforza l'apprendimento.
Migliorare	- Integrazione AR: Gli studenti utilizzano piattaforme di Realtà Aumentata (AR) per visualizzare il comportamento dei fotoni, i percorsi della luce e i fenomeni ottici in tre dimensioni. La realtà aumentata consente loro di esplorare in modo interattivo riflessione, rifrazione, diffrazione e assorbimento, offrendo una prospettiva dinamica che integra gli esperimenti pratici.
	- Apprendimento interattivo: gli studenti manipolano variabili come l'angolo di incidenza della luce, il tipo di mezzo e la lunghezza d'onda in tempo reale, osservando gli effetti immediati sul comportamento della luce. Questa interattività approfondisce la comprensione e incoraggia la sperimentazione in un ambiente digitale sicuro e coinvolgente.





Riferimenti bibliografici

Hecht, E. (2017). *Ottica* Pearson Education.

Serway, R., & Jewett, J. (2018). *Fisica per studenti di Scienze e Ingegneria* Cengage Learning.

UNESCO (2022). *Tecnologie digitali nell'istruzione: applicazioni di realtà aumentata e realtà virtuale nell'apprendimento delle scienze*.

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

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

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

<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.