



Co-funded by
the European Union

Teaching unit: Il meccanismo della visione: dalla luce al cervello (The Vision Mechanism: From Light to the Brain)

DiFC - University of Palermo



BIO4YOU

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."





Contents

1. <i>Il meccanismo della visione: dalla luce al cervello</i>	3
Biologia della visione e fisica dell'ottica; trasduzione del segnale; dal bulbo oculare alla corteccia visiva	3
2. <i>Explore Module</i>	6
Engagement phase	6
Brainstorming activities in the classroom	7
Basic Level	8
Physics and Optics of Vision	8
Dalla fisica alla fisiologia: fotorecettori e segnale.	9
Distribuzione spaziale e acutezza.	10
Dalla retina al cervello: tappe obbligate.	10
Dalla teoria agli oggetti di tutti i giorni.	11
Risorse	11
Advanced Level	11
Flipped Learning:	12
3. <i>Operation Module</i>	13
Basic Level	13
Advanced Level	14
Activities:	15
4. <i>References</i>	16





General topic of the learning path	Il meccanismo della visione: dalla luce al cervello (The Vision Mechanism: From Light to the Brain)
Specific name of the learning unit	Biologia della visione e fisica dell'ottica; trasduzione del segnale; dal bulbo oculare alla corteccia visiva
Age of the target users	17-19 anni
Requirements for the learner	Conoscenze di base di biologia (anatomia dell'occhio, tessuti nervosi), fisica (ottica geometrica: riflessione, rifrazione, messa a fuoco) ed elementi introduttivi di elettrofisiologia.
Description of the learning unit	L'unità guida studenti e docenti in un percorso multidisciplinare che integra biologia e fisica per comprendere come la luce riflessa dagli oggetti venga messa a fuoco sulla retina, trasdotta dai fotorecettori (coni e bastoncelli) in segnali elettrici e trasmessa lungo il nervo ottico fino alle aree corticali della visione. L'impiego di strumenti digitali/AR è finalizzato a rendere visibili passaggi altrimenti invisibili (attivazione dei fotopigmenti, instradamento del segnale), collegando strutture anatomiche e principi fisici in modo chiaro e progressivo.
Subject: Parties involved	Biologia, Neuroscienze, Fisica (Ottica), Tecnologia (visualizzazione/AR)
Keywords	Visione; Retina; Coni e bastoncelli; Trasduzione del segnale; Nervo ottico; Rifrazione; Messa a fuoco; Corteccia visiva; AR; Scene-based learning





Key qualifications, skills and knowledge that can be acquired	• Reasoning & problem solving su processi bio-fisici integrati • Design thinking per sequenze e rappresentazioni (scene) • Conoscenze pratiche: ottica geometrica, anatomia oculare, vie visive • Competenze digitali/AR: visualizzazione 3D, overlay informativi, navigazione per scene
Resources and didactic aids used	Piattaforme AR (es. Delightex Studio - Spaces, Marker), risorse web affidabili e video didattici, articoli e database scientifici; modelli 3D (occhio, retina/fotorecettori, nervo ottico) e overlay testuali per dati chiave.
Assessment criteria and evaluation	Valutazione dei livelli di conoscenza (sequenza ottica-biologica-neurale), abilità (relazioni causa-effetto tra fenomeni ottici e risposte biologiche) e competenze (uso consapevole di AR, integrazione interdisciplinare).

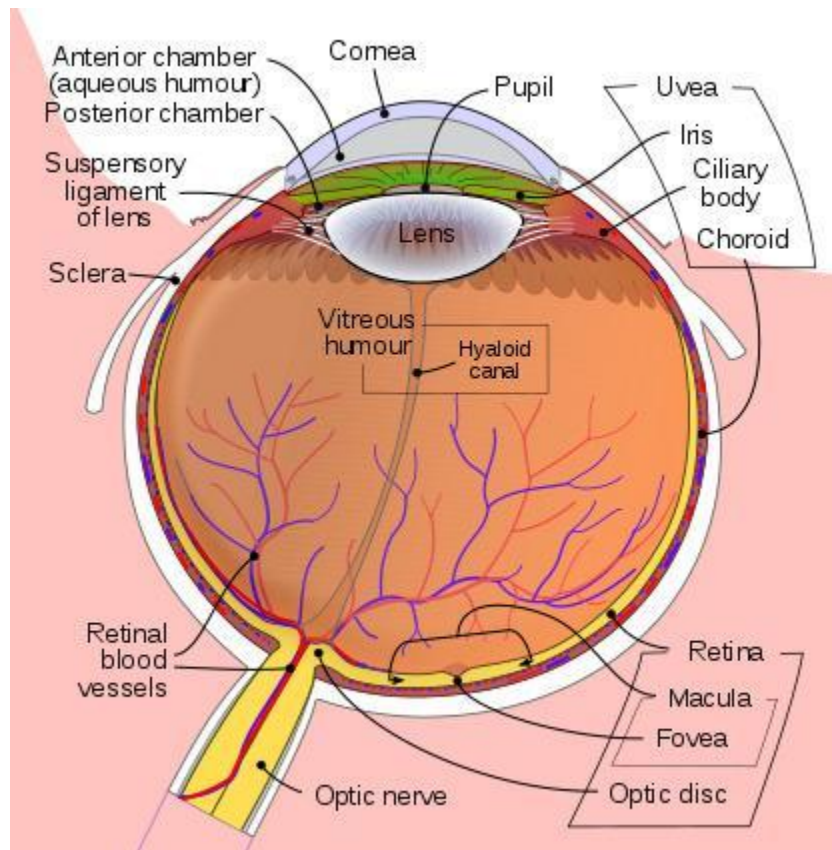


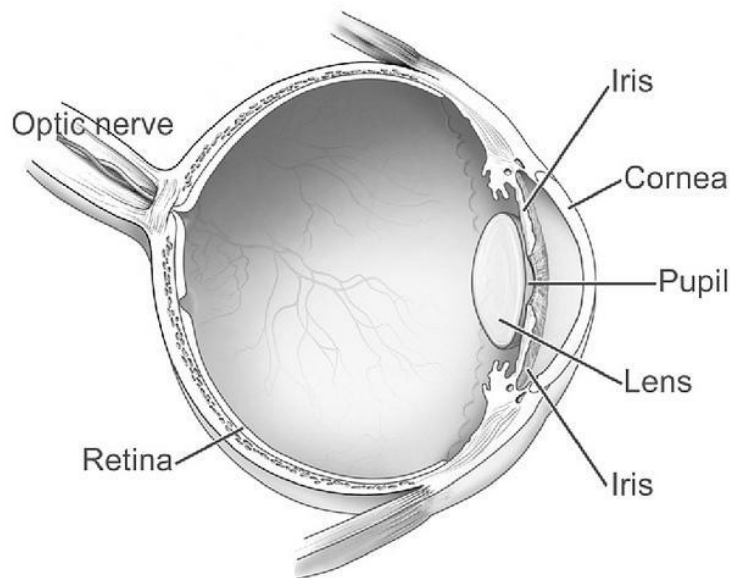


1. Il meccanismo della visione: dalla luce al cervello

Biologia della visione e fisica dell'ottica; trasduzione del segnale; dal bulbo oculare alla corteccia visiva

La visione nasce dall'incontro tra fenomeni fisici e processi biologici. La luce riflessa dagli oggetti attraversa i mezzi trasparenti dell'occhio, subisce rifrazione e viene messa a fuoco sulla retina; qui, i fotorecettori convertono l'energia luminosa in segnali elettrici che sono instradati lungo il nervo ottico fino alle aree corticali deputate all'elaborazione visiva. Vedere non significa registrare passivamente un'immagine, ma ricostruirla a partire da segnali che il cervello interpreta e integra.



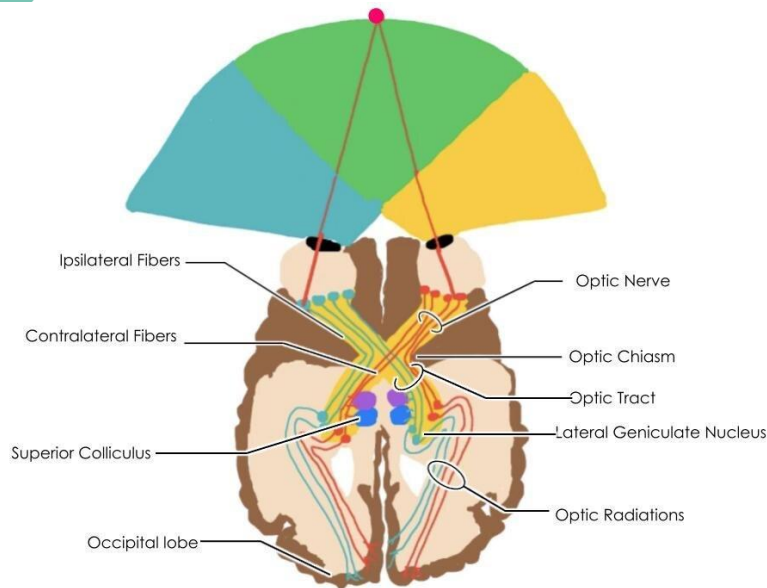


La messa a fuoco dipende dalla curvatura delle superfici e dall'indice di rifrazione dei mezzi oculari. Alterazioni geometriche o ottiche portano a condizioni come miopia o ipermetropia, in cui il fuoco cade davanti o dietro il piano retinico. Il cristallino contribuisce all'accomodazione, variando la propria curvatura per mantenere la nitidezza a diverse distanze.

La retina è un tessuto nervoso specializzato. I bastoncelli, molto sensibili, sostengono la visione in condizioni di scarsa luminosità; i coni, meno sensibili, consentono la visione a colori e l'acutezza visiva in luce diurna. La fototrasduzione inizia quando i fotopigmenti assorbono fotoni e avviano una cascata biochimica che modula il potenziale di membrana dei fotorecettori e dei neuroni retinici successivi (cellule bipolari, gangliari e interneuroni).

Dalla retina, gli assoni delle cellule gangliari formano il nervo ottico. Le fibre si incrociano parzialmente al chiasma ottico, così che ciascun emisfero riceva le informazioni dell'emicampo visivo opposto. Il segnale prosegue nel tratto ottico fino al corpo genicolato laterale del talamo e raggiunge quindi la corteccia visiva primaria (V1), dove, insieme alle aree associative, vengono estratte e integrate caratteristiche come forma, profondità, movimento e colore.





La percezione è influenzata anche da meccanismi di adattamento e da processi inferenziali. L'adattamento consente al sistema visivo di mantenere la sensibilità su ampi intervalli di luminanza; le illusioni visive mostrano che il cervello interpreta gli stimoli in base al contesto e all'esperienza, completando informazioni parziali per ricostruire una scena coerente.

La visione binoculare fornisce indizi di disparità retinica utili alla stima della profondità; indizi monoculari come dimensione relativa, prospettiva, occlusione e ombreggiatura contribuiscono alla percezione tridimensionale anche con un solo occhio.

In ottica educativa, è importante chiarire la sequenza degli eventi: (1) la luce viene focalizzata sul piano retinico; (2) i fotorecettori trasformano la luce in segnali elettrici; (3) la rete retinica pre-elabora il segnale; (4) il segnale viaggia lungo il nervo ottico e le stazioni talamiche; (5) la corteccia visiva integra le informazioni per ottenere la rappresentazione percettiva. Una presentazione ordinata di questi passaggi aiuta a collegare in modo stabile cause fisiche ed effetti biologici.

L'impiego mirato di strumenti digitali e di realtà aumentata consente di rendere visibili passaggi altrimenti invisibili, come il percorso della luce nei mezzi oculari, l'attivazione dei fotorecettori e la trasmissione dei segnali lungo le vie ottiche. La visualizzazione in sequenza, scena dopo scena, facilita la comprensione delle relazioni tra strutture anatomiche e principi fisici.

Riflettiamo insieme. Perché in assenza di luce non vediamo? In che modo la curvatura del cristallino o l'indice di rifrazione dei mezzi oculari influenzano la nitidezza? Quanto conta l'interpretazione corticale nella percezione del colore e del movimento? Queste domande aiutano a mettere in relazione i fenomeni osservabili con i meccanismi sottostanti.



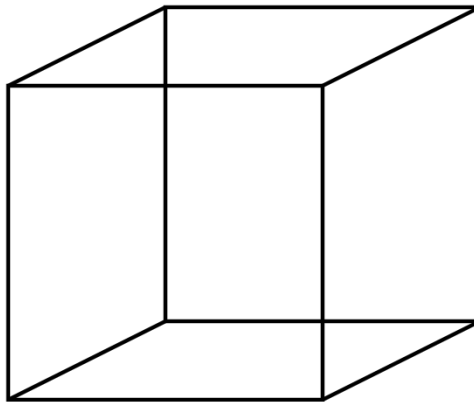


2. Explore Module

Engagement phase

Domanda guida. Vediamo con gli occhi o con il cervello?

La lezione si apre con un breve stimolo: una foto in cui una stessa superficie appare di colore diverso a seconda del contesto o un'illusione di luminosità. Lo scopo non è “ingannare” gli studenti, ma introdurre l'idea che la visione non è una semplice ripresa ottica: è interpretazione di segnali fisici da parte di strutture biologiche.



Stimoli iniziali (video e risorse brevi).

How the eyes work - National Eye Institute (NEI): panoramica chiara delle parti dell'occhio e del percorso della luce.

<https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/healthy-vision/how-eyes-work>

Our eyes - our vision - Science Learning Hub: sintesi divulgativa sul tragitto del segnale retina→nervo ottico→cervello

<https://www.sciencelearn.org.nz/resources/3006-our-eyes-our-vision>

PhET - Geometric Optics (lenti/immagini): mini-esplorazione su rifrazione e messa a fuoco.

https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html

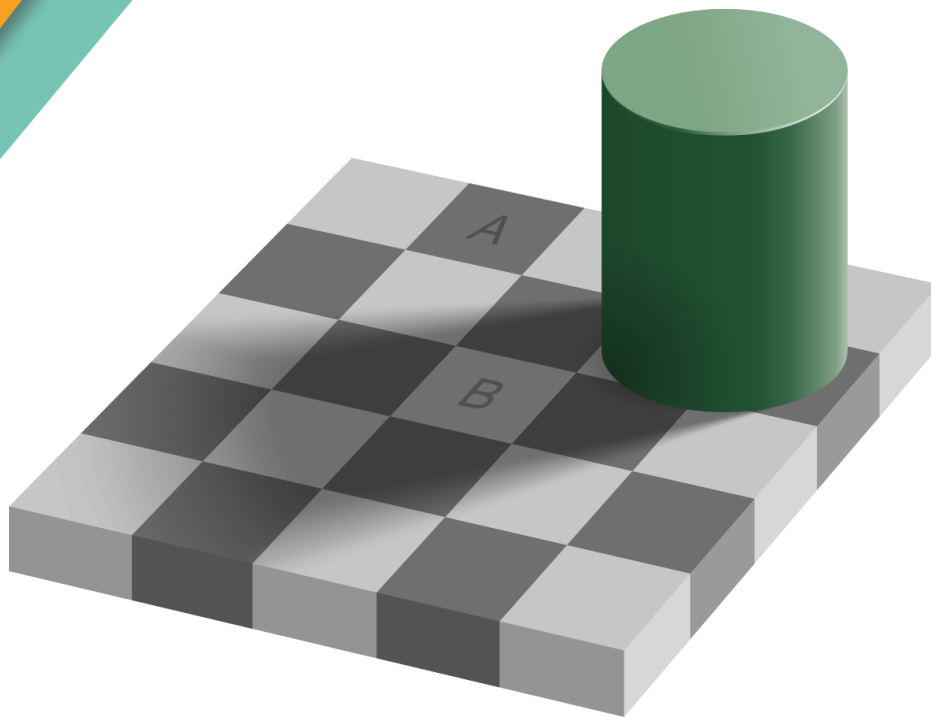
Attività di avvio (5-10 min).

Proiezione veloce di un'illusione ottica o breve clip introduttiva: “perché vediamo una cosa che non c'è?”
→ obiettivo: mostrare che la visione è un'interpretazione guidata dal cervello (non solo “entrata” ottica).

Esempio divulgativo: How vision works (Academy of Science - Curious)

<https://www.science.org.au/curious/video/vision>





Brainstorming activities in the classroom

Frase trainante. Senza luce non c'è visione: che cosa succede alla luce lungo il suo percorso nell'occhio e come diventa un segnale elettrico interpretabile dal cervello?

Domande-stimolo.

Che cosa determina la messa a fuoco dell'immagine sulla retina?

La **rifrazione** in cornea e cristallino; la **pupilla** regola la luce; l'**accomodazione** del cristallino mantiene la nitidezza a distanze diverse.

Perché in condizioni di buio vediamo peggio i colori?

Prevale l'attività dei **bastoncelli** (alta sensibilità ma senza colore), mentre i **coni** richiedono più luce per discriminare le lunghezze d'onda.

La retina "registra" un'immagine già pronta?

No; la retina **pre-elabora** (contrasto, movimento, direzione), poi il segnale viaggia verso talamo e **corteccia visiva**, dove l'informazione è integrata.

Perché certi oggetti risultano nitidi a una distanza e sfocati a un'altra?

Perché la posizione del **fuoco** dipende da geometria e indici di rifrazione; quando il piano d'immagine non coincide con la **retina**, l'immagine è fuori fuoco (miopia/ipermetropia).

Micro-compito.





Etichettare le parti dell'occhio (cornea, pupilla, iride, cristallino, retina, nervo ottico) usando una scheda o una risorsa interattiva.

Spunto: Labelling the eye - Science Learning Hub

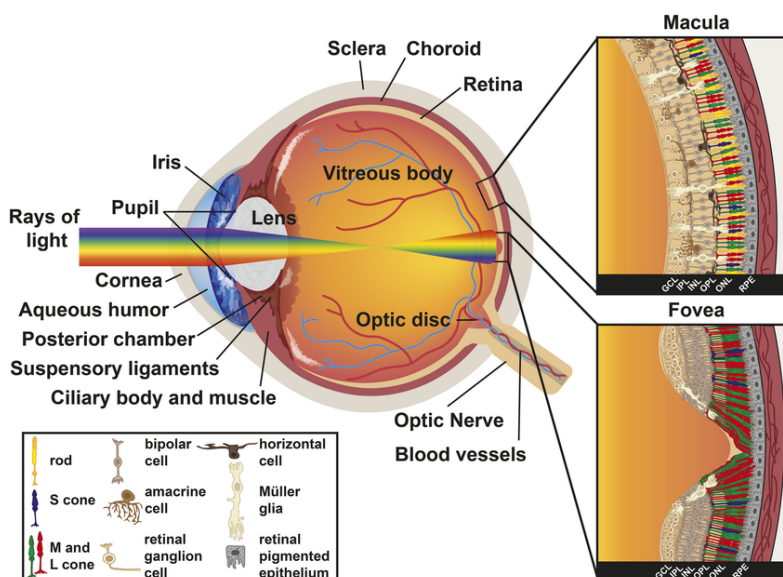
<https://www.sciencelearn.org.nz/resources/3007-labelling-the-eye>

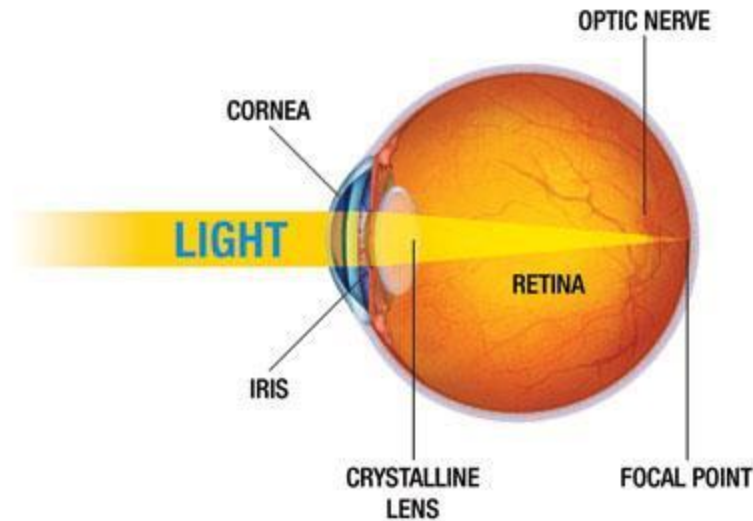
Basic Level

Physics and Optics of Vision

Luce, rifrazione, immagine.

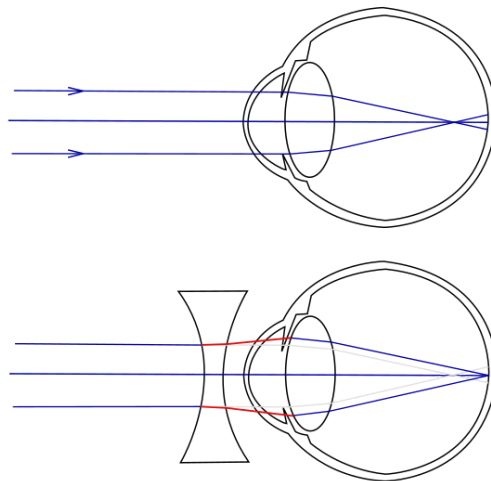
La visione comincia nel momento in cui la **luce** riflessa dagli oggetti entra nell'occhio e attraversa un sistema ottico naturale: **cornea**, **umor acqueo**, **cristallino**, **corpo vitreo**. Ad ogni interfaccia il raggio subisce **rifrazione**, cambiando direzione in base alla differenza di indice tra i mezzi. Il risultato di questo percorso è la **messa a fuoco** dell'immagine sul piano della **retina**. La qualità dell'immagine dipende da tre elementi: la **geometria** delle superfici (curvatura), gli **indici di rifrazione** e il **diametro pupillare** che controlla la profondità di campo. Se la luce converge **prima** della retina (miopia) o **oltre** la retina (ipermetropia), l'immagine risulta sfocata; l'**accomodazione** del cristallino interviene per compensare entro limiti fisiologici.





Che cosa “decide” dove cadrà il fuoco?

L'equilibrio tra **curvature** ottiche e **distanza** dell'oggetto: più l'oggetto è vicino, più occorre **aumentare** la curvatura del cristallino per mantenere l'immagine nitida sulla retina.



Dalla fisica alla fisiologia: fotorecettori e segnale.

Sulla retina, l'immagine **capovolta** non è un “fotogramma” definitivo: è lo **stimolo fisico** che avvia la **trasduzione**. I **fotorecettori** (bastoncelli e coni) contengono fotopigmenti che, assorbendo fotoni, cambiano stato e attivano una cascata biochimica. Il segnale risultante non è un “tutto-o-nulla” come il potenziale d'azione tipico dell'assone, ma una **variazione graduale** del potenziale, che viene trasmessa a **cellule bipolari** e **gangliari**. Gli **assoni delle gangliari** formano il **nervo ottico**, la “via d'uscita” dell'informazione verso il cervello.





Perché al buio distinguiamo bene le forme grandi ma non i colori?

I **bastoncelli** sono più sensibili e attivi in scotopia ma non discriminano il colore; i **coni**, responsabili del colore e dell'acutezza, richiedono più **luminanza**.

Distribuzione spaziale e acutezza.

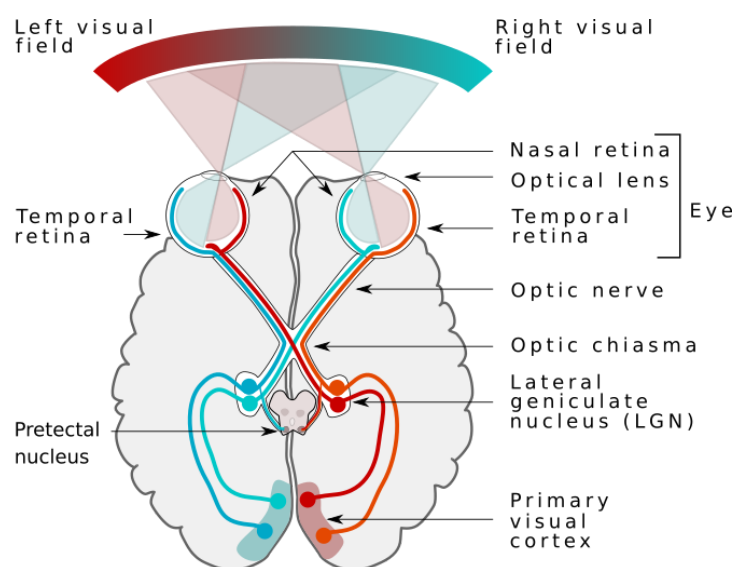
I **coni** sono densissimi in **fovea**, dove l'acutezza visiva è massima e le connessioni sono più dirette; in periferia aumentano i **bastoncelli**, utili per il **movimento** e la sensibilità alle variazioni di luce. Questo compromesso spiega perché leggere richieda orientare la fovea (sguardo diretto), mentre percepire un movimento laterale sia più facile in **visione periferica**.

Perché, se fisso una lettera, le lettere laterali sembrano meno nitide?

Perché fuori dalla **fovea** diminuisce la densità dei **coni** e la connettività è più convergente: si guadagna sensibilità ma si **perde risoluzione**.

Dalla retina al cervello: tappe obbligate.

Il segnale "lascia" l'occhio attraverso il **nervo ottico**, passa dal **chiasma** (incrocio parziale), prosegue nel **tratto ottico** fino al **corpo genicolato laterale** (talamo) e raggiunge la **corteccia visiva primaria (V1)**. Qui e nelle aree successive l'informazione è "smontata" in **caratteristiche** (orientamento, frequenze spaziali, movimento, colore) e poi **ricomposta**. Il cervello non "vede" fotoni: **ricostruisce** significato a partire da pattern di attività neurale.





Se la retina riceve un'immagine capovolta, perché non vediamo il mondo a testa in giù?

Perché la **percezione** nasce nel cervello: la corteccia interpreta e **ricostruisce** l'informazione indipendentemente dall'orientamento ottico iniziale.

Dalla teoria agli oggetti di tutti i giorni.

Gli stessi principi che operano nell'occhio si ritrovano in **occhiali** e **lenti a contatto** (correzione del fuoco), **fotocamere** e **smartphone** (obiettivi, diaframma, sensori), **VR/AR headset** (ottiche per focalizzare display prossimi all'occhio). Portare la fisica **fuori dal laboratorio** aiuta a capire perché una lente funziona, ma anche **quando** e **come** una correzione ottica sia efficace.

Let's reflect together.

Non basta "ottimizzare" la retina: la percezione **dipende** da elaborazioni successive. Se la luce è fisicamente la stessa, perché **contesto** e **contrasto** cambiano ciò che vediamo? Che cosa significa dire che "vediamo con il cervello"?

Risorse

How the Eyes Work - National Eye Institute (NEI)

<https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/healthy-vision/how-eyes-work>

Spiegazione interattiva dell'anatomia oculare e del percorso della luce attraverso i mezzi trasparenti dell'occhio.

Photoreceptors: rods and cones - Khan Academy

<https://www.khanacademy.org/science/health-and-medicine/nervous-system-and-sensory-infor/sight-vision/v/photoreceptors-rods-cones>

Video lezione sui fotorecettori e sulle differenze tra visione scotopica e fotopica.

Geometric Optics - PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder

https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html

Simulazione interattiva di ottica geometrica: osserva come cambiano fuoco e ingrandimento variando distanza e curvatura delle lenti; collega i risultati a miopia, ipermetropia e accomodazione.

Advanced Level

Fototrasduzione e adattamento.

La **cascata** nei fotorecettori (attivazione del fotopigmento, trasducina, modulazione di GMPc e canali ionici) spiega come la luce diventi **corrente**. L'**adattamento** (alla luce e al buio) ricalibra la sensibilità del sistema, permettendo di operare su molti ordini di grandezza di luminanza.





Risoluzione e contrasto.

L'acutezza non dipende solo dall'ottica: i circuiti retinici e corticali selezionano **frequenze spaziali** e **orientamenti**, migliorando il **contrasto** dei contorni. Le diverse vie (parvocellulare/magnocellulare) privilegiano **dettaglio/colore** o **movimento**.

Vie visive e integrazione.

Dopo V1, i percorsi si articolano in reti che privilegiano **“che cosa”** (forme, colori) e **“dove/come”** (spazio, azione). La percezione del colore emerge dall'integrazione di risposte dei coni **L/M/S** e di opponenze cromatiche, mentre il movimento richiede **integrazione temporale** e **disparità** tra i due occhi per la profondità.

Perché con poca luce percepiamo meglio il movimento che i dettagli fini?

Perché in scotopia prevalgono vie sensibili a **variazioni globali** e temporali, con minor risoluzione spaziale.

Perché una piccola pupilla può “aiutare” la nitidezza?

Riduce le **aberrazioni** e **aumenta** la profondità di campo (entro limiti di diffrazione).

Flipped Learning:

Obiettivo. Preparare la discussione in classe comprendendo la sequenza luce → retina → nervo ottico → corteccia e i nessi fisica/biologia.

Compiti (da consegnare in 1-2 pagine o 6-8 slide):

1. **Lettura breve** su anatomia dell'occhio e percorso della luce. Evidenzia: cornea, pupilla/iride, cristallino, retina, nervo ottico.
2. **Scheda “Coni vs bastoncelli”**: compila una tabella con *sensibilità, ruolo nel colore/acutezza, condizioni di luce* (scotopica/fotopica), *distribuzione retinica*.
3. **Simulazione di ottica geometrica** (lente sottile): realizza due schermate —
 - o **Immagine nitida** (fuoco sulla “retina”) con parametri annotati;
 - o **Immagine fuori fuoco** (miopia/ipermetropia simulata) con nota su come l'accomodazione o una lente correttiva riporterebbe il fuoco sul piano retinico.
4. **Breve sintesi** (max 120 parole): spiega con parole tue come la retina **non “registra”** immagini pronte ma **trasduce** e **pre-elabora** segnali da inviare al cervello.
5. **Tre domande** per il debrief: una su *ottica* (rifrazione/messa a fuoco), una su *biologia* (fototrasduzione), una su *percezione* (perché non vediamo “a testa in giù?”).

Consegna. Carica PDF o slide sul canale della classe prima della lezione.





3. Operation Module

Basic Level

La comprensione del processo visivo può essere approfondita attraverso una serie di attività che consentono di osservare i fenomeni ottici e biologici coinvolti nel meccanismo della visione. L'obiettivo di questa sezione è quello di mettere in pratica, in modo guidato, i concetti di rifrazione, messa a fuoco e trasduzione del segnale studiati nella parte teorica, collegando la fisica dell'ottica con la biologia dell'occhio umano.

Quando la luce attraversa mezzi di diversa densità ottica, la sua traiettoria cambia direzione, un fenomeno noto come rifrazione. La cornea e il cristallino, che costituiscono le lenti naturali dell'occhio, agiscono come elementi rifrangenti, piegando i raggi luminosi per formare un'immagine nitida sulla retina. Gli studenti possono osservare il comportamento della luce attraverso un semplice esperimento: immergere parzialmente una matita in un bicchiere d'acqua e notare come l'oggetto sembri spezzato all'interfaccia tra aria e acqua. Questo effetto visivo rappresenta un'analogia diretta del modo in cui la luce viene deviata nei mezzi oculari e introduce il principio della rifrazione che regola la messa a fuoco dell'immagine retinica.

Il fenomeno viene successivamente esplorato in ambiente virtuale mediante la simulazione interattiva **Geometric Optics** disponibile sulla piattaforma **PhET - University of Colorado Boulder**:
https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html

Attraverso la simulazione, gli studenti possono variare la distanza tra oggetto e lente e modificare la curvatura delle superfici, osservando come cambia la posizione del fuoco e la nitidezza dell'immagine. Questo esercizio consente di comprendere come il cristallino umano modifichi la propria curvatura per mantenere l'immagine a fuoco sulla retina, un processo noto come accomodazione.

Da queste osservazioni emergono domande cruciali: quali relazioni esistono tra la forma della lente e la distanza di messa a fuoco? Perché in presenza di una curvatura eccessiva o insufficiente si verificano condizioni come miopia o ipermetropia? Il confronto tra la lente fisica simulata e la lente biologica del cristallino permette di chiarire come le alterazioni del potere rifrattivo modifichino la posizione del fuoco, determinando la qualità della visione.

Successivamente, l'attenzione si sposta sulla retina, la sottile membrana sensoriale situata sul fondo dell'occhio che trasforma l'energia luminosa in segnale elettrico. Gli studenti analizzano la disposizione dei **fotorecettori**, coni e bastoncelli, e il loro ruolo complementare: i bastoncelli sono specializzati nella visione notturna e percepiscono le variazioni di luminosità, mentre i coni garantiscono la visione a colori e l'elevata acutezza visiva in presenza di luce intensa. La densità dei coni nella fovea spiega la nitidezza centrale, mentre la prevalenza dei bastoncelli in periferia favorisce la percezione del movimento.





La discussione prosegue con l'analisi del comportamento dei fotorecettori in condizioni di scarsa illuminazione. Perché al crepuscolo i colori risultano più spenti? La risposta risiede nella maggiore sensibilità dei bastoncelli, che, pur consentendo la visione in penombra, non discriminano le lunghezze d'onda responsabili del colore. La riflessione collettiva consente di comprendere come il cervello integri le informazioni provenienti dai diversi tipi di cellule sensoriali per costruire una rappresentazione coerente della scena visiva.

Gli studenti vengono quindi invitati a confrontare l'occhio umano con i dispositivi ottici di uso quotidiano, come fotocamere o smartphone. Il cristallino si comporta come una lente convergente, la pupilla come un diaframma, la retina come un sensore digitale, mentre il cervello svolge la funzione di processore dell'immagine. Attraverso questa analogia, la visione viene ricondotta a un modello fisico comprensibile, collegando tecnologia e biologia.

Let's reflect together. La visione è un processo complesso che unisce l'ottica geometrica e la neurobiologia. In che modo la fisica limita la qualità dell'immagine percepita? Quali strategie ha sviluppato il cervello per compensare le imperfezioni dell'occhio e fornire una percezione stabile e continua del mondo esterno?

Advanced Level

Il livello avanzato approfondisce la connessione tra la trasduzione retinica e la propagazione del segnale lungo le vie nervose fino alla corteccia visiva. Gli studenti osservano come l'energia luminosa venga convertita in segnali elettrici nei fotorecettori e come questi impulsi vengano poi trasmessi attraverso le cellule bipolari e gangliari fino al nervo ottico.

Per comprendere la sequenza dei fenomeni, viene introdotto il concetto di **fototrasduzione**:

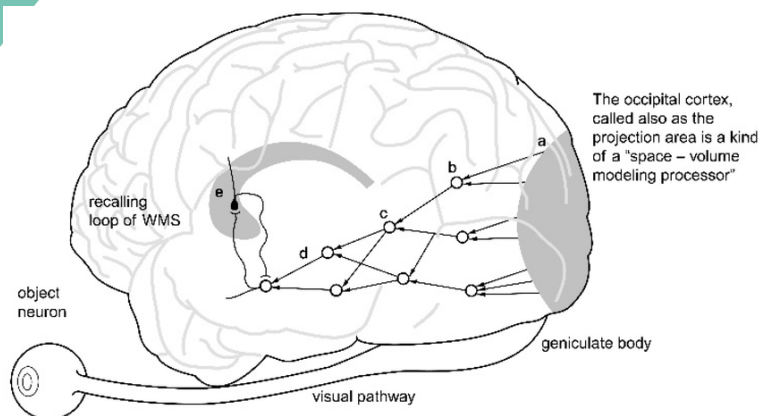
l'assorbimento di un fotone da parte di una molecola di rodopsina provoca una modifica conformazionale che attiva una cascata biochimica. Tale cascata comporta la riduzione del GMP ciclico, la chiusura dei canali ionici e la conseguente iperpolarizzazione della cellula. Il risultato è la trasformazione dell'energia luminosa in variazioni di potenziale elettrico.

La propagazione del segnale lungo il nervo ottico e il suo percorso verso la corteccia visiva vengono illustrati attraverso una simulazione in **Realtà Aumentata**, sviluppata con **Delightex Studio - Spaces (Marker)**:

<https://edu.delightex.com/Studio/Spaces>

Gli studenti, tramite dispositivi mobili, possono esplorare un modello tridimensionale dell'occhio umano, osservare l'attivazione dei fotorecettori, seguire il tragitto del segnale nel nervo ottico, visualizzare l'incrocio delle fibre nel chiasma ottico e infine assistere alla proiezione dei segnali nel corpo genicolato laterale e nella corteccia visiva primaria.





Durante l'esperienza vengono proposte domande guida: in quale punto della retina la luce si trasforma in impulso elettrico? Perché nel chiasma ottico alcune fibre si incrociano mentre altre proseguono dirette? Come fa la corteccia visiva a distinguere forma, colore e movimento? Le risposte emergono attraverso la discussione di gruppo e la comparazione tra modelli anatomici e processi fisici.

La lezione si conclude con una riflessione sull'evoluzione dei sistemi di visione artificiale. Gli studenti confrontano il funzionamento dell'occhio umano con quello di una fotocamera digitale, evidenziando analogie e differenze. Se la fotocamera cattura l'immagine grazie a un sensore, il cervello ricostruisce la percezione integrando informazioni provenienti da più fonti sensoriali e correlandole con l'esperienza passata.

Let's reflect together. Le tecnologie di visione artificiale imitano i principi della visione biologica, ma fino a che punto riescono a riprodurre l'elaborazione percettiva del cervello umano? La macchina "vede" o semplicemente registra?

Activities:

Le attività conclusive hanno lo scopo di consolidare l'apprendimento e promuovere la collaborazione tra pari. Gli studenti realizzano una **mappa concettuale** che rappresenta la sequenza della visione, dalla luce alla percezione cosciente, indicando per ogni fase il fenomeno fisico, la struttura anatomica coinvolta e la tipologia di segnale (luminoso, elettrico o chimico).

Successivamente, in piccoli gruppi, viene proposta la progettazione di una **mini-esperienza in Realtà Aumentata** utilizzando **Delightex Studio - Spaces (Marker)**. Ogni gruppo rappresenta una fase del processo visivo, aggiungendo testi brevi, etichette e animazioni. Al termine, le diverse scene vengono collegate per ricostruire l'intero percorso della visione.

Per verificare la comprensione, viene proposto un **quiz interattivo** in AR, costituito da domande a scelta multipla sulle fasi del meccanismo della visione.





La sezione si chiude con una discussione plenaria in cui gli studenti analizzano criticamente i risultati ottenuti, confrontando le proprie esperienze e riflettendo sulle analogie tra la visione biologica e i sistemi artificiali.

Output atteso

Al termine dell'Operation Module, gli studenti dovranno essere in grado di descrivere con linguaggio scientifico il percorso completo della visione, di collegare i principi dell'ottica geometrica ai processi neurobiologici, di utilizzare strumenti digitali e di realtà aumentata per rappresentare fenomeni complessi e di sviluppare un approccio critico verso le tecnologie di visione artificiale.

4. References

National Eye Institute (NEI), How the Eyes Work. U.S. Department of Health and Human Services. Available at: <https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/healthy-vision/how-eyes-work>

Khan Academy, Photoreceptors: rods and cones. Available at: <https://www.khanacademy.org/science/health-and-medicine/nervous-system-and-sensory-infor/sight-vision/v/photoreceptors-rods-cones>

University of Colorado Boulder - PhET Interactive Simulations, Geometric Optics. Available at: https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_all.html

Science Learning Hub (New Zealand), Our Eyes - Our Vision. Available at: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/3006-our-eyes-our-vision>

Delightex Studio - Spaces (Marker), Educational AR platform for interactive scene creation. Available at: <https://edu.delightex.com/Studio/Spaces>

Google Forms (2025), Vision Quiz - Augmented Synapse Project. Available at: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdmXunTg8-vIIU_FyBsFppkFlhtSUJYgjUS-T3cfWnGUF70_Q/viweform?usp=dialog

Khan Academy, The Phototransduction Cascade. Available at: <https://www.khanacademy.org/science/health-and-medicine/nervous-system-and-sensory-infor/sight-vision/v/the-phototransduction-cascade>

National Institutes of Health (USA), Vision and the Brain: Understanding Visual Processing. Available at: <https://www.nih.gov/news-events/nih-research-matters/vision-brain>





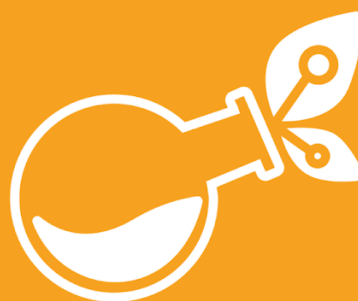
Curious - Academy of Science, How Vision Works (video). Available at:
<https://www.youtube.com/watch?v=IrXuYxDt5jo>

Image credits: Wikimedia Commons (CC BY-SA / Public Domain), National Eye Institute (NEI), and ResearchGate educational resources - educational use.





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.