



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

School voor Educatieve Studies

Educatieve master in de wetenschappen en technologie

Masterthesis

Hoe kunnen misconcepten, vooroordelen, aannames en percepties opgespoord en aangepakt worden bij het aanleren van kernfysica

Adinda Belen

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van Educatieve master in de wetenschappen en technologie, afstudeerrichting engineering en technologie

PROMOTOR :

dr. Mario GIELEN



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

Universiteit Hasselt

Campus Hasselt:

Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt

Campus Diepenbeek:

Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2024
2025



School voor Educatieve Studies

Educatieve master in de wetenschappen en technologie

Masterthesis

Hoe kunnen misconcepten, vooroordelen, aannames en percepties opgespoord en aangepakt worden bij het aanleren van kernfysica

Adinda Belen

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van Educatieve master in de wetenschappen en technologie, afstudeerrichting engineering en technologie

PROMOTOR :

dr. Mario GIELEN

Hoe kunnen misconcepten, vooroordelen, aannames en percepties opgespoord en aangepakt worden bij het aanleren van kernfysica.

Adinda Belen

School voor Educatieve Studies, Universiteit Hasselt, Hasselt, België

1. Abstract

Er zijn in het vakgebied van de kernfysica en straling bij het aanleren nog vooroordelen, aannames, percepties en misconcepten onder de leerlingen. Er wordt onderzocht of deze misconcepten effectief bestaan, welke dit zijn en hoe deze gedetecteerd en aangepakt kunnen worden.

Als onderdeel van dit onderzoek werd er een literatuurstudie gedaan. Zowel leerlingen werden bevraagd in een kwantitatief onderzoek door middel van een enquête, alsook werd een kwalitatief onderzoek uitgevoerd door een aantal leerkrachten te interviewen. Niet alleen wordt vastgesteld welke misconcepten er bestaan in de kernfysica bij de leerlingen. De vraag welke de grootste uitdaging is bij het omgaan met misconcepten wordt beantwoord. Eveneens worden methodes beschreven waarop deze misconcepten gedetecteerd kunnen worden en om verschillende soorten misconcepten aan te pakken. Hieruit kan besloten worden dat misconcepten blijven bestaan, dat er sterker ingezet mag worden op het opsporen en ontmantelen van deze vooroordelen, percepties, aannames en misconcepten. Dit is ook gelijk de grootste uitdaging, omdat blijkt dat het bewustzijn rondom het bestaan en de hardnekkigheid van de misconcepten beperkt is.

2. Inleiding

Kernfysica is een stuk van de moderne fysica dat opgenomen is de leerplannen voor het secundair onderwijs. Straling is niet zichtbaar en deze verschijnselen spelen zich af op het kwantumniveau van de deeltjes. Deze kwantumtheorie verhoudt zich heel anders tot deeltjes dan de algemene denkbeelden en de algemene fysica. Hierdoor blijft het een heel abstract onderwerp. Er worden wiskundige begrippen aan gekoppeld en dit zorgt er mede voor dat deze materie voor leerlingen in het secundair onderwijs ook moeilijk te doorgronden is.

Omdat deze wetenschap zo ver verwijderd is van de intuïtieve logica, en alles dat wordt aangenomen in het dagelijkse leven, is het niet abnormaal dat de denkbeelden, percepties en vooroordelen niet overeenkomen met de wetenschappelijke bevindingen.

Zo beschrijven ook López & Marco (2021) bijvoorbeeld dat leerlingen uit het secundair (verplicht onderwijs) veel meer ingaan op de negatieve zaken die kernfysica met zich meebrengt, maar dat leerlingen die hogere studies aangaan veel meer open staan en nieuwsgierig zijn naar de technische applicaties. Dit artikel geeft aan dat er wel degelijk misconcepten bestaan rond kernfysica en impliceert daarmee het belang van goede leerstrategieën om deze materie aan te leren en de misconcepten aan te pakken.

2.1 Wat zijn misconcepten

Het is belangrijk om deze vraag te beantwoorden. Misconcepten zijn foutieve denkbeelden over leerstof waarvan leerlingen aannemen dat ze kloppen. Misconcepten zijn er wanneer de denkbeelden en ideeën van leerlingen niet overeenkomen met de wetenschappelijke feiten. Voor de volledigheid wordt er ook gesproken over vooroordelen, percepties en aannames omdat ook deze zorgen voor denkbeelden die niet of onvoldoende overeenkomen met wat feitelijk wordt aangenomen en de wetenschappelijke feiten.

Uit onderzoek blijkt dat het vaker voorkomt dat leerlingen te kampen hebben met misconcepten, vooroordelen, percepties en aannames bij het aanleren van leerstof.

Bij aanvang van de leerstof zijn er sowieso al veel denkbeelden bij de leerlingen. Deze komen voort uit intuïtieve ideeën, dingen die ze dagelijks voelen, zien en ervaren. De ideeën worden ook bekrachtigd door de omgeving en de (sociale) media.

2.2 Plaatsing

Dit onderzoek wordt niet uitgevoerd om absoluut te bepalen welke misconcepten er zijn onder leerlingen betreffende kernfysica. Het is een middel om te achterhalen of er nog misconcepten zijn en hoe daarmee wordt omgegaan. Het dient als middel om aan te tonen wat het belang is van het achterhalen van misconcepten. Tegelijkertijd gaat het in op mogelijke manieren om misconcepten te achterhalen en hoe deze bijgesteld kunnen worden.

Het is een oproep aan leerkrachten en leerkrachten in opleiding om zelf aan de slag te gaan in de eigen klas. Wees bedachtzaam voor misconcepten en ga hiermee om.

2.3 literatuur

Wat misconcepten betreft, beschrijven Southerland et al. (2001) dat overtuigingen die leerlingen hebben wel degelijk een invloed hebben op hun kennis en hun kennisverwerving. Wetenschappelijke kennis alleen is niet voldoende om bepaalde van deze overtuigingen te veranderen.

Ouch & Widiyatmoko (2023) beschrijven in hun artikel 'The role of students' misconceptions in science teaching and learning' dat de aanwezigheid van misconcepten het voor leerlingen moeilijk maakt om nieuwe leerstof correct te verwerken. Het leidt tot een verstoord of incompleet begrip van de wetenschappelijk kennis.

De misconcepten zijn hardnekkig omdat ze diep geworteld zitten in intuïtieve ervaringen, observaties en verkeerd geïnterpreteerde media.

Volgens dit artikel is de kennis over misconcepten gefragmenteerd. Hierdoor is het voor leerkrachten en bij uitbreiding de ontwikkelaars van lesmateriaal moeilijk een overzicht te krijgen van de misconcepten die er zijn.

Volgens Vosniadou (1994) beïnvloedt de kwaliteit van de voorkennis van leerlingen de kwaliteit van leren.

3. Onderzoeksvraag

De keuze voor dit onderzoek komt voort uit persoonlijke interesse. Kernfysica is niet alleen een boeiend en interessant onderwerp, het is ook iets dat maatschappelijk en politiek geladen is.

In de maatschappij wordt er al te vaak verwacht dat iedereen overal een mening over heeft. Indien de mening niet pro is, moet deze wel contra zijn. Een andere keuze is er vaak niet. Doch kan het soms wijzer zijn zich te onthouden van een mening. Onwetendheid ligt vaak aan de basis van vooroordelen, aannames, percepties en dus ook misconcepten. Het is beter om een beeld te vormen nadat alle informatie geraadpleegd werd, kennis werd opgedaan. Onder voorwaarde dat dit dan ook gebeurd is met de nodige kritische blik.

Het is belangrijk om te beseffen dat de toestroom aan informatie groot en divers is, en dat het moeilijk is om te achterhalen welke bronnen nog betrouwbaar zijn.

Op deze manier kan deze vraag gesteld worden:

Hoe kunnen misconcepten, vooroordelen, aannames en percepties opgespoord en aangepakt worden bij het aanleren van kernfysica?

Deelvraag 1: Welke misconcepten, vooroordelen en percepties bestaan er bij leerlingen in verband met de leerstof van kernfysica?

Omdat het over intuïtieve dingen gaat, en omdat ze goed verborgen blijven is het moeilijk om misconcepten bloot te leggen. De eerste vraag is 'zijn er nog wel misconcepten' en zo ja, worden deze door zowel leerkrachten als leerlingen benoemd?

Deelvraag 2: Wat zijn de grootste uitdagingen om met deze misconcepten om te gaan?

Dit is een belangrijke vraag als er gezocht wordt naar manieren om misconcepten te achterhalen en om misconcepten te weerleggen. Waar zitten de problemen zodat er bekeken kan worden wat er nodig is om hier nog beter mee om te kunnen gaan.

Deelvraag 3: Welke zijn de meest effectieve didactische methoden om misconcepten op te sporen en aan te pakken?

Enkel en alleen de vraag stellen of er misconcepten zijn, is niet voldoende. Er moet bij stilgestaan worden dat de misconcepten ook effectief moeten worden opgespoord en dat er didactische methodes moeten zijn om deze ook effectief aan te pakken. Hierbij moet al meteen een nuance gemaakt worden. Het is niet de bedoeling om misconcepten op wetenschappelijke wijze op te sporen voor wetenschappelijk onderzoek, maar een richtlijn op te stellen over hoe deze in de klaspraktijk op zijn te sporen.

4. Methodologie

Het onderzoek heeft plaatsgevonden op twee verschillende scholen in doorstroomklassen.

Onderzoeksopzet

Er is gekozen voor mixed-methods onderzoek waarbij zowel kwalitatief als kwantitatief onderzoek is gebeurd. Het doel van het kwantitatieve onderzoek is om te bekijken hoe leerlingen staan ten opzichte van kernfysica en straling. En om bovendien een aantal van de denkbeelden en eventuele misconcepten bij leerlingen te achterhalen. Het kwalitatieve luik bestaat uit interviews met leerkrachten. Hier wordt ook ingegaan op hoe ze kernfysica in de klas zien, maar meer nog hoe ze omgaan met misconcepten, aannames, vooroordelen en percepties in hun klas. Hoe kunnen ze deze achterhalen en hoe gaan ze daarmee om.

Onderzoeksvragen

Bij het kwalitatieve luik is er, met het oog op de responsbereidheid en het gebruiksgemak om de vragenlijst in te vullen, gekozen voor eens/oneens-vragen in de plaats van meer genuanceerde schalen (zie bijlage A).

Deze opzet laat minder ruimte voor nuances, maar werkt eenvoudiger en geeft een algemene tendens weer in het denken van de leerlingen, waardoor misconcepten duidelijk naar voren komen. De focus ligt niet op individuele verschillen in opinie maar op het herkennen van mogelijke misconcepten.

De leerkrachten kregen algemene open vragen (zie bijlage B). Het doel hierbij is om na te gaan of leerkrachten zelf voldoende bezig zijn met het detecteren van misconcepten en het achterhalen van hun strategie en werkwijze.

Dataverzameling

Voor het kwantitatieve luik hebben 99 leerlingen de enquête ingevuld. Dit zijn derdegraads leerlingen van twee verschillende scholen. Alle leerlingen volgen een richting in de doorstroom-finaliteit en volgen de leerstof over kernfysica. Deze vragen worden geanalyseerd via een frequentieanalyse.

Voor het kwalitatieve luik zijn er drie leerkrachten die de lessen kernfysica geven geïnterviewd. Deze worden geanalyseerd aan de hand van een thematische codering.

4.1 Wat is de validiteit van het onderzoek?

Uiteraard geeft deze studie bij deze leerlingen geen globaal beeld. Zo is deze enquête enkel uitgerold bij leerlingen die effectief kernfysica in hun curriculum hebben zitten. Het lesonderdeel kernfysica is alleen opgenomen in doorstroomrichtingen. Dit is geen diverse groep zoals deze bestaat over alle bevolkingslagen en opleidingsniveaus. Ook hier moeten we kritisch blijven bij de vraagstelling en de antwoordmogelijkheden. De vragen werden zonder nuances gesteld en de antwoordopties zijn eveneens zonder nuances.

Er is voor deze manier van ondervragen gekozen omdat een vragenlijst eenduidig en gemakkelijk in te vullen moet zijn, om een algemeen beeld te krijgen. Het is vooral een belangrijk signaal. Ten eerste er blijven wel degelijk misconcepten overeind. Ten tweede

blijft het een taak van de leerkrachten om in de klas hiermee aan de slag te gaan. Het achterhalen en ontmantelen van misconcepten blijft een belangrijke taak van de leerkracht.

5. Resultaten

5.1 Welke misconcepten, vooroordelen en percepties bestaan er bij leerlingen in verband met de leerstof van kernfysica?

De leerkrachten geven aan dat er voor de lessen wel onwetendheid is bij de leerlingen, maar eens de lessen zijn gegeven is er veel meer duidelijk. Een van de dingen die leerlingen denken is dat straling iets is waar ze maar weinig mee in contact komen. Maar ze komen er tijdens de lessen al snel achter dat straling overal is.

Verder geven de leerkrachten maar weinig misconcepten aan waar leerlingen blijvend mee te maken hebben. Voor de lessen worden gegeven, benoemen ze wel enkele zogenaamde preconcepten, maar na de lessen blijven volgens hen maar weinig misconcepten overeind.

Toch zien we in de resultaten (zie bijlage C) van het kwantitatief onderzoek dat er wel degelijk misconcepten in stand zijn gebleven. Er is een bijkomende analyse van het resultaat van de leerlingen die de lessen al hebben afgerond en een analyse per school gemaakt.

Zo is 9% van de leerlingen ervan overtuigd dat elke kerncentrales dezelfde veiligheidsrisico's met zich meebrengt. Als de vraag gesteld wordt of straling altijd gevaarlijk of besmettelijk is, dan is nog steeds respectievelijk 15% en 22% van de leerlingen ervan overtuigd dat dit zo is.

Het is maar een minderheid van de leerlingen die met deze overtuigingen zit. Maar als we dan dieper gaan zien we dat bijna 60% van de leerlingen denkt dat een kerncentrale een kernbom kan worden. 70% van de leerlingen denkt dat kerncentrales radioactieve straling uitstoten en beseffen niet dat kolencentrales kolen verbranden die van nature sporen van radioactieve stoffen bevatten, en hierdoor wel radioactieve straling uitstoten.

Volgens de bevraging bij de leerkrachten zijn er niet veel misconcepten onder de leerlingen. Er wordt vaak uitgegaan van wetenschappelijke kennis en de leerkrachten gaan er voor het grootste deel vanuit dat dit geen ruimte laat voor misconcepten. Het is ook zo dat de leerplannen en de tijdsbesteding om alle leerplandoelen te behalen niet altijd evenveel ruimte laten om de maatschappelijke basis van dit onderwerp uit te diepen.

Het valt ook op dat alle leerkrachten hier anders mee omgaan. Er wordt bij sommige leerkrachten meer aandacht gegeven aan het maatschappelijk en ethisch concept dat gepaard gaat met kernfysica. Bij andere leerkrachten is daar minder ruimte voor.

5.2 Wat zijn de grootste uitdagingen om met deze misconcepten om te gaan?

Het wordt duidelijk dat het probleem al begint bij het achterhalen van misconcepten. Als de leerkracht zich niet ten volle bewust is dat er misconcepten zijn, dan is het moeilijk om ze te achterhalen.

Misconcepten zijn moeilijk te detecteren. Het vergt een andere didactische aanpak, waaronder confronteren, discussie en reflectie (Ouch & Widiyatmoko, 2023).

Het leerplan bevat veel leerstof, er zijn veel klassen en veel verschillende competenties die leerkrachten onder de knie moet hebben. Het is zeer moeilijk om misconcepten, vooroordelen en perceptie te achterhalen.

Het kan zeer nuttig zijn om in overleg te gaan over moeilijke beelden en onderwerpen die maatschappelijk geladen zijn. Dit binnen en buiten de vakgroepen maar ook met experts. Zo zal een leerkracht aardrijkskunde ook iets kunnen bijbrengen over aardstraling, ontginning en de rol van onstabiele kernen. En zal deze in zijn lessen ook de nodige aandacht kunnen geven aan deze verschijnselen.

Verder is het omgaan met hardnekkige denkbeelden die gevormd zijn onder veel verschillende invloeden ook moeilijk. Enkel confronteren is niet voldoende om bepaalde pijnpunten bloot te leggen. Zoals blijkt uit de bevragingen is een duidelijke wetenschappelijke basis ook niet voldoende om alle misconcepten uit de hoofden van onze leerlingen te halen.

5.3 Welke zijn de meest effectieve didactische methoden om misconcepten op te sporen en aan te pakken?

Het is belangrijk om als leerkracht stil te staan bij manieren om misconcepten te achterhalen. Dat misconcepten zo vanzelfsprekend zijn in ons denken en in het denken van de leerlingen betekent dat deze ook niet zo gemakkelijk naar boven komen.

De leerkrachten geven aan dat ze technieken gebruiken die aanleunen bij de socratische technieken waarbij ze in gesprek gaan met de leerlingen en hun bevragen over hun denkbeelden. Tekortkomingen zijn dat er te weinig tijd is. Ook is er weinig maatschappelijke en ethische relevantie te vinden in de aangeboden cursussen en het didactisch materiaal.

Bovendien kan een rechtstreekse confrontatie zonder meer ervoor zorgen dat deze denkbeelden versterkt worden.

Dit proces moet op een bewuste manier gebeuren. De leerkracht moet actief met de leerlingen in interactie gaan, open discussies voeren en gerichte vragen stellen. Het is belangrijk dat leerlingen zich veilig genoeg voelen om vragen te stellen en om hun denkbeelden te delen. Ook observaties en reflectievragen geven inzicht in de denkwijze van leerlingen.

Hier worden een aantal van de manieren om misconcepten te achterhalen beschreven:

Verklarende vragen stellen

Dit wil zeggen dat de leerkracht niet alleen vragen stelt om leerlingen te toetsen maar waarbij ze ook dieper doorvragen. Waarom denkt de leerling dat dit het juiste antwoord

is? Zo leg je als leerkracht het denkpatroon van de leerling bloot en kunnen misconcepten sneller achterhaald worden.

Predict-Observe-Explain (POE)

Dit is een manier waarbij leerlingen een bepaalde uitkomst van een experiment of situatie eerst moeten voorspellen, daarna moeten ze het resultaat observeren; uiteindelijk moeten ze verklaren waarom dit zo is en waarom hun voorspelling al dan niet uitkomt.

Concept mapping

Dit is een methode waar leerlingen aan de hand van zelf gemaakte schema's verbanden moet leggen en bepaalde concepten met elkaar moet verbinden. Door dieper in te gaan op de verbanden tussen verschillende concepten worden ontbrekende of foutieve relaties zichtbaar. Deze kunnen wijzen op het bestaan van een misconception.

Peer-instructions

Hierbij bespreken leerlingen in duo's of in kleine groepjes de leerstof op basis van een probleem of vraag. In deze gesprekken is er meer vrijheid en komen misvattingen sneller naar boven.

Exit-tickets

Op deze manier kan aan de leerlingen gevraagd worden om de leerstof of concepten die ze nog niet goed begrijpen te noteren. De leerkracht krijgt hierop direct feedback op het leren van de leerlingen.

Modellen tekenen

Door de leerling een situatie of concept te laten uittekenen, het begrip visueel te maken, wordt het veel minder abstract. Zo kunnen misconcepten en denkbeelden gedetecteerd worden.

Brainstormen

Op deze manier kunnen leerlingen tijdens een klassikale brainstorm hun ideeën en voorkennis delen. Dit geeft de leerkracht een inzicht in die voorkennis en mogelijke misconcepten.

Om deze misconcepten op te lossen worden er ook een aantal methodes beschreven:

In bijlage D: Tabel 1: Overzicht van didactische aanpak bij misconcepten, is een samenvattende tabel te vinden.

Confrontatie met fouten

Confrontatie met fouten is een didactische techniek waarbij leerlingen rechtstreeks geconfronteerd worden met hun fouten. In een experiment zien ze een ander beeld dan wat zij verwacht hadden of worden ze geleid naar onverwachte uitkomsten. Er wordt een bewustzijn gecreëerd waarin de leerling erachter komt dat zijn idee niet klopt. De leerling wordt zich bewust van de fout. Dit werkt voor simpele misconcepten.

Cognitieve dissonantie

Cognitieve dissonantie is een psychologisch mechanisme waarbij er een mentale spanning ontstaat omdat twee overtuigingen botsen. Hetgeen hij ervaart of ziet met hetgeen hij gelooft. Er ontstaat een cognitieve dissonantie waardoor interne motivatie wordt opgewekt om het eigen denken te herzien.

De leerling wil begrijpen wat er fout zit. Dit werkt voor hardnekkige misconcepten.

Peer learning en discussie

Peer learning en discussie is een didactische methode waarbij overleg en discussie met andere leerlingen centraal staat. Door ideeën met elkaar uit te wisselen worden misconcepten zichtbaar. Door middel van redeneren kunnen deze opgelost worden.

De leerling wordt gestimuleerd om kritisch te denken en kan zichzelf verbeteren. Op deze manier wordt een veilige leeromgeving gecreëerd. Het is voor leerlingen gemakkelijker om op deze manier hun fouten toe te geven.

Dit werkt goed bij misconcepten die sociaal zijn of bij misconcepten waarbij er toch al gereede twijfel is.

Hints en ondersteuning

Hints en ondersteuning is een didactische methode waarbij leerlingen stap per stap worden verder geholpen met vragen en tips. De leerkracht geeft geen antwoorden maar begeleidt de leerling in zijn denken. Dit wordt ook wel scaffolding genoemd. De leerlingen komen hierbij zelf tot de juiste inzichten.

Dit werkt bij complexe vragen of bij onzekerheden of verwarringen bij de leerling, door bijvoorbeeld het ontbreken van de juiste voorkennis.

Reflectie en zelfevaluatie

Reflectie en zelfevaluatie is een methode waarbij leerlingen reflecteren en zelf kritisch moeten nadenken. Ze moeten zelf nagaan of er denkfouten zijn en of er twijfels bestaan. Door dit bewust te doen kunnen leerlingen tot een dieper inzicht komen.

Dit werkt wanneer leerlingen denken zeker te zijn dat ze gelijk hebben of wanneer ze denken dat ze het begrijpen.

Visualisatie en technologie

Met visualisaties, modellen, animaties en simulaties kunnen abstracte concepten inzichtelijk gemaakt worden. Zo is er minder ruimte voor foutieve ideeën.

Dit werkt goed bij abstracte en onzichtbare concepten.

Socratic teaching

Dit is ook een didactische methode waarbij de leerkracht meegaat in het denkbeeld van de leerling en vragen blijft stellen over het eigen redeneren. Hierdoor komt de leerling in een redenering die niet meer overeenkomt met zijn eerste denkbeelden.

Dit werkt voor hardnekkige overtuigingen of wanneer een directe confrontatie weerstand zou oproepen. Deze methode komt ook naar voren in de interviews.

Online omgeving

Online kan een interactieve leeromgeving gecreëerd worden wat de betrokkenheid van de leerlingen verhoogt. Het is gemakkelijker om leerlingen te confronteren met visualisaties.

Dit werkt goed bij verschillende soorten misconcepten.

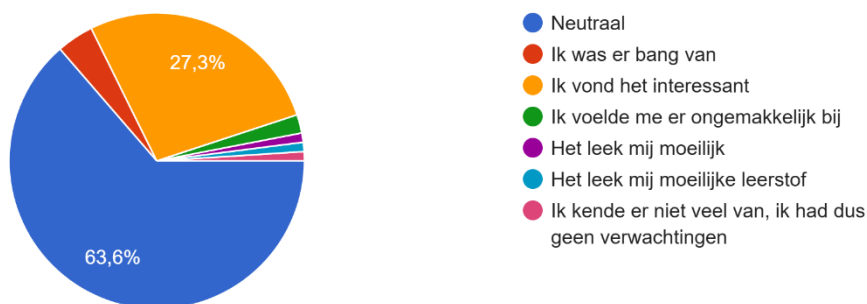
5.4 Waar komen misconcepten vandaan?

Uit zowel kwalitatief onderzoek als het kwantitatief onderzoek blijkt dat deze niet zozeer voortkomen uit vooroordelen tegen kernfysica en straling. Zowel de leerlingen als de leerkrachten geven aan dat leerlingen starten vanuit een eerder neutraal kader ten opzichte van kernfysica.

De leerkrachten geven in de interviews aan dat er vooral veel onwetendheid is rondom het onderwerp kernfysica. Dit zorgt ervoor dat er al een bepaalde angst kan zijn voor het onbekende en mysterieuze dat kernfysica is. Echter valt in de bevragingen op, dat leerlingen voor de lessen naar eigen zeggen eerder neutraal denken over kernfysica, zo'n 63% van de leerlingen en 27% van de leerlingen vindt het interessant. Na de lessen vindt zelfs 58% van de leerlingen het onderwerp interessant en 32 % blijft er neutraal onder.

Wat vond je van kernfysica en straling? VOORDAT je deze lessen hebt gehad?

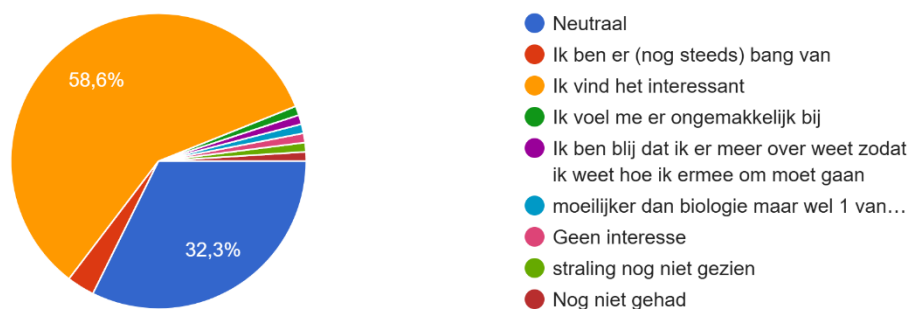
99 antwoorden



Figuur 1: Gevoel van de leerlingen over kernfysica voor de lessen

Wat vind je van kernfysica en straling? NADAT je deze lessen hebt gehad?

99 antwoorden



Figuur 2: Gevoel van de leerlingen over kernfysica na de lessen

Leerlingen vinden het over het algemeen goed dat kernfysica in het leerplan zit, het gaat dan over ruim 85% van de leerlingen die de enquête ingevuld hebben.

Uit het onderzoek blijkt dat er toch nog enkele denkbeelden zijn die niet volledig wetenschappelijk ondersteund worden. In het kwantitatief onderzoek is het moeilijk om verder door te vragen naar deze beelden.

Maar al snel is duidelijk dat er wel degelijk misconcepten blijven bestaan, niet onderuitgehaald door wetenschappelijke theoretische bewijzen. Sommige misconcepten

zitten zelfs nog bij hele grote groepen van leerlingen, andere blijven hangen bij een minderheid.

Ter ondersteuning van deze moeilijke taak is er een creatief ontwerp. Dit gaat uit van stellingen die vrij aannemelijk klinken, en waar al vlug een mening over gevormd kan worden op basis van wat we denken. Deze stellingen worden dan omgekeerd, de keerzijde wordt belicht en opeens lijkt die aannemelijkheid te wankelen.

Hierop wordt opnieuw gereflecteerd, en op basis hiervan worden kennis opnieuw gedeeld en doorgrond. Zo kunnen leerlingen een meer genuanceerder beeld krijgen van de aannemelijke stellingen. Leerkrachten kunnen dit testen in hun klas en ook zelf aan de slag gaan om op deze manier zowel leerlingen hetzij individueel dit te laten beleven. Maar dit kan ook klassikaal gebruikt worden door samen met de leerlingen de stellingen kritisch te bekijken.

6. Kritische bespreking van de conclusies

Hoewel dit een kleinschalig onderzoek is en zich specifiek richt op de misconcepten in de kernfysica, kan wel besloten worden dat er na de lessen kernfysica nog steeds misconcepten bestaan. Leerkrachten moeten zich hier bewust van worden om deze te kunnen achterhalen. Er zijn verschillende manieren om deze te achterhalen en ook om deze te weerleggen. Er is geen universele manier om dit aan te pakken. Open communicatie, vragen en het visueel maken van abstracte wetenschap kan hierbij helpen.

Misconcepten worden niet opgelost door de juiste wetenschappelijk informatie door te geven aan de leerlingen. Een gerichte didactische aanpak is nodig waarbij bevragingen en detectie van misconcepten centraal staan.

Misconcepten vormen een barrière voor diepgaand begrip van de leerstof. Ze verdwijnen niet met het aanbieden van wetenschappelijk correcte leerstof. Het is de verantwoordelijkheid van de leerkracht om deze misconcepten op te sporen en aan te pakken. Dit vraagt bewustwording en de bereidheid om in te zetten op detectie en aanpakken van misconcepten, vooroordelen, percepties en aannames.

Het is belangrijk om de eigenheid van de leerkracht te behouden. Het is wel essentieel dat elke leerkracht zich bewust is van het bestaan en de impact van misconcepten. Een veilige en open klasomgeving, waarin leerlingen durven twijfelen en redeneren, is hierbij onmisbaar.

Dit onderzoek is dan ook een oproep aan leerkrachten om hun rol in het aanpakken van misconcepten ernstig te nemen. Om didactisch creatief te zijn en oplossingen te zoeken die bij hen passen.

In mijn eigen praktijk wil ik hierin een stap zetten door een online leeromgeving te ontwerpen die focust op het confronteren van fouten en het stimuleren van reflectie. Ik hoop hiermee andere leerkrachten te inspireren om gelijkaardige initiatieven te ontwikkelen of te gebruiken.

Het draait het om de leerwinst van de leerlingen. Enkel bewustwording dan misconcepten ondermijnen.

6.1 Creatief ontwerp

Het creatief ontwerp bevat een online leeromgeving waarbij leerlingen zowel individueel als klassikaal een bepaalde stelling kunnen kiezen. Wanneer ze dit hebben gekozen zal aan de hand van een tegenbeeld, waarbij gebruikt wordt gemaakt van conflict en zo cognitieve dissonantie wordt opgeroepen. Daarna worden er opnieuw reflectievragen gesteld en is er ruimte om meer inhoudelijke theoretisch vragen te beantwoorden.

Door het gebruik van zowel een digitale leeromgeving, het conflict, de cognitieve dissonantie en de reflectie is dit een tool die breed inzet op het weerleggen van misconcepten.

De handleiding zal andere leerkrachten aanzetten om deze en gelijkaardig tools te gebruiken of deze zelf te ontwikkelen.

6.2 Toekomstige onderzoeksperspectieven

Het risico bestaat dat bepaalde misconcepten ook bestaan onder de leerkrachten. Dit is niet onderzocht, maar zou wel deel kunnen uitmaken van een nieuw onderzoek naar misconcepten.

Er kan ook verder onderzocht worden hoe effectief de tool werkt bij leerlingen om de misconcepten te weerleggen.

7. Referenties

- Kesuma, G. C., Diani, R., Hasanah, N., & Fujiani, D. (2020). Blended learning model: Can it reduce students' misconception in physics? *Journal of Physics: Conference Series*, 1467(1), 012044. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012044>
- Kulgemeyer, C., & Geelan, D. (2024). Towards a constructivist view of instructional explanations as a core practice of science teachers. *Science Education*, 108(4), 1034–1050. <https://doi.org/10.1002/sce.21863>
- Leinonen, R., Asikainen, M. A., & Hirvonen, P. E. (2013). Overcoming students' misconceptions concerning thermal physics with the aid of hints and peer interaction during a lecture course. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 9(2), 020112. <https://doi.org/10.1103/physrevstper.9.020112>
- Morales López, A. I., & Tuzón Marco, P. (2022). Misconceptions, knowledge, and attitudes towards the phenomenon of radioactivity. *Science & Education*, 31(2), 405–426. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00251-w>
- Ouch, S., & Widiyatmoko, A. (2023). The role of students' misconceptions in science teaching and learning. *AIP Conference Proceedings*, 2705, 030038. <https://doi.org/10.1063/5.0126151>
- Schulman, K., & Demantowsky, M. (2022, December 20). Teacher students' beliefs about and strategies for dealing with students' misconceptions. *Journal of Research and Didactics in Geography*. <http://www.j-reading.org/index.php/geography/article/view/339>
- Siantuba, J., Nkhata, L., & De Jong, T. (2023). The impact of an online inquiry-based learning environment addressing misconceptions on students' performance. *Smart Learning Environments*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00236-y>
- Southerland, S. A., Sinatra, G. M., & Matthews, M. R. (2001). Belief, knowledge, and science education. *Educational Psychology Review*, 13(4), 325–351. <https://doi.org/10.1023/A:1011913813847>
- Surmaini, N., Syaife'i, I., & Diani, R. (2021). An analysis of students' physics misconceptions in online learning using the four-tier diagnostic test with certainty of response index (CRI). *Journal of Physics: Conference Series*, 1796(1), 012099. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012099>
- Timothy, V., Watzka, B., Stadler, M., Girwidz, R., & Fischer, F. (2022). Fostering preservice teachers' diagnostic competence in identifying students' misconceptions in physics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(5), 1685–1702. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10311-4>
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45–69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)
- Widarti, H. R., Permanasari, A., Mulyani, S., Rokhim, D. A., & Habiddin, H. (2021). Multiple representation-based learning through cognitive dissonance strategy to reduce students' misconceptions in volumetric analysis. *TEM Journal*, 10, 1263–1273. <https://doi.org/10.18421/tem103-33>

8. Bijlagen

Bijlage A: Vragenlijst leerlingen

In welke klas zit je?

Wat vind je ervan dat het lesonderwerp kernfysica is opgenomen in het leerplan?

Is het lesonderwerp kernfysica al behandeld in jouw klas?

Wat vond je van kernfysica en straling? VOORDAT je deze lessen hebt gehad?

Wat vind je van kernfysica en straling? NADAT je deze lessen hebt gehad?

Is je begrip of visie op straling veranderd door lessen kernfysica?

Hoe ervaar je de houding van je omgeving (bv. familie, vrienden) tegenover kernfysica en straling?

Denk je dat de media zoals nieuwsuitzendingen en kranten correcte informatie geven over straling en kernenergie?

Denk je dat social media altijd correcte informatie geven over straling en kernenergie?

De stralingsdosis in die ik jaarlijks oploop in België is (gemiddeld) voornamelijk afkomstig van

Stellingen: Eens/Oneens

Alle kerncentrales zijn even veilig of onveilig

Straling is altijd schadelijk

Kerncentrales stoten meer radioactieve straling uit dan kolencentrales.

Een kerncentrale kan een atombom worden.

De rookpluimen die uit de grote schoorstenen van een kerncentrale komen zijn schadelijk.

Straling is besmettelijk.

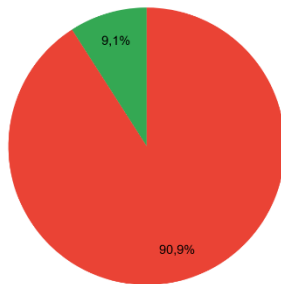
Ik eet soms bestraald voedsel

Bijlage B: Vragenlijst leerkrachten

- Hebben volgens jou leerlingen vooroordelen of misconcepten ten aanzien van kernfysica en straling voordat je hierover les geeft?
- Welke zijn dit dan?
- Op welke manier probeer je het bestaan van misconcepten en vooroordelen (ook algemeen bij andere stukken) te achterhalen bij jouw studenten?
- Heb je het gevoel dat bepaald van deze misconcepten hardnekkiger zijn dan anderen? Welke zijn dit dan?
- Hoe ga je om met eventuele vooroordelen en misconcepten (ook algemeen bij andere stukken). Wat doe je om dit de studenten hier bewust van te maken (discussie of reflectie of...)?
Welke werkvormen, evaluaties of observaties gebruik je hiervoor?
- Welke zijn de grootste uitdagingen bij het omgaan met misconcepten, algemeen en specifiek voor kernfysica?
- Merk je dat er na de lessen een andere beeld bestaat over kernfysica en straling?
- Hoe merk je dat, geef voorbeelden.
- Wat is volgens jou een goede manier om misconcepten te achterhalen en vervolgens om hiermee om te gaan?
- Ontbreekt er iets didactisch gezien wat dit proces gemakkelijker zou kunnen maken?
- Waar komen deze vooroordelen en misconcepten volgens jou vandaan?
- Werk je ook samen met collega's om deze misconcepten te achterhalen en op te lossen?
- Wat vind je ervan dat kernfysica in de leerplandoelstellingen is opgenomen, wat zou je hier aan veranderen?

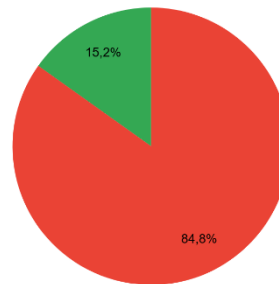
Bijlage C: Resultaat misconcepten**Algemeen totaal**

Alle kerncentrales zijn even veilig of onveilig



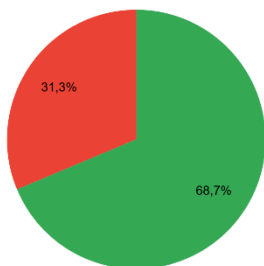
Straling is altijd schadelijk

● Oneens
● Eens



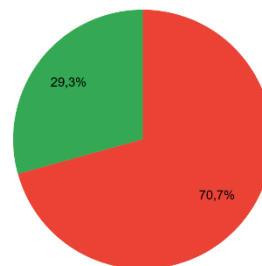
● Oneens
● Eens

Kerncentrales stoten meer radioactieve straling uit dan kolencentrales.



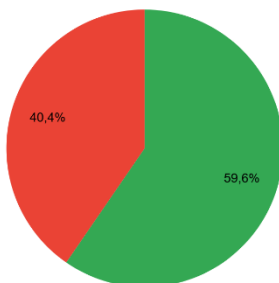
● Eens
● Oneens

De rookpluimen die uit de grote schoorstenen van een kerncentrale komen zijn schadelijk.



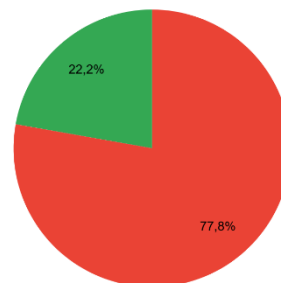
● Oneens
● Eens

Een kerncentrale kan een atoombom worden.



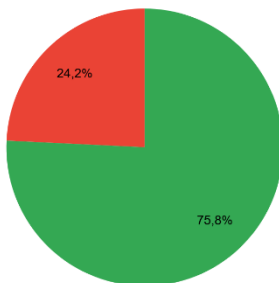
● Eens
● Oneens

Straling is besmettelijk.



● Oneens
● Eens

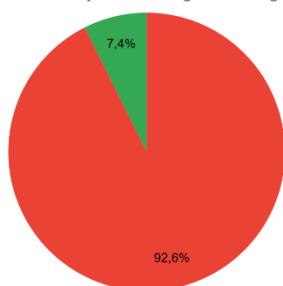
Ik eet soms bestraald voedsel.



● Eens
● Oneens

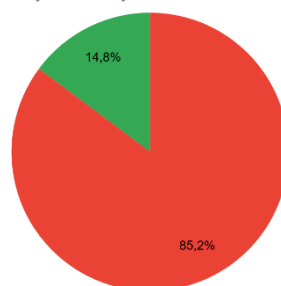
Antwoorden waarbij de lessen effectief zijn afgerond

Alle kerncentrales zijn even veilig of onveilig



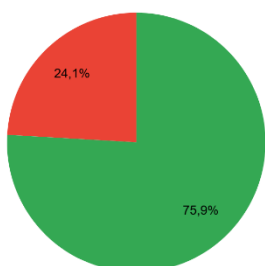
Straling is altijd schadelijk

● Oneens
● Eens



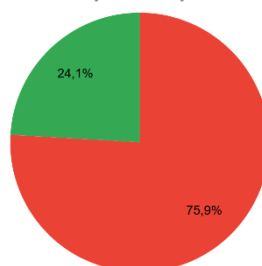
● Oneens
● Eens

Kerncentrales stoten meer radioactieve straling uit dan kolencentrales.



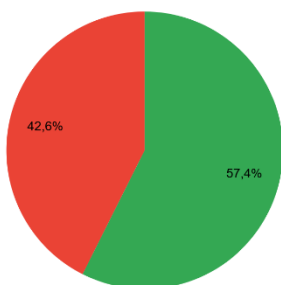
● Eens
● Oneens

De rookpluimen die uit de grote schoorstenen van een kerncentrale komen zijn schadelijk.



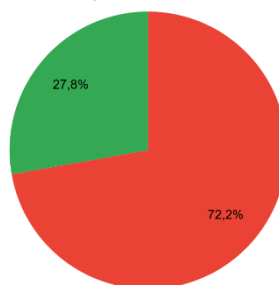
● Oneens
● Eens

Een kerncentrale kan een atoombom worden.



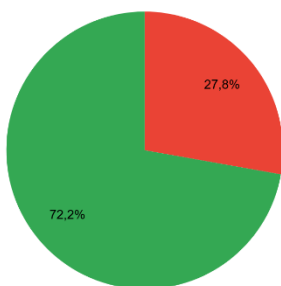
● Eens
● Oneens

Straling is besmettelijk.



● Oneens
● Eens

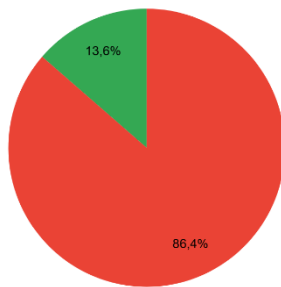
Ik eet soms bestraald voedsel.



● Oneens
● Eens

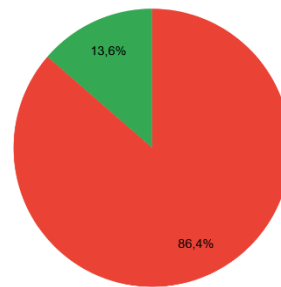
Antwoorden voor school 1

Alle kerncentrales zijn even veilig of onveilig



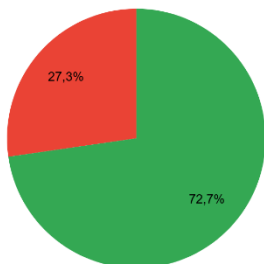
Straling is altijd schadelijk

● Oneens
● Eens



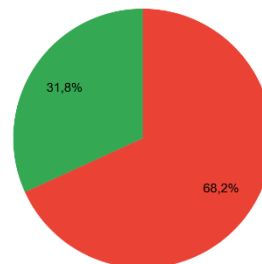
● Oneens
● Eens

Kerncentrales stoten meer radioactieve straling uit dan kolencentrales.



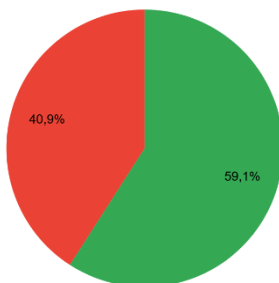
● Eens
● Oneens

De rookpluimen die uit de grote schoorstenen van een kerncentrale komen zijn schadelijk.



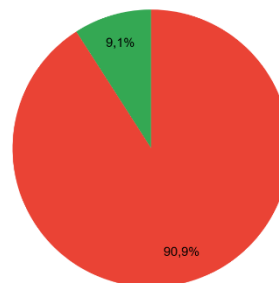
● Oneens
● Eens

Een kerncentrale kan een atoombom worden.



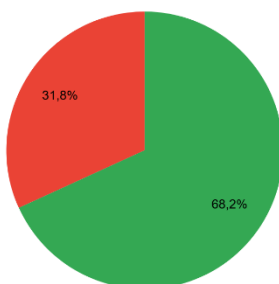
● Eens
● Oneens

Straling is besmettelijk.



● Oneens
● Eens

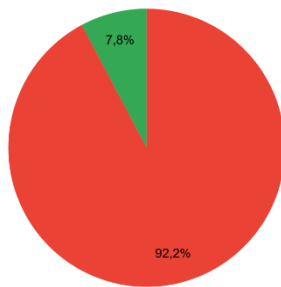
Ik eet soms bestraald voedsel.



● Eens
● Oneens

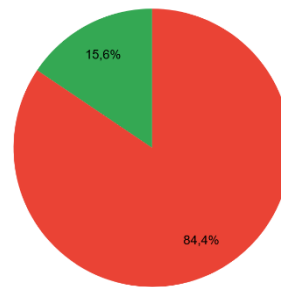
Antwoorden voor school 2

Alle kerncentrales zijn even veilig of onveilig



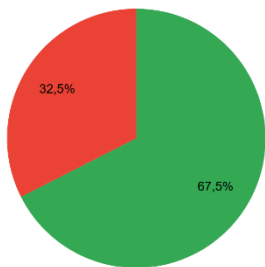
Straling is altijd schadelijk

● Oneens
● Eens



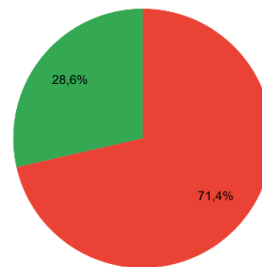
● Oneens
● Eens

Kerncentrales stoten meer radioactieve straling uit dan kolencentrales.



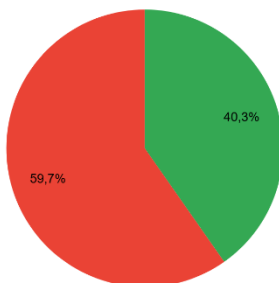
● Eens
● Oneens

De rookpluimen die uit de grote schoorstenen van een kerncentrale komen zijn schadelijk.



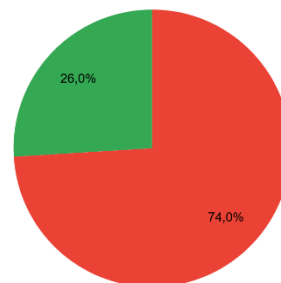
● Oneens
● Eens

Een kerncentrale kan een atoombom worden.



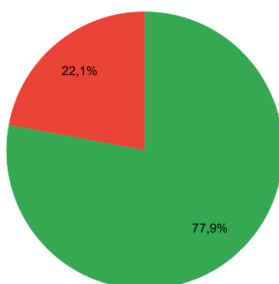
● Oneens
● Eens

Straling is besmettelijk.



● Oneens
● Eens

Ik eet soms bestraald voedsel.



● Eens
● Oneens

Bijlage D: Overzicht van didactische aanpak bij misconcepten*Tabel 1: Overzicht van didactische aanpak bij misconcepten*

	Confrontatie met fouten	Cognitieve dissonantie	Peer learning en discussie	Hints en ondersteuning	Reflectie en zelfevaluatie	Socratic teaching	Online leeromgeving
Wat?	confrontatie via test/experiment	Botsing tss overtuiging en waarneming	Ideeën uitwisselen	Scaffolding	Zelf nadenken	Kritische vragen stellen	Interactief
Effect?	Bewustwording	Intrinsieke motivatie	Correctie	Ondersteuning	Bewustwording	Inzicht	Betrokkenheid
Doel?	Fouten herkennen	Denken veranderen	Begrip verdiepen	Inzicht zonder frustratie	Metacognitie	Kritisch en diep leren	Confronteren
Werkt goed bij?	Simpele fouten	Hardnekkige overtuigingen	Sociaal beïnvloede misconcepten	Onzekerheid of beperkte voorkennis	Diepe overtuigingen en zelfinzicht	Complexe denkfouten	Diverse misconcepten