



STEMkey
Module
109



Licht



Deze module voor het hoger onderwijs is gebaseerd op het werk binnen het project "Teaching standard STEM topics with a key competence approach (STEMkey)". Coördinatie: Prof. Dr. Katja Maaß, International Centre for STEM Education (ICSE) aan de University of Education, Freiburg, Duitsland. Partners: Charles University, Constantijn de Filosoof Universiteit, Hacettepe Universiteit, Instituut voor Educatie van de Universiteit van Lissabon, Noorse Universiteit voor Wetenschap en Technologie, Universiteit van Innsbruck, Universiteit van Maribor, Universiteit van Nicosia, Faculteit Wetenschappen van de Universiteit van Zagreb, Universiteit Utrecht, Vilnius Universiteit.

Het project STEMkey is medegefinancierd door het Erasmus+ programma van de Europese Unie onder subsidienummer 2020-I-DE01-KA203.005671. Noch de Europese Unie/Europese Commissie, noch de Duitse Academische Uitwisselingsdienst DAAD zijn verantwoordelijk voor de inhoud of aansprakelijk voor enig verlies of schade voortvloeiend uit het gebruik van deze bronnen.

© STEMkey project (grant no. 2020-I-DE01-KA203.005671) 2020-2023, lead contributions for STEMkey Module IO9 by *University of Nicosia*. CC-NC-SA 4.0 license granted.



INHOUD

Summary.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Subject Introduction.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Key Competence Approach.....	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Learning Outcomes	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
HE Module plan	8
Materials and resources.....	17
Evaluation	16
Transdisciplinarity.....	17
References.....	17



Samenvatting

Module 9 heeft als doel een innovatieve benadering te presenteren voor het onderwijzen van het concept licht in de initiële lerarenopleiding. De nadruk van IO9 ligt op het presenteren van het concept licht, terwijl tegelijkertijd de nadruk wordt gelegd op het gebruik van technologie en het expliciet maken van het verband tussen natuurkunde, andere bèta-onderwerpen en het dagelijks leven. Meer specifiek legt deze module niet alleen de nadruk op kennis van het specifieke fenomeen, maar ook op kritische denkvaardigheden (d.w.z. gebruik van bewijsmateriaal om redeneringen te ondersteunen, argumentatie, besluitvorming) digitale vaardigheden (d.w.z. gebruik van simulaties en online samenwerkingstools) en attitudes als een manier om kritische waardering en nieuwsgierigheid voor wetenschap te ontwikkelen. De belangrijkste doelgroep voor deze module zijn toekomstige bèta-docenten en medewerkers uit het hoger onderwijs die werkzaam zijn in de lerarenopleiding. De module kan samen met werkbladen en begeleidende materialen ook worden gebruikt door docenten in opleiding met hun studenten.

De module is maakt gebruik van innovatieve onderwijsmethoden uit het onderwijs in de bèta-vakken met de nadruk op wetenschappelijke denk- en werkwijzen die 'beter het hedendaagse begrip van wetenschap als een sociale en culturele praktijk weerspiegelen' (Osborne, 2014, p.177). Door de notie van wetenschappelijke denk- en werkwijzen toe te passen als onderdeel van deze module, ligt de nadruk op het stimuleren van studenten om zich te verdiepen in wetenschappelijke denk- en werkwijzen (d.w.z. vragen stellen, bewijs leveren, modellen construeren, beslissingen nemen) terwijl ze tegelijkertijd een wetenschappelijk kernidee (d.w.z. licht) aangereikt krijgen. Op deze manier bouwen studenten zelf kennis op (Berland, Shwarz, Krist, Kenyon, Lo & Reiser, 2015) met behulp van materialen. Het idee van wetenschappelijke denk- en werkwijzen is nauw verbonden met de sleutelcompetenties zoals gepresenteerd in de volgende paragraaf van deze module. Een bijkomend aspect van alle STEMKey modules is de nadruk op kritisch denken. In module 8 wordt kritisch denken gezien als het proces van argumentatie en besluitvorming, en het gebruik van bewijs om redeneringen te ondersteunen (Puig & Jimenez-Aleixandre, 2022). In alle activiteiten wordt de studenten gevraagd om hun redenering uit te leggen aan de hand van bewijsmateriaal, of om beslissingen te nemen op basis van bewijsmateriaal. Het bewijs in de activiteiten zijn de uitkomsten van experimenten met echte materialen, virtuele materialen (simulaties) of een combinatie van beide, aangezien onderzoek naar het gebruik van echte en virtuele materialen heeft aangetoond dat de combinatie van de twee situaties meer voordeel kan opleveren voor leerlingen (Olympiou & Zacharia, 2018).

Eerdere studies met docenten in opleiding voor de bèta-vakken hebben het belang aangetoond van het betrekken van docenten in opleiding bij wetenschappelijke denk- en werkwijzen om hen te helpen de sociale aspecten van wetenschap te waarderen (Evagorou & Puig, 2017), maar ook als een manier om hen te helpen begrijpen hoe ze beter les kunnen geven (Osborne, 2014). Module 8 is ontworpen voor bèta docenten van alle niveaus (van basis tot voortgezet onderwijs) en daarom worden sommige activiteiten als makkelijker

beschouwd dan andere. De lerarenopleider heeft de flexibiliteit om activiteiten te kiezen op basis van het niveau van de studenten. Tot slot is interdisciplinariteit in module 8 vooral gekoppeld aan het gebruik van verschillende technologische hulpmiddelen, en ook aan het gebruik van 'ingenieurs'-principes om een model van een bril te ontwerpen als onderdeel van activiteit 5.

De module is onderverdeeld in zes hoofdactiviteiten met als doelen het presenteren van de inhoudelijke kennis van licht, vaardigheden met betrekking tot het onderwerp en tot slot ideeën met betrekking tot de didactiek van het gebruik van technologie om licht als onderwerp te introduceren bij leerlingen. Meer specifiek zijn de volgende activiteiten onderdeel van de module:

- Activiteit 1: Waarom en wanneer zien we? (30 minuten)
- Activiteit 2: Waar is je schaduw en kun je hem laten kleuren? (30 minuten)
- Activiteit 3: Reflectie van licht (30 minuten)
- Activiteit 4: Wanneer kun je 's nachts het beste zien? (lichtbreking) (45 minuten)
- Activiteit 5: Kleuren in licht en wat je ziet (45 minuten)
- Activiteit 6: Didactiek - nuttige hulpmiddelen om licht te onderwijzen (30 minuten)

De totale duur van de modules is 210 minuten, maar elke activiteit kan apart worden uitgevoerd en sommige activiteiten kunnen worden aangepast aan de lokale context.

Verwijzingen

- Berland, L.K., Schwarz, C.V., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A.S. and Reiser, B.J. (2016), Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53, 1082-1112. <https://doi.org/10.1002/tea.21257>
- Evagorou, M. & Puig Mauriz, B. (2017). Engaging elementary school pre-service teachers in modeling a socioscientific issue as a way to help them appreciate the social aspects of science. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 113-123. DOI: 10.18404/ijemst.99074
- Olympiou, G., Zacharia, Z.C. (2018). Examining Students' Actions While Experimenting with a Blended Combination of Physical Manipulatives and Virtual Manipulatives in Physics. In: Mikropoulos, T. (eds) *Research on e-Learning and ICT in Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95059-4_16
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Puig, B. & Jiménez-Aleixandre, M.P. (2022). The Integration of Critical Thinking in Biology and Environmental Education. Contributions and Further Directions. In: Puig, B., Jiménez-Aleixandre, M.P. (eds) *Critical Thinking in Biology and Environmental Education. Contributions from Biology Education Research*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92006-7_15



Licht introduceren

Licht (of optica) is een van de belangrijkste onderwerpen die worden onderwezen als onderdeel van het vak natuurkunde in verschillende landen. Gewoonlijk wordt het onderwerp licht geïntroduceerd op de basisschool, aan leerlingen rond de leeftijd van 9-12 jaar, met de nadruk op het helpen verklaren van hun waarnemingen die te maken hebben met schaduwen in hun omgeving of met het gebruik van spiegels. Het onderwerp licht wordt opnieuw geïntroduceerd op de middelbare school met oudere leerlingen, waarbij de nadruk ligt op het begrijpen van het mechanisme achter hun observaties. Op de middelbare school omvat de lesstof over het onderwerp licht zaken als reflectie, breking, diffusie, gekleurd licht en gezichtsvermogen.

Een kort historisch overzicht van hoe wetenschappers het concept licht zijn gaan begrijpen volgens Zubairy (2016) ondersteunt dat de eerste studies van licht in de oudheid te maken hadden met het begrijpen 'hoe we zien'. Volgens dezelfde auteur geloofden de oude Egyptenaren dat het licht de activiteit van goden was, terwijl in het oude Griekenland de volgelingen van Plato geloofden dat we zien omdat onze ogen stralen uitzenden. Deze theorie werd later onjuist bevonden door de Iraanse wetenschapper Alhazen die bewees dat licht afkomstig was van de lichtbronnen (d.w.z. zon, sterren, vuur). Tijdens de wetenschappelijke revolutie en de middeleeuwen liep de studie van licht en optica parallel met de ontwikkeling van het heliocentrische model en de ontwikkeling van optische instrumenten (zoals de camera obscura) die de waarnemingen ondersteunden. Later presenteerde Huygens zijn theorie van licht als golf die later werd bevestigd door Young en zijn dubbelspletenexperiment (Holton & Brush, 2001; Zubairy, 2016).

Een verkenning van de ontwikkeling van ideeën van leerlingen bij het onderwerp Licht laat een vergelijkbare trend zien, waarbij leerlingen in het eerste jaar geloven dat licht wordt veroorzaakt door een magische figuur en leerlingen op de basisschool geloven dat licht van onze ogen naar het object reist (Galili & Hazan, 2000).

Referenties

Holton, G. & Brush, S. (2001). *Physics, the human adventure: from Copernicus to Einstein and beyond (3rd edition)*. Rutgers University Press.

Galili, I. & Hazan, A. (2000) Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis, *International Journal of Science Education*, 22:1, 57-88, DOI: 10.1080/095006900290000

Zubairy, M.S. (2016). *A Very Brief History of Light*. In: Al-Amri, M., El-Gomati, M., Zubairy, M. (eds) *Optics in Our Time*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31903-2_1



Sleutelcompetenties

Het STEMKey-project legt de nadruk op het presenteren van standaardonderwerpen uit de bèta-vakken met de nadruk op competenties. De sleutelcompetenties worden gedefinieerd als een combinatie van kennis, vaardigheden en attitudes (COM, 2019).

Kennis

Voor de natuurwetenschappen richt kennis zich op het begrijpen hoe de natuurlijke wereld functioneert en het kunnen verklaren van verschijnselen met behulp van wetenschappelijke taal. Verder is de kenniscomponent gekoppeld aan een begrip van hoe wetenschap werkt (processen) en ook de impact van bèta-gebieden op ons dagelijks leven (COM, 2019).

Het kennisdoel van deze module (IO9) is om de studenten kennis te laten maken met basisbegrippen die verband houden met licht: lineaire transmissie van licht, schaduwen, reflectie, breking, diffusie, gekleurd licht en gezichtsvermogen. Deze onderwerpen worden gepresenteerd aan de hand van voorbeelden die het verband leggen met het dagelijks leven om studenten te helpen de relatie van wetenschap met hun dagelijks leven te begrijpen.

Vaardigheden

Vaardigheden omvatten het begrijpen en gebruiken van wetenschappelijke processen die te maken hebben met het gebruiken van bewijs om redeneringen te ondersteunen, argumentatie, het ontwerpen van experimenten en het testen van variabelen, en het gebruiken van vragen. Ook digitale vaardigheden zijn belangrijk in module IO9 en omvatten het gebruik van simulaties om specifieke fenomenen te verklaren en het gebruik van online tools voor samenwerking.

Attitudes

Een van de bevindingen uit eerdere studies is dat de houding van leerlingen ten opzichte van bèta/techniek vaak negatief is, vooral omdat ze het verband tussen bèta/techniek en hun dagelijks leven niet zien. IO9 legt de nadruk op het leggen van dit verband met het dagelijks leven door voorbeelden uit het echte leven en vaardigheden aan te reiken die relevant zijn voor het dagelijks leven.

Referentie

COM (2019). *Key Competences for Life-Long Learning*. Luxembourg: Publications Office for the European Union.



Leerdoelen en -opbrengsten

Algemene leerdoelen

Studenten moeten in staat zijn om

- Bewijs te gebruiken om hun redenering te ondersteunen (Activiteiten 1- 5)
- Hun resultaten uit te leggen door te argumenteren (Activiteiten 1-5)
- Het gebruik van digitale vaardigheden te verkennen als een manier om inhoudelijke kennis van de bèta-vakken te verbeteren (Activiteiten 2-6)
- Het onderwerp licht te verkennen als een onderwerp dat hen kan helpen om het verband te leggen tussen wetenschappelijke competenties en het dagelijks leven.

Subdoelen:

Activiteit 1: Waarom en wanneer zie je

- Bewijs gebruiken om uit te leggen waarom en wanneer we zien
- Experimenten ontwerpen om uit te leggen dat licht zich in een rechte lijn voortbeweegt.

Activiteit 2: Waar is je schaduw en kun je hem gekleurd maken?

- Bewijsmateriaal gebruiken om uit te leggen wat schaduw is
- Beargumenteren hoe je de lengte van een schaduw kunt veranderen
- De voorwaarden uitleggen waaronder schaduwen kleur kunnen hebben

Activiteit 3: Reflectie (weerkaatsing)

- Beschrijven hoe licht zich verplaatst in een spiegel
- Voorbeelden geven van hoe spiegels in het dagelijks leven worden gebruikt
- Simulaties gebruiken om reflectie uit te leggen

Activiteit 4: Waar kun je het beste zien? Voorbeeld uit het dagelijks leven

- Leg aan de hand van bewijs uit waar je 's nachts het beste kunt zien (natte vs. droge weg)
- Werk samen in groepen om je antwoord te beargumenteren
- Gebruik technologie om je antwoord uit te leggen

Activiteit 5: Kleur in licht

- Combinaties van licht onderzoeken
- Uitleggen met behulp van bewijsmateriaal, waarom we verschillende kleuren zien
- Technologie gebruiken om je observaties over gekleurd licht uit te leggen

Activiteit 6: Didactiek - Handige hulpmiddelen om licht te onderwijzen

- Nuttige hulpmiddelen presenteren om concepten over te onderwijzen.



Module overzicht

Module 9 bestaat uit zes activiteiten die de nadruk leggen op inhoud met betrekking tot licht en optica, maar ook op vaardigheden (gebruik van bewijs, argumentatie, gebruik van vragen) en technologische competenties (d.w.z. gebruik van simulaties, collaboratieve software). De totale duur van de module is 210 minuten, maar de activiteiten staan op zichzelf en kunnen afzonderlijk worden gedaan.

- Activiteit 1: Waarom en wanneer zien we? (30 minuten)
- Activiteit 2: Waar is je schaduw en kun je hem laten kleuren? (30 minuten)
- Activiteit 3: Reflectie van licht (30 minuten)
- Activiteit 4: Wanneer kun je 's nachts het beste zien? (lichtbreking) (45 minuten)
- Activiteit 5: Kleuren in licht en wat je ziet (45 minuten)
- Activiteit 6: Didactiek - nuttige hulpmiddelen om licht te onderwijzen (30 minuten)

Er is een ppt-presentatie beschikbaar



Activiteit 1. Wanneer en waarom zien we?

Leerresultaten in het kort

Deze activiteit is bedoeld om studenten kennis te laten maken met de voorwaarden die nodig zijn om voorwerpen te kunnen zien (aanwezigheid van licht) en ook om hen kennis te laten maken met licht als stralen die zich in rechte lijnen voortbewegen.

Transdisciplinaire aanpak in het kort

Als de opleider naar Activiteit 1.2 kan gaan voor een transdisciplinaire aanpak waarin bèta/technische vaardigheden (construeren, modelleren) worden toegepast.

Activiteit 1.1.



Beschrijving van activiteit 1.1.

De studenten maken kennis met het scenario op dia 2 van de PowerPointPresentatie en worden gevraagd om in tweetallen de vragen te bespreken. Aan het eind delen ze hun ideeën in een klassikale discussie. Ze moeten tot de conclusie komen dat we licht nodig hebben om te kunnen zien en dat licht dus geen eigenschap van voorwerpen is.

Activity 1.2.



Beschrijving van Activiteit 1.2.

De studenten krijgen de opdracht op dia 3 van de powerpoint. In groepjes of tweetallen worden ze uitgenodigd om met de volgende materialen een model van een donkere kamer te maken, dat kan worden gebruikt om licht uit te leggen als een noodzakelijke voorwaarde om te kunnen zien.

Materialen: schoenendoos, schaar, sticker van voorwerp om in de doos te doen, zaklamp, plakband.

De studenten moeten een voorwerp of een sticker in de doos doen, de doos dichtplakken met plakband en twee gaten maken. Een van de gaten is voor hen om in de doos te kijken en het tweede is voor de zaklamp om licht in de doos te sturen. Het gat voor de zaklamp moet worden afgeplakt en alleen worden geopend als het nodig is. De studenten worden gevraagd om de doos in groepjes of tweetallen klaar te maken en aan het eind worden ze uitgenodigd om in tweetallen de doos en hun bevindingen te presenteren en uit te leggen. Opmerking: Als de doos helemaal dicht is en er geen licht in komt, dan kunnen de studenten het voorwerp niet zien. Ze moeten licht in de doos sturen vanuit het tweede gat. Deze doos simuleert de situatie van activiteit 1.2.

Activiteit 1.3.



Beschrijving van Activiteit 1.3.

De studenten krijgen de instructies op dia 4 en 5 van de PowerPointPresentatie. Hen wordt gevraagd in groepjes te werken en de onderstaande materialen te gebruiken om een model te maken dat hen zal helpen de lineaire transmissie van licht te begrijpen. Daarna moeten ze in hun groepjes de stappen volgen en een groepsantwoord voorbereiden om te presenteren tijdens de discussie in de klas.

Materialen:

- 2 stukken papier met een gat in elk papier
- Een buigbaar papieren rietje
- Knijpers om de stukjes papier vast te houden
- Een zaklamp
- Een stuk papier dat voor de zaklamp is geplakt met een klein gaatje om licht door te laten

Opmerking: De studenten kunnen ook een scherm (een ander stuk wit papier) op het rietje plaatsen om het licht te observeren. Tijdens dit experiment zullen ze merken dat ze het licht niet kunnen zien als ze het rietje buigen. Het experiment werkt het beste met buigbare rietjes. Tot slot, als het gaat om voorbeelden uit het echte leven, kunnen ze vertellen over de zonnestrallen die een kamer binnenkomen. Relevante voorbeelden om de discussie te vergemakkelijken worden gepresenteerd in dia 6.

Activiteit 2. Waar is je schaduw en hoe kun je hem kleuren?

Leerresultaten in het kort

Het doel van deze activiteit is leerlingen te laten begrijpen dat schaduwen de afwezigheid van licht zijn en dat schaduwen daarom geen kleur kunnen hebben, tenzij je gekleurd licht (RGB) gebruikt. Verder wordt de leerlingen gevraagd om bewijsmateriaal te gebruiken om uit te leggen wat een schaduw is en om te beargumenteren hoe je de lengte van een schaduw kunt veranderen. Tot slot worden digitale vaardigheden gestimuleerd met behulp van technologische hulpmiddelen die leerlingen helpen om de link te leggen naar het dagelijks leven.

Transdisciplinaire aanpak in het kort

Activiteit 2 gebruikt een transdisciplinaire aanpak door leerlingen te betrekken bij alledaagse contexten en hen uit te nodigen hun natuurwetenschappelijke vaardigheden en technologie te gebruiken om de gepresenteerde problemen te benaderen.

Activiteit 2.1.



Beschrijving van Activiteit 2.1.

De studenten maken kennis met het scenario op dia 7 dat hen het volgende laat zien en ze worden gevraagd het volgende te overwegen "*Je ging 's ochtends vroeg naar het strand en bleef tot laat in de middag. Teken op een stuk papier hoe de schaduw van de boom zou kunnen zijn veranderd in de tijd dat je op het strand was. Bespreek dit met de persoon die naast je zit en licht je redenering toe bewijzen.*" De studenten werken eerst in groepjes of in tweetallen en worden ook uitgenodigd om een zaklamp te gebruiken als model voor de zon om hun antwoord uit te leggen. De antwoorden worden gepresenteerd tijdens een klassikale discussie. Aan het einde van de discussie moeten de studenten kunnen uitleggen dat de schaduw gedurende de dag van richting en lengte verandert. Ze moeten ook de vragen in de quiz kunnen beantwoorden in Activiteit 2.1b (zie ppt).

Activiteit 2.1c is bedoeld voor studenten die meer willen leren over gecombineerde schaduwen, afkomstig van meerdere lichtbronnen. De studenten worden uitgenodigd om de video in dia 9 te bekijken en te begrijpen hoe en waarom de schaduwen veranderen.

Transdisciplinaire aanpak in het kort

De studenten gebruiken een combinatie van vaardigheden uit natuurwetenschappen, technologie en wiskunde om de onderwerpen te begrijpen.

Activity 2.2.



Beschrijving van Activiteit 2.2.

In deze activiteit wordt van de studenten verwacht dat ze begrijpen dat schaduwen de afwezigheid van licht zijn en dat schaduwen onder bepaalde omstandigheden kleur kunnen hebben. Ze worden uitgenodigd om eerst de shademap-toepassing te verkennen die laat zien hoe schaduwen van gebouwen in de buurt van hun locatie gedurende de dag veranderen. Ze worden uitgedaagd om na te denken over oriëntatie met behulp van schaduwen en ook over manieren waarop mensen in de geschiedenis schaduwen gebruikten om hen te helpen bij hun dagelijkse activiteiten.

Vervolgens krijgen de studenten vragen over zonnewijzers en hoe ze werken en in dia 13 wordt hen gevraagd na te denken over het proces van het ontwerpen van een zonnewijzer in hun groepjes met behulp van de beschikbare materialen. De docent kan de leerlingen ondersteunen om een ontwerp-denk-proces te doorlopen en eerst een 'mock-up' te maken voordat ze klaar zijn om het uiteindelijke product te ontwerpen. Informatie over het design thinking proces is hier te vinden: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/design-thinking>

Activiteit 2.2b is bedoeld om studenten te laten begrijpen dat schaduwen onder bepaalde omstandigheden kleur kunnen hebben. Deze activiteit kan met meer gevorderde studenten worden gedaan. In deze activiteit hebben de studenten drie gekleurde lampen (rood, groen, blauw) of gekleurde transparanten nodig om de kleur van het licht te veranderen en eerst moeten ze begrijpen dat de combinaties van deze drie kleuren ons wit geeft. Daarna volgen de studenten de instructies om te begrijpen hoe ze een gekleurde schaduw kunnen maken.

Activiteit 3. Reflectie van licht

Leerresultaten in het kort

De verwachte resultaten van deze activiteit zijn dat studenten kunnen beschrijven hoe licht in een spiegel reist (reflectie) met behulp van simulaties en voorbeelden kunnen geven van hoe spiegels in het dagelijks leven worden gebruikt.

Transdisciplinaire aanpak in het kort

Activiteit 3 gebruikt een transdisciplinaire aanpak door leerlingen te betrekken bij alledaagse contexten en hen uit te nodigen hun vaardigheden in wetenschap en technologie te gebruiken om te reageren op de gepresenteerde problemen.

Activiteit 3.1.



Beschrijving van activiteit 3

In deze activiteit krijgen de studenten in het practicum verschillende soorten spiegels te zien (vlak, concaaf, convex) en wordt hen gevraagd eerst de spiegels en hun verschillende eigenschappen te verkennen (dia 13-14). Daarna worden de studenten uitgenodigd om te werken met een simulatie waarmee ze kunnen onderzoeken wat verschillende soorten spiegels kunnen doen door ook de gereflecteerde stralen en het virtuele beeld te laten zien. Studenten worden uitgenodigd om een vlakke spiegel, een holle spiegel en een bolle spiegel te gebruiken en de verschillen in resultaten tussen de verschillende soorten spiegels uit te leggen. De studenten worden ook uitgenodigd om te experimenteren met verschillende voorwerpen en met de vragen op dia 15. Tot slot wordt de meer gevorderde studenten gevraagd uit te leggen hoe een microscoop werkt, met behulp van hun kennis over concave en convexe lenzen.

Activiteit 4. Waar zie je 's nachts het best?

Leerresultaten in het kort

De verwachte resultaten van deze activiteit zijn dat studenten het verschil begrijpen tussen reflectie en diffusie van licht en het verband kunnen leggen tussen deze verschijnselen en waarnemingen in het dagelijks leven.

Transdisciplinaire aanpak in het kort

Activiteit 4 gebruikt een transdisciplinaire aanpak door studenten te betrekken bij alledaagse contexten en hen uit te nodigen hun observaties en technologie te gebruiken om hun antwoorden te ondersteunen.

Activiteit 4.



Beschrijving van activiteit 4

In deze activiteit krijgen de studenten een probleem uit het echte leven voorgelegd: Waar kun je 's nachts het beste zien: als de straat nat is of als de straat droog is? Het belangrijkste verschil tussen de twee situaties is dat als de straat nat is, deze als een spiegel werkt en het licht weerkaatst, maar als de straat droog is, deze het licht verspreidt, waardoor de mensen in de buurt het beter kunnen zien. De studenten moeten de instructies op dia 17-19 volgen en de volgende software gebruiken om een groepsantwoord voor te bereiden en te presenteren: <https://chemix.org>

Opmerking: Van de studenten wordt verwacht dat ze de donkere plaat met water gebruiken om de regensituatie voor te stellen en de droge donkere plaat om de droge situatie voor te stellen en dat ze met de twee platen experimenteren om mogelijke verschillen te observeren.

Activiteit 5. Kleuren in licht

Verwachte resultaten in het kort

De verwachte resultaten van deze activiteit zijn dat studenten begrijpen dat een filter alleen licht van dezelfde kleur doorlaat en ook dat wit licht alle andere kleuren bevat.

Transdisciplinaire aanpak in het kort

Activiteit 5 maakt gebruik van een transdisciplinaire aanpak door studenten te betrekken bij alledaagse contexten en hen uit te nodigen hun observaties en technologie te gebruiken om hun antwoorden te ondersteunen. Bovendien gaat het bij deze activiteit om het maken van een product, wat gekoppeld is aan ontwerp- en technische vaardigheden.

Activiteit 5.



Beschrijving van activiteit 5

In het eerste deel van deze activiteit worden de studenten uitgenodigd om in groepjes te werken en een simulatie te gebruiken om te reageren op het probleem dat hen wordt voorgelegd: Hoe werken zonnebrillen? Met de Phet Simulatie https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_en.html kunnen de studenten verschillende kleuren licht en verschillende filters (glazen lenzen) kiezen om te onderzoeken hoe gekleurde filters verschillende kleuren licht wel of niet doorlaten. De studenten worden uitgenodigd om de instructies op dia's 20-22 te volgen. De docenten kunnen deze activiteit combineren met het gebruik van echte materialen (d.w.z. verschillende kleuren lampen en verschillende kleurenfilters). Een alternatief is dat de studenten eerst de echte materialen gebruiken met de vragen op dia's 20-22 en daarna de simulatie. Tot slot wordt de studenten gevraagd om als onderdeel van deze activiteit in groepjes een bril te maken waarmee de gebruiker alleen magenta kan zien. Voor het laatste deel van de activiteit hebben de studenten karton nodig om het

montuur van de bril te ontwerpen en verschillende kleuren transparanten om als lenzen voor de bril te gebruiken. Docenten kunnen de opdracht moeilijker maken door docenten te vragen een bril te ontwerpen waarmee gebruikers verschillende kleuren kunnen zien.

In het tweede deel van de activiteit leggen de groepen uit hoe een zonnebril werkt en presenteren ze hun product (een bril waarmee gebruikers alleen magenta kunnen zien).

De activiteit kan ook worden gecombineerd met activiteit 2.2b.





Evaluatie

De belangrijkste doelstellingen van de module waren om studenten te helpen bewijs te gebruiken in hun redeneringen, hun resultaten uit te leggen door te argumenteren, hun digitale vaardigheden te verbeteren en specifieke aspecten van de inhoud van licht te leren (licht verplaatst zich in een rechte lijn, schaduwen zijn de afwezigheid van licht, schaduwen kunnen kleur hebben onder bepaalde omstandigheden, verschillende soorten spiegels en lenzen, gekleurd licht mengen). Om zowel de technologische vaardigheden als het kritisch denken en de kennis te evalueren, krijgen de studenten de volgende vragen.

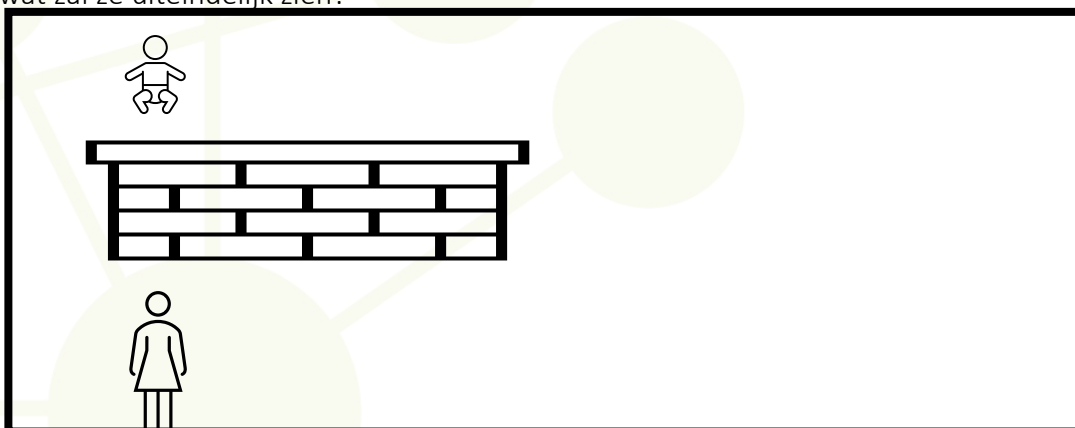
Vraag 1

Een de eigenaar van een speelplaats voor peuters wil twee ruimtes creëren met verschillende kleuren licht. De kleur van de muren en de vloer is wit. In kamer 1 is de enige lichtbron een witte gloeilamp. In kamer 2 hebben ze één rode en één blauwe gloeilamp.

- Wat kunnen ze in kamer 1 doen om verschillende kleuren licht te krijgen en niet alleen wit? Je kunt hen voorstellen om andere materialen te gebruiken.
- Welke kleuren licht kunnen ze in kamer 2 maken met alleen de twee gloeilampen? Leg uit.
- Kunnen ze gekleurde schaduwen hebben in de twee kamers? Zo ja, welke kleuren zullen de schaduwen dan hebben? Leg je redenering uit.

Vraag 2

Een jonge moeder werkt vanuit huis en haar bureau staat achter de muur zoals in de figuur hieronder. Ze wil haar baby kunnen zien terwijl ze werkt. Ze heeft één platte, één bolle en één holle spiegel. Waar kan ze die plaatsen om haar baby te kunnen zien en wat zal ze uiteindelijk zien?



Vraag 3. Je hebt drie bolle en drie holle lenzen, een klein geel lampje en kleine Legobouwsteentjes. Gebruik de materialen om een microscoop te maken en leg uit hoe hij werkt.



Materialen en bronnen



Presentatie 1 (pptx). IO9 Licht.



Dit is de hele lesmodule gepresenteerd in één powerpoint, inclusief activiteiten en links naar online materialen.

Transdisciplinariteit

Transdisciplinariteit wordt beschouwd als de benadering waarbij problemen uit de echte wereld worden opgelost door gebruik te maken van kennis en vaardigheden van verschillende disciplines (Guyotte et al, 2014). De activiteiten in O9 zijn zo opgezet dat ze problemen uit de echte wereld presenteren en studenten uitnodigen om hun kennis en vaardigheden te gebruiken uit voornamelijk drie disciplines: natuurwetenschappen, technologie en techniek. De module is ontworpen voor docenten bèta en techniek in zowel het basis als het voortgezet onderwijs, daarom zijn sommige activiteiten basaler dan andere. Activiteit 1 bijvoorbeeld doet een beroep op vaardigheden en kennis met betrekking tot natuurwetenschap en techniek. Activiteiten 2-4 vragen vaardigheden en kennis met betrekking tot natuurwetenschap en technologie, en activiteit 4 vraagt vaardigheden en kennis met betrekking tot natuurwetenschap, technologie en techniek.



Referenties

Berland, L.K., Schwarz, C.V., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A.S. and Reiser, B.J. (2016), Epistemologies in practice: Making scientific practices meaningful for students. *Journal of Research in Science Teaching*, 53, 1082-1112. <https://doi.org/10.1002/tea.21257>

COM (2019). *Key Competences for Life-Long Learning*. Luxembourg: Publications Office for the European Union.

Evagorou, M. & Puig Mauriz, B. (2017). Engaging elementary school pre-service teachers in modeling a socioscientific issue as a way to help them appreciate the social aspects of science. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 113-123. DOI: 10.18404/ijemst.99074

Holton, G. & Brush, S. (2001). *Physics, the human adventure: from Copernicus to Einstein and beyond* (3rd edition). Rutgers University Press.

Galili, I. & Hazan, A. (2000) Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis, *International Journal of Science Education*, 22:1, 57-88, DOI: 10.1080/095006900290000

Guyotte, K. W., Sochacka, N. W., Costantino, T. E., Walther, J., & Kellam, N. N. (2014). STEAM as social practice: Cultivating creativity in transdisciplinary spaces. *Art Education*, 67(6), 12-19.

Olympiou, G., Zacharia, Z.C. (2018). Examining Students' Actions While Experimenting with a Blended Combination of Physical Manipulatives and Virtual Manipulatives in Physics. In: Mikropoulos, T. (eds) *Research on e-Learning and ICT in Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95059-4_16

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>

Puig, B. & Jiménez-Aleixandre, M.P. (2022). The Integration of Critical Thinking in Biology and Environmental Education. Contributions and Further Directions. In: Puig, B., Jiménez-Aleixandre, M.P. (eds) *Critical Thinking in Biology and Environmental Education. Contributions from Biology Education Research*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92006-7_15

Zubairy, M.S. (2016). *A Very Brief History of Light*. In: Al-Amri, M., El-Gomati, M., Zubairy, M. (eds) *Optics in Our Time*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31903-2_1