

# **Verwachtingen en doeltreffendheid van het vak 'science'**

Nicole J. P. Smits

Universiteit Utrecht, Centrum voor Onderwijs en Leren, Bèta cluster (start aug 2012)

juli, 2013

## **Abstract**

In dit onderzoek is gekeken naar de verwachtingen en het beeld van de leerlingen van het vak 'science' en de doeltreffendheid van de door de docenten opgestelde leerdoelen voor het vak 'science'. Uit het onderzoek blijkt dat leerlingen verwachtingen hadden bij en een beeld hadden van het vak die niet overeenkomen met wat ze uiteindelijk geleerd hebben na twee of drie jaar 'science'. Het belangrijkste leerdoel in vakken als 'science' of 'O&O' is het ontwikkelen van een onderzoekende houding. Bij ongeveer 60% van de leerlingen in alle leerlagen is de onderzoekende houding ontwikkeld volgens de perceptie van de leerlingen.

De belangrijkste aanbeveling is in het 1<sup>e</sup> leerjaar te starten met probleem oplossend lesgeven, zodat leerlingen weten hoe ze ontwerpen en onderzoeken aan kunnen pakken. Daarna kan overgestapt worden op probleem gericht leren, zodat leerlingen de opgedane kennis over ontwerpen en onderzoeken leren toepassen. Daarnaast is ieder jaar kort herhalen van de ontwerp- en onderzoekscyclus aan te raden.

## **Introductie**

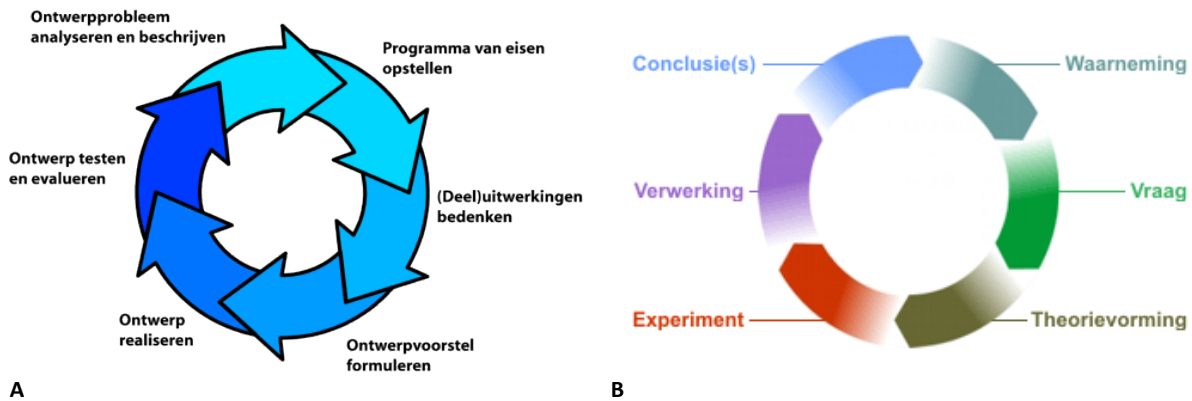
Het in dit artikel beschreven onderzoek heeft plaatsgevonden op een school voor voortgezet onderwijs voor HAVO en VWO in het midden van het land. In dit onderzoek is gekeken naar de doeltreffendheid van het vak 'science'.

Op de onderzoeksschool is voor de onderbouw een VWO+ programma ingericht. Hierin worden extra vakken zoals 'science', 'informatica', 'kunst en media' en 'filosofie' gegeven. Dit programma is speciaal opgezet voor leerlingen die voor de CITO toets een score van 545 of hoger hebben gehaald, zodat zij kunnen kiezen voor extra uitdaging binnen het vakkenpakket in de onderbouw van het VWO. Als leerlingen in de eerste klas kiezen voor VWO+ gelden er voor bevordering naar de tweede en derde klas mildere overgangsnormen dan voor leerlingen die in de standaard HAVO/VWO klas zitten en VWO willen doen. Voor bevordering van 1<sup>e</sup> naar 2<sup>e</sup> klas geldt voor VWO+ 42 punten voor de vakken Ne-En-Fr-Wi-Bi-Ak-Gs en niet meer dan 2 tekorten, terwijl voor HAVO/VWO geldt 45 punten voor dezelfde vakken en niet meer dan 3 tekorten. Voor bevordering van 2<sup>e</sup> naar 3<sup>e</sup> klas geldt voor VWO+ 60 punten voor de vakken Ne-En-Du-Fr-Wi-Na-Bi-Ak-Gs en niet meer dan 2 tekorten, terwijl voor HAVO/VWO geldt 66 punten voor dezelfde vakken en niet meer dan 3 tekorten.

'Science' wordt gegeven van het 1<sup>e</sup> tot en met het 3<sup>e</sup> leerjaar. 'Science' kent geen curriculum en wordt gegeven aan de hand van projecten, zowel onderzoek als ontwerp. Bij het afronden van een project is het de bedoeling dat leerlingen beoordeeld worden op basis van het projectresultaat en het proces. Binnen het vak 'science' heeft de docent een begeleidende rol. De leerlingen moeten aan de hand van projectbeschrijvingen zelf tot een ontwerp komen of een onderzoek doen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de ontwerp- of onderzoekscyclus (Fig. 1).

De ontwerp- of onderzoekscyclus bestaat uit ([www.natuurkunde.nl](http://www.natuurkunde.nl)); fase 1: analyseren en beschrijven, fase 2: programma van eisen opstellen, fase 3: (deel)uitwerkingen bedenken, fase 4: ontwerpvoorstel formuleren, fase 5: ontwerp realiseren en

fase 6: productontwerp evalueren en testen. De onderzoekscyclus omvat soortgelijke fases (www.science.uva.nl); fase 1: waarnemen, fase 2: bedenken van een vraag, fase 3: het opstellen van een hypothese, fase 4: experimenteren, fase 5: uitwerken en fase 6: conclusies trekken. Beide cycli worden geheel doorlopen bij ieder ontwerp of onderzoek. De cycli zijn zich herhalende processen waarbij steeds teruggegaan wordt naar eerdere fases om het ontwerp of onderzoek te verbeteren.



**Figuur 1. A De ontwerpcyclus en B onderzoekscyclus.**

De ontwerp/onderzoekscyclus bestaat uit 6 stappen die door lopen moeten worden bij ieder ontwerp of onderzoek. Het is een zich herhalend proces, waarbij teruggegaan kan worden naar eerdere stappen omdat een ontwerp/onderzoek nog niet voldoet aan de gestelde eisen.

Aanleiding voor dit onderzoek was de lage leeropbrengst en de desinteresse van de huidige 3<sup>e</sup> klas leerlingen. Daarnaast wordt vanaf volgend schooljaar het technasium –met het vak Onderzoek & Ontwerp ('O&O')- ingevoerd op de onderzoeksschool, en is het van belang te weten of de door de docenten opgestelde leerdoelen voor het vak behaald worden. De vakken 'science' en 'O&O' vertonen overeenkomsten in de opzet van het vak en de inrichting van de lessen. Vandaar dat dit onderzoek, dat uitgevoerd is in de 'science' lessen, ook gebruikt kan worden bij de lesvoorbereiding en uitvoering van 'O&O' lessen volgend schooljaar.

Leerlingen die het vak 'science' volgen leggen een goede basis voor wat er van ze in de huidige samenleving wordt verwacht, namelijk dat ze in groepen kunnen werken, flexibel zijn, creatief zijn, problemen kunnen oplossen en een onderzoekshouding hebben (Doorman, 2012). Het vak is gericht op het zelfstandig onderzoek doen of het maken van ontwerpen door (groepjes) leerlingen. Het ontwikkelen van een onderzoekende houding is van belang voor het opzetten van een goed onderzoek of het maken van een goed ontwerp. De onderzoekende houding bestaat uit een kritische houding (willen ontwikkelen van kennis van goede kwaliteit), nieuwsgierigheid (willen uitzoeken) en communicativiteit (willen gebruiken van andermans kennis en beschikbaar willen stellen van eigen gegevens) (Van der Valk en Broekman, 2005). Van essentieel belang voor het goed ontwikkelen van een onderzoekende houding is het 'willen' van de leerlingen. Om dit te bereiken zal vanaf de brugklas gezocht moeten worden naar de aansluiting bij de nieuwsgierigheid van de leerlingen. Daarnaast moet er voldoende begeleiding en structuur zijn voor de leerlingen, zodat leerlingen de mogelijkheid krijgen zichzelf te ontwikkelen.

De begeleiding en structuur bij het vak 'science' is als volgt: In het 1<sup>e</sup> leerjaar maken de leerlingen kennis met de ontwerp- en onderzoekscyclus en leren ze wat er van belang is bij het maken van een ontwerp of het doen van een onderzoek.

Hiervoor wordt een viertal lessen uitgetrokken. Daarna krijgen de leerlingen enkele korte ontwerp opdrachten waarin ze moeten laten zien dat ze de cyclus helemaal en goed kunnen doorlopen en hun ontwerp aan kunnen passen als blijkt dat het niet helemaal goed is. De docent speelt hier een belangrijke en leidende rol en maakt gebruik van het probleemoplossend lesgeven (Pólya, 1945; Hattie, 2009). Probleem oplossend lesgeven omvat vier fasen die door de docent gestuurd worden (Pólya, 1945): 1) het begrijpen van het probleem, 2) het maken van een plan van aanpak, 3) het plan uitvoeren en 4) het onderzoeken van het resultaat. De docent leidt de leerlingen door de opdrachten aan de hand van deze vier fasen. Na de introductie in het vak in het 1<sup>e</sup> jaar en in het 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> leerjaar direct wordt opdracht gegeven tot het doen van een onderzoek of het maken van een ontwerp in groepjes van 3 of 4 leerlingen. Deze opdracht duurt 6-8 weken. Tijdens deze opdrachten is de docent slechts aanwezig is als begeleider en wordt er veelal gebruik gemaakt van probleem gericht leren (Hattie, 2009). Probleem gericht leren wordt gekenmerkt door zes karakteristieken (Hattie, 2009): 1) leren vindt plaats in kleine groepen, 2) leren is gecentreerd rondom de leerling, 3) een docent is aanwezig als begeleider, 4) originele problemen worden aan het begin van het leerproces gegeven, 5) de problemen worden gebruikt om de benodigde kennis en probleemoplossende vaardigheden te leren en 6) nieuwe informatie wordt verkregen door zelfsturend leren.

Beide manieren van begeleiding hebben voor- en nadelen. Het blijkt uit de literatuur dat probleem gericht leren vaak niet de gewenste leeropbrengsten levert of zelfs een negatief effect heeft op het leerproces, vooral als leerlingen de basisprincipes nog niet in de vingers hebben (Dochy *et al.* 2003; Gijbels *et al.*, 2005; Hattie, 2009; Krischner, 2012). Als leerlingen de reeds opgedane kennis moeten toepassen, heeft het probleem gericht leren een positief effect op het leerproces. Het belang van probleem gericht leren zit dan ook in het toepassen van kennis en niet in het vergaren van kennis (Dochy, 2003). Probleem oplossend lesgeven zou een positief effect moeten hebben op het leerproces. Voor wiskunde vraagstukken is dit meerdere malen aangetoond (Marcucci, 1980; Garrett, 1986; Haas, 2005). Na een halve eeuw onderzoek blijkt voor alle vakgebieden het uitgewerkte-voorbeeld-effect, een voorbeeld van probleemoplossend lesgeven, een instructieaanpak die goede resultaten oplevert (Krischner, 2012). Het nadeel van probleemoplossend lesgeven in 'science' is dat leerlingen niet volledig zelfstandig werken aan een ontwerp of onderzoek.

Naast de inrichting van de lessen is het van belang de leerlingen te voorzien van goede feedback en doelen, zodat leerlingen gemotiveerder aan de slag gaan en daardoor meer leren. Goede feedback bestaat uit drie aspecten, feed-up (wat is het doel?), feedback (wat heb je tot nu toe gedaan?) en feed forward (hoe ga je verder om het doel te bereiken?) (Hattie & Timperley, 2007). Daarnaast kan feedback op vier niveaus gegeven worden, inhoud, aanpak, modus en persoon. In het bijzonder feedback op de aanpak en de modus zijn belangrijk (Hattie & Timperley, 2007). Door feedback te geven op deze twee niveaus, kunnen leerlingen op een positieve manier gestimuleerd worden. Dit draagt bij aan een hogere motivatie en zodoende aan een beter leerproces. Het voordeel van het geven van doelen is dat het voor leerlingen duidelijk is wat verwacht wordt dat ze moeten bereiken (Locke & Latham, 1990). Daarnaast geven doelen de docent handvatten voor het geven van feedback, de docent weet immers wat belangrijk is en waar feedback nodig is (Hattie, 2009). Docenten zouden leerlingen vooral moeilijke en uitdagende, maar wel bereikbare doelen moeten geven (Locke &

Latham, 1990). Bereikbare, maar uitdagende doelen hebben een duidelijk eindpunt voor succes en zorgen dat de prestatie van de leerlingen hoger wordt, omdat meer bereikt moet worden om tevreden te zijn (Locke & Latham 2006). Effectieve docenten geven leerlingen uitdagende doelen en structureren de lessen op een manier zodat leerlingen de gestelde doelen kunnen bereiken (Hattie, 2009). Het geven van feedback op het proces in deze zorgt ervoor dat de doelen eerder bereikt worden (Locke & Latham 2006).

### **Onderzoeksvraag en hypothese**

Centraal in dit onderzoek staat de effectiviteit van leerprocessen zoals deze worden toegepast in het vak 'science', vanaf volgend jaar O&O. In dit onderzoek is gekeken naar de doeltreffendheid van het vak 'science' met de huidige lesstijlen van de docenten, zoals de afgelopen jaren is gegeven op de onderzoeksschool. De hoofdvraag van dit onderzoek is: *Hoe doeltreffend is het vak 'science' in de perceptie van de leerlingen?*

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn de volgende deelvragen van belang:

- Wat was de reden voor leerlingen om 'science' te kiezen na het eerste jaar, wat voor beeld hebben/hadden zij bij het vak en wat verwacht(t)en zij te leren?
- Wat willen de docenten dat leerlingen hebben geleerd na drie jaar 'science' -wat zijn de leerdoelen -, hoe denken zij dat de leerdoelen bereikt worden, richten zij de lessen op een bepaalde manier in of wordt er gebruik gemaakt van bepaalde instrumenten om de leerdoelen te bereiken?
- Worden de door de docenten geformuleerde leerdoelen in de perceptie van de leerlingen gehaald?

De hypothese is dat er waarschijnlijk een groot verschil zit tussen wat de docenten denken dat de leerlingen geleerd hebben en hoe de leerlingen het zelf ervaren hebben. Leerlingen zullen aangeven dat zij andere verwachtingen hadden bij het vak en dat zij zeggen dat ze niet hebben geleerd wat ze dachten te gaan leren of doen.

### **Methode**

Dit onderzoek heeft betrekking op het al dan niet behalen van de door de docenten opgestelde leerdoelen. Hiervoor is een variatie aan onderzoeksmethoden ingezet. Het achterhalen van de keuze van de leerlingen voor het vak 'science' kan alleen gedaan worden door de leerlingen hierover vragen te stellen. De ervaring is dat leerlingen in een gesprek (interview) niet echt met antwoorden komen, alleen "ja gewoon" en dergelijke. Dit is de reden waarom er gekozen is voor enquêtes waarbij leerlingen een toegelicht antwoord moeten geven op een open vraag of keuze moeten maken tussen 'helemaal mee eens', 'mee eens', 'niet mee eens' of 'helemaal niet mee eens'. Er is geen pilottest uitgevoerd op de enquêtes omdat daar onvoldoende tijd voor was.

- Enquêtes met daarin open vragen zullen worden afgenomen om te bepalen wat voor beeld leerlingen hadden bij 'science' en waarom ze voor 'science' gekozen hebben (bijlage 1).
- Interviews zullen gedaan worden met enkele van de betrokken docenten om te achterhalen welke leerdoelen zij stellen bij het vak 'science', hoe zij denken dat deze leerdoelen behaald worden en wat ze in de lessen doen – welke hulp ze bieden- om de leerdoelen te behalen (bijlage 2).

- Enquêtes met vier keuzemogelijkheden zullen afgenomen worden bij leerlingen om te achterhalen of zij vinden dat de opgestelde leerdoelen ook daadwerkelijk behaald worden en of de hulp die geboden wordt invloed heeft op het behalen van de leerdoelen (bijlage 3).

De enquêtes zijn afgenomen in de 1<sup>e</sup> klas (29 leerlingen), 2<sup>e</sup> klas (16 leerlingen) en 3<sup>e</sup> klas (29 leerlingen). Met het aantal jongens en meisjes in de klassen is geen rekening gehouden, omdat dit niet van toepassing was voor het onderzoek. In totaal hebben er 69 leerlingen enquêtes ingevuld en zijn er 3 docenten geïnterviewd. Het leerlingen aantal is te klein om een betrouwbare, statistische analyse op te doen. De data analyse bestaat uit kwalitatieve methoden met als gevolg dat het een kwalitatief, beschrijvend onderzoek is.

In dit onderzoek is rekening gehouden met de volgende variabelen: de leerdoelen en de inrichting van het onderwijs. De leerdoelen worden gesteld door de docenten, maar ze moeten gehaald worden door de leerlingen. De lessen zullen dusdanig ingericht moeten worden dat de leerdoelen die gesteld zijn door de docenten, behaald kunnen worden door de leerlingen. Daarnaast is de inrichting van de lessen van invloed omdat de ene les wel een TOA tijd zal hebben om te helpen en een andere les niet. Dit betekent dat de tijd die per groepje besteedt kan worden, en daarmee dus de hulp en feedback die gegeven kan worden, verschillend is per les.

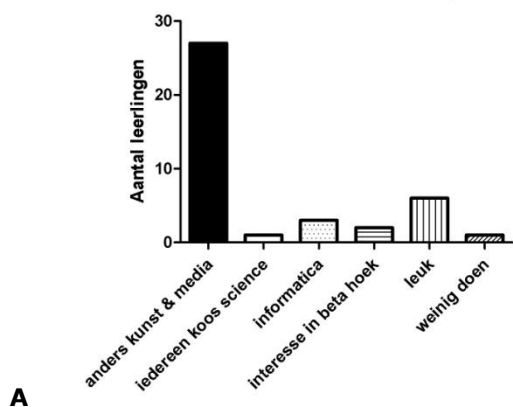
## **Resultaten**

In dit onderzoek is door middel van een enquête (bijlage 1) met open vragen bepaald waarom leerlingen voor het vak 'science' kiezen en welk beeld zij hebben bij het vak. Uit de resultaten van deze enquête komt duidelijk naar voren dat de meeste VWO+ leerlingen kiezen voor 'science', omdat ze het andere vak (kunst en media) de minst aantrekkelijke van de twee vakken vinden. De meest genoemde reden hiervoor is dat in de lessen 'kunst en media' een actieve werkhouding verwacht wordt. Van de 1<sup>e</sup> jaars kiest ongeveer de helft voor het vak 'science'. De meesten kiezen voor 'science' omdat ze iets met computers willen doen of omdat ze anders 'kunst en media' moeten gaan doen. Ook voor de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas leerlingen die voor 'science' gekozen hebben, is de meest voorkomende reden omdat ze anders het vak 'kunst en media' zouden moeten doen (Fig. 2A). Enkele leerlingen hebben 'science' gekozen, omdat ze anders geen informatica konden doen. Slechts 6 van de 41 leerlingen hebben voor 'science' gekozen omdat ze het vak - naar eigen zeggen - leuk vonden.

Het beeld dat leerlingen uit alle lagen bij het vak 'science' hebben varieert tussen veel onderzoek doen of juist veel ontwerpen en bouwen. Dit komt overeen met de verwachtingen die de leerlingen hadden bij het vak. De huidige 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas leerlingen hadden verwacht dat ze veel meer onderzoek en proefjes zouden gaan doen dan dat ze uiteindelijk gedaan hebben (Fig 2B). De verwachtingen van de huidige 1<sup>e</sup> klas leerlingen is dat ze veel mogen bouwen en ontwerpen in de komende jaren (Fig. 2C).

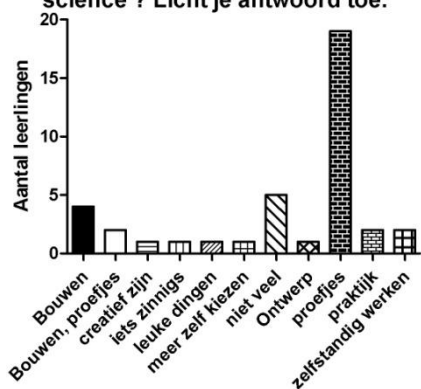
De meeste leerlingen vonden het vak in de 1<sup>e</sup> klas leuk, omdat ze veel mogen bouwen. In de 2<sup>e</sup> en/of 3<sup>e</sup> klas vinden leerlingen het vak minder leuk, omdat vanaf de 2<sup>e</sup> klas de deelonderzoeken veel belangrijker worden, waardoor er minder tijd overblijft om te kunnen bouwen of onderzoeken.

Na de 1e klas heb je gekozen om verder te gaan met het vak 'science'. Wat was hiervoor je reden?



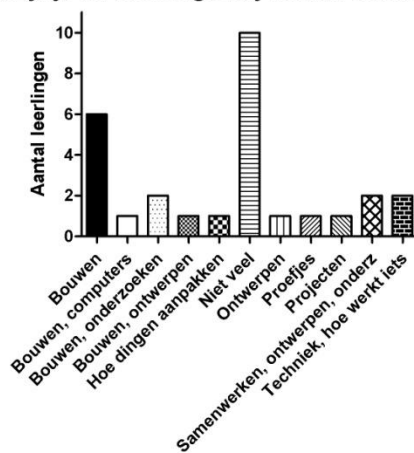
A

Wat waren je verwachtingen bij het vak 'science'? Licht je antwoord toe.



B

Wat zijn je verwachtingen bij het vak 'science'?



C

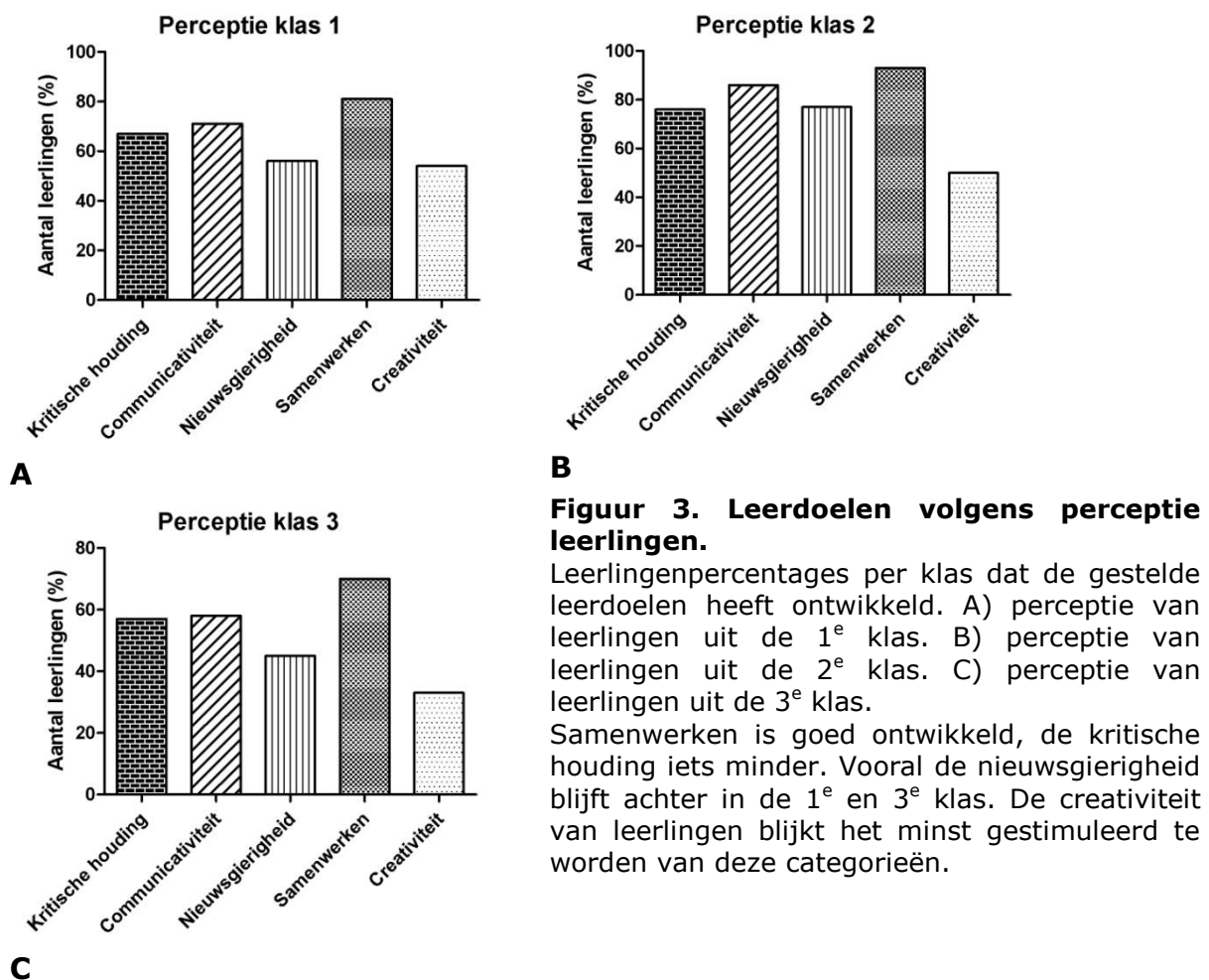
**Figuur 2. De keuze voor en de verwachtingen bij het vak 'science'.**

A) Reacties van alle 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas leerlingen, 2<sup>e</sup> klas 14 leerlingen en 3<sup>e</sup> klas 27 leerlingen. De meeste leerlingen in alle jaarlagen hebben voor 'science' gekozen of gaan voor 'science' kiezen omdat ze het alternatief 'kunst en media' nog minder aanspreekt. B) Verwachtingen van de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas leerlingen. De verwachtingen van de leerlingen uit de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas kwam vooral uit op het doen van proefjes, bijna 20 leerlingen had dit opgeschreven bij de verwachtingen. C) Verwachtingen van de 1<sup>e</sup> klas leerlingen, 28 leerlingen totaal. In de 1<sup>e</sup> klas hebben leerlingen vooral de verwachting dat er veel gebouwd gaat worden in de volgende jaren.

In interviews (bijlage 2) met de betrokken docenten zijn de leerdoelen voor de leerlingen bepaald. De leerdoelen volgens de docenten zijn: 1) het aanleren van een onderzoekende houding (creativiteit, kritische houding en het gebruik van de community) en 2) het leren samenwerken. Docenten beschrijven hun aanpak als volgt: In de 1<sup>e</sup> klas worden de lessen in de eerste twee weken besteed aan het leren van de ontwerp/onderzoekscyclus. Daarna worden korte projecten gegeven waarin de leerlingen de cyclus leren toepassen. Als deze korte projecten afgelopen zijn, gaan de leerlingen aan de slag met projecten die 6-8 weken duren. In de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas wordt de ontwerp/onderzoekscyclus niet meer herhaald en is de onderwijsopzet vanaf het begin probleemgericht leren. Alle projecten worden gegeven aan de hand van ontwerp- of onderzoeksopdrachten waarbij leerlingen in groepjes aan de slag moeten. De leerlingen krijgen een bepaalde opdracht waarbij zij in de verschillende deelonderzoeken informatie verkrijgen over de opdracht en het programma van eisen of een hypothese op moeten stellen voor het ontwerp of onderzoek. Dit gebeurt grotendeels zelfstandig en in deelstappen (de deelonderzoeken) die afgetekend worden door de docent

voordat een groepje verder mag met de opdracht. De docent geeft groepjes die vastlopen tijdens de oriëntatie fase tips om verder te komen.

In een vervolvenquête (bijlage 3) met vier keuzemogelijkheden voor de leerlingen is bepaald in hoeverre leerlingen leren samenwerken en de onderzoekende houding bij de leerlingen is ontwikkeld volgens hun eigen perceptie (Fig. 3 en bijlage 4). De drie elementen voor de onderzoekende houding: nieuwsgierigheid, kritische houding en communicativiteit (Van der Valk en Broekman, 2005) blijken niet allemaal even goed ontwikkeld te zijn. De kritische houding (vraag 4-6 en 14, 15) is bij de 2<sup>e</sup> klas leerlingen verder ontwikkeld dan bij de 1<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas leerlingen. Leerlingen uit de 1<sup>e</sup> klas nemen nog vaak de uitspraken van een docent altijd voor waar aan. Het geschreven woord daarentegen geloven ze niet altijd. Leerlingen uit de 3<sup>e</sup> klas blijken vaker het geschreven woord wel weer te geloven. De communicativiteit is volgens de meeste leerlingen goed ontwikkeld, in de 3<sup>e</sup> klas minder dan in de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> klas (vraag 9, 12, 16, 17). Leerlingen willen/durven anderen te overtuigen, de meesten zijn van mening dat ze ideeën van anderen kunnen gebruiken in het eigen ontwerp of onderzoek en de meerderheid van de leerlingen uit de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> klas kan zijn of haar ideeën op een duidelijke manier presenteren. De leerlingen uit de 3<sup>e</sup> klas geven vaker aan dat zij van mening zijn dat zij niet op een duidelijke manier hun eigen ideeën kunnen presenteren. De nieuwsgierigheid is



**Figuur 3. Leerdoelen volgens perceptie leerlingen.**

Leerlingenpercentages per klas dat de gestelde leerdoelen heeft ontwikkeld. A) perceptie van leerlingen uit de 1<sup>e</sup> klas. B) perceptie van leerlingen uit de 2<sup>e</sup> klas. C) perceptie van leerlingen uit de 3<sup>e</sup> klas.

Samenwerken is goed ontwikkeld, de kritische houding iets minder. Vooral de nieuwsgierigheid blijft achter in de 1<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas. De creativiteit van leerlingen blijkt het minst gestimuleerd te worden van deze categorieën.

het minst ontwikkeld volgens de leerlingen van alle leerlagen (vraag 8, 10, 11, 13). De leerlingen willen liefst zo snel mogelijk aan het werk, ze hoeven niet precies te weten hoe iets zit, ze willen niet eerst meer informatie zoeken om een betere keuze te maken en ze zijn vrij snel tevreden over een ontwerp. Uit deze enquête blijkt dat de meerderheid van de leerlingen uit alle leerlagen van mening is dat ze goed kunnen samenwerken (vraag 1-3). Ze bepalen de taken alvorens te beginnen en zorgen dat er voldoende overleg plaatsvindt. Leerlingen vinden het niet vervelend om medeleerlingen om hulp te vragen als zij er zelf niet uit komen. De creativiteit (vraag 7) blijkt niet heel erg gestimuleerd te worden tijdens de 'science' lessen.

### **Conclusie**

Uit dit onderzoek blijkt dat leerlingen voor 'science' kiezen omdat zij dit het meest aantrekkelijke vak van de + vakken vinden. De verwachting van de 1<sup>e</sup> klas leerlingen is veel ontwerpen en bouwen, terwijl de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas leerlingen hadden verwacht dat zij veel onderzoek zouden gaan doen. Het blijkt dat in de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas uiteindelijk veel meer is gefocust op ontwerp, waardoor deze verwachtingen niet zijn uitgekomen.

Dit onderzoek laat zien dat het belangrijkste leerdoel volgens de docenten het ontwikkelen van de onderzoekende houding is en dat probleem gericht leren als methode wordt gebruikt om de leerdoelen te bereiken, terwijl probleem oplossend lesgeven in de eerste weken waarschijnlijk tot een beter resultaat zal leiden (Dochy, 2003; Krischner 2012).

Verder blijkt uit dit onderzoek dat de door de docenten opgestelde leerdoelen voor het vak 'science' in de perceptie van de leerlingen bij ongeveer 60% van de leerlingen behaald wordt.

De hoofdvraag kan nu als volgt beantwoord worden; in de perceptie van de leerlingen is de doeltreffendheid het vak 'science' niet zo hoog. Het vak voldoet niet aan de verwachtingen van de meeste leerlingen en slechts 60% van de leerlingen geeft aan dat de onderzoekende houding is ontwikkeld. Het blijkt uit het onderzoek dat het aspect "willen" bij de meeste leerlingen niet of nauwelijks aanwezig is. Hierdoor zal de onderzoekende houding zal volgens Van der Valk en Broekman (2005) niet optimaal ontwikkeld worden.

De hypothese was dat er waarschijnlijk een groot verschil zit tussen wat de docenten denken dat de leerlingen geleerd hebben en hoe de leerlingen het zelf ervaren hebben. Het blijkt dat de docenten positiever zijn over de behaalde leerdoelen dan de leerlingen uiteindelijk zelf zijn, er is dus een verschil tussen wat docenten denken en wat leerlingen ervaren. Een tweede hypothese was dat leerlingen zullen aangeven dat zij andere verwachtingen hadden bij het vak en dat zij zeggen dat ze niet hebben geleerd wat ze dachten te gaan leren of doen. Het blijkt dat leerlingen inderdaad andere verwachtingen hadden bij het vak dan wat ze uiteindelijk gedaan en/of geleerd hebben.

### **Discussie**

Voor dit onderzoek zijn slechts 69 leerlingen ondervraagd. Er kan vanwege dit kleine aantal respondenten geen statistische, betrouwbare analyse uitgevoerd worden op de data. Dit resulteert in een kwalitatief, beschrijvend onderzoek.

Uit dit onderzoek blijkt op twee punten dat het belangrijke element "willen" dat nodig is voor het ontwikkelen van de onderzoekende houding (Van der Valk en Broekman, 2005) bij de meeste leerlingen op de onderzoeksschool waarschijnlijk



niet of nauwelijks aanwezig is. 1) Uit de enquêtes blijkt dat de meerderheid van de leerlingen die in de 'science' klassen zit, daar niet zit omdat ze het vak graag willen doen. De meesten hebben voor 'science' gekozen omdat 'kunst en media' nog minder aantrekkelijk was. 2) Het laten vallen van de + vakken is voor de meeste VWO+ leerlingen geen optie, omdat leerlingen dan in een HAVO/VWO klas komen waar ze aan hogere overgangsnormen moeten voldoen om VWO te mogen doen in vergelijking met de overgangsnormen voor VWO+. Uit de enquête blijkt verder dat leerlingen uit de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas het vak minder aantrekkelijk vinden dan dat ze het in de 1<sup>e</sup> klas vonden. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat er in de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas alleen maar vanuit het probleem gericht leren lesgegeven wordt, terwijl in het 1<sup>e</sup> jaar geleidelijk overgestapt wordt van probleem oplossend lesgeven naar probleem gericht leren. De leerlingen krijgen in de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas geen herhaling meer van de ontwerp- en onderzoekscyclus en worden geacht meteen grote ontwerpprojecten (van 6-8 weken) tot een goed resultaat te brengen. Het compleet vrijlaten van leerlingen in het eigen leren, zoals gebeurt met probleem gericht leren, blijkt niet effectief te zijn voor het leren (Hattie 2009, Krischner 2012, Mayer 2004). Of zoals Krischner (2012) het verwoord; "iets doen leidt niet tot iets leren". Waarschijnlijk is probleem oplossend lesgeven in de eerste paar weken en daarna overstappen op probleem gericht leren voor alle leerlagen een effectievere methode om de onderzoekende houding te stimuleren.

Een opvallend resultaat is dat de 1<sup>e</sup> klas leerlingen het beeld hebben dat er veel ontwerpen gemaakt gaan worden, terwijl de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas leerlingen het beeld hadden dat ze veel meer onderzoek zouden gaan doen. Een verklaring hiervoor kan zijn dat er door verschillende docenten in het 1<sup>e</sup> leerjaar les is gegeven en dat zij een andere invulling hebben gegeven aan de 1<sup>e</sup>-jaars 'science' lessen waarbij dit jaar de focus meer heeft gelegen op ontwerpen en de afgelopen twee jaar op onderzoek. Het feit dat het beeld dat de leerlingen uit de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas hadden niet heeft aangesloten op wat er daadwerkelijk in de lessen is gebeurd kan ervoor hebben gezorgd dat de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas leerlingen het vak hebben beoordeeld als steeds minder leuk. Voor de 3<sup>e</sup> klas leerlingen is daarnaast van belang dat zij in de 3<sup>e</sup> klas twee keer een onervaren en beginnende docent hebben gehad die weinig begeleiding in het vak heeft gekregen. Dit betekent dat de docent het vak waarschijnlijk minder goed vorm heeft kunnen geven, niet op de juiste momenten gerichte feedback heeft kunnen geven en niet op een juiste manier de doelen heeft weten te communiceren. Dit zijn verschillende redenen waardoor de leerlingen het vak mogelijk minder aantrekkelijk zijn gaan vinden.

Een tweede opvallend resultaat uit de enquête is dat leerlingen graag tijdens de 'science' lessen meer praktijk gerichte zaken zouden willen leren, die ze ook buiten school kunnen gebruiken. Te denken valt aan websites op zetten, elektrotechniek of metaaltechniek. De meisjes zouden graag leren hoe je make-up kunt maken.

De interviews met de docenten toonden aan dat het belangrijkste leerdoel voor de leerlingen de ontwikkeling van de onderzoekende houding is. Uit de vervolgenquêtes voor de leerlingen blijkt dat het element 'willen' dat door Van der Valk en Broekman (2005) als essentieel bestempeld wordt om een onderzoekende houding te ontwikkelen, voor het aspect nieuwsgierigheid nauwelijks aanwezig is bij de leerlingen van alle leerlagen. Een vermoedelijke oorzaak hiervoor is dat veel van de ontwerpen/onderzoeken niet aansluiten bij de leefwereld en de interesses van de leerlingen. De meeste ontwerpen, zoals van de Eureka cup, worden ontwikkeld door bedrijven. Dit is om leerlingen een idee te geven van waar bedrijven zich mee bezig houden en wat het belang voor de

maatschappij is. In principe zijn dit goede redenen, maar leerlingen in de onderbouw interesseren zich daar nog niet voor. Naarmate leerlingen ouder worden zal dit besef verder groeien en zullen dit soort projecten waarschijnlijk meer aanspreken. Projecten zoals "de schaatsenrijder" in de 1<sup>e</sup> klas afgelopen jaar, waarin nieuwe schaatsen ontworpen moesten worden, zijn veel interessanter voor jongere leerlingen, omdat dat in hun belevingswereld voor komt. Om de onderzoekende houding bij leerlingen te ontwikkelen zal aansluiting bij de interesses en de leefwereld van de jongere leerlingen van extra belang zijn (Van der Valk en Broekman, 2005). Dit zal er waarschijnlijk voor zorgen dat het element 'willen' gestimuleerd wordt en daardoor de onderzoekende houding beter zal ontwikkelen.

### **Aanbevelingen**

Voor het behalen van de door de docenten opgestelde leerdoelen, met name de ontwikkeling van de onderzoekende houding van leerlingen, is het volgende aan te bevelen:

- In alle leerjaren in het begin van het jaar kort de ontwerp- en onderzoekscyclus herhalen.
- In het eerste leerjaar probleem oplossend lesgeven en langzaam overgaan naar probleemgericht leren. In de volgende leerjaren beginnen met een kort project aan de hand van probleemoplossend lesgeven en daarna grote projecten met probleemgericht leren.
- In alle leerjaren doelen geven aan leerlingen en leerlingen voorzien van feedback op inhoud (ontwerp/onderzoek), aanpak en werkhouding.
- Projecten die aansluiten bij de leefwereld en interesses van leerlingen aanbieden, zeker in de onderbouw.
- Schoolbreed is het wellicht handig ook op VWO+ de overgangsnorm strenger te maken zodat leerlingen gestimuleerd worden zich in te zetten voor de + vakken.

Vervolgonderzoek naar de doeltreffendheid van het vak 'O&O' wordt aanbevolen.

Dit onderzoek is tot stand gekomen door mijn eigen ervaringen met het vak 'science' en overleg met directe collega's over het vak. Het doen van dit onderzoek, met name de literatuurstudie en de perceptie van de leerlingen, heeft tot nieuwe inzichten geleid over het inrichten van lessen bij zelfstandig leren. Een docent zou zijn of haar lesgeef praktijken minstens eens per jaar moeten onderzoeken aan de hand van de perceptie van de leerlingen. Dat ga ik mezelf in elk geval voornemen, zodat ik weet of de leerdoelen die ik stel daadwerkelijk door de leerlingen geleerd worden.

*Nicole Smits is docent-in-opleiding voor het schoolvak scheikunde aan het Centrum voor Onderwijs en Leren van de Universiteit Utrecht. In het kader van haar opleiding tot eerste-graadsdocent verrichtte zij een onderzoek naar doeltreffendheid voor het vak 'science'. De resultaten van dit Praktijkgericht Onderzoek en de aanbevelingen die zij naar aanleiding hiervan doet, vormen de basis van bovenstaand artikel.*

### **Literatuurlijst**

- Hattie, J. A. C. (2009). *Visible learning: A Synthesis of over 800 Meta-analysis Relating to Achievement*. Oxon: Routledge.
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P. en Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*. **13** (5): 533-568
- Doorman, M., Van der Kooij, H. en Mooldijk, A. (2012). Denkactiviteiten, onderzoekend leren en de rol van de docent *Nieuwe Wiskrant*. **31** (4): 9-11.

- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*. **77** (1): 81-112.
- Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P. en Segers, M. (2005). Effects of Problem-Based Learning: A Meta-Analysis from the Angle of Assessment. *Review of Educational Research*. **75** (1): 27-61.
- Krischner, P. A., Clark, R. en Sweller, J. (2012) *Helemaal uitleggen of zelf laten ontdekken? Onderzoek spreekt voor volledig begeleide instructie*. School BV: <http://hdl.handle.net/1820/4771>
- Marcuccu, R. G. (1980). A Meta-Analysis of research of teaching mathematical problem solving (Doctoral dissertation, University of Iowa, 1980). *Dissertation Abstracts International* **41**, 06A.
- Garrett, R. M. (1986). Problem solving in science education. *Studies in Science Education*. **13** (1). 70-95.
- Haas, M. (2005). Teaching Methods for Secondary Algebra: A Meta-Analysis of Findings. *NASSP Bulletin*. **89** (642): 24-46.
- Locke, E. A. & Latham, G. P. (1990). Work Motivation and Satisfaction: Light at the End of the Tunnel. *Psychological Science*. **1** (4): 240-246.
- Locke, E. A. & Latham, G. P. (2006). New Directions in Goal-Setting Theory. *Current Directions in Psychological Science*. **15** (5): 265-268.
- Van der Valk, T. en Broekman, H. (2005). Een discourse community van docenten rond onderzoekende houding in de bètavakken. *Tijdschrift voor Didactiek der  $\beta$ -wetenschappen* **22**: 22-50.
- [www.natuurkunde.nl](http://www.natuurkunde.nl)
- [www.science.uva.nl](http://www.science.uva.nl)

**Bijlage 1 vragenlijsten leerlingen 1<sup>e</sup> klas**

Beantwoord de vragen zo uitgebreid mogelijk, alleen dan kan ik een goed beeld krijgen van je redenen en verwachtingen!

Je hebt nu bijna een jaar het vak 'science' gehad, zou je dit vak kiezen volgend jaar? Beschrijf waarom je wel of niet voor 'science' zou kiezen.

---

---

---

---

---

Wat voor beeld heb je inmiddels bij het vak 'science'?

---

---

---

---

---

Wat zijn je verwachtingen bij het vak 'science'? Licht je antwoord toe.

---

---

---

---

---

Wat zou je graag willen leren in de 'science' lessen?

---

---

---

---

---

**vragenlijsten leerlingen 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> klas**

Beantwoord de vragen zo uitgebreid mogelijk, alleen dan kan ik een goed beeld krijgen van je redenen en verwachtingen!

Na de 1<sup>e</sup> klas heb je gekozen om verder te gaan met het vak 'science'. Wat was hiervoor je reden?

---

---

---

---

---

Wat voor beeld had je bij het vak 'science' na de 1<sup>e</sup> klas? Is dit beeld in de 2<sup>e</sup> en/of 3<sup>e</sup> klas veranderd? Waarom wel of niet?

---

---

---

---

---

Wat waren je verwachtingen bij het vak 'science'? Licht je antwoord toe.

---

---

---

---

---

Wat zou je graag willen leren in de 'science' lessen? Heb je geleerd wat je wilde leren, waarom wel of waarom niet?

---

---

---

---

## **Bijlage 2 Interview vragen docenten**

### **Vragen voor docenten science**

Welke leerdoelen wil je dat leerlingen behaald hebben na het 1<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> jaar 'science'?

- Samenwerken
- onderzoekende houding
- zelfstandigheid
- ontwerpen kunnen bedenken en maken
- leerling is in staat zijn eigen leerdoelen te formuleren
- stimuleren van creativiteit

Welke vindt je het belangrijkste?

Wat doe je in de lessen om deze leerdoelen te bereiken?

Gebruik je bepaalde doceertechnieken?

Richt je de lessen op een bepaalde manier in?

Op welke manier geef je leerlingen hulp?

Gebruik je nog bepaalde instrumenten/hulpmiddelen om de leerdoelen te bereiken?

Hoe denk je dat de leerlingen staan tegenover het wel of niet behalen van de leerdoelen?

Denk je dat zij het gevoel hebben inderdaad geleerd te hebben wat jouw bedoeling was dat ze zouden leren?

### Bijlage 3 Leerlingen enquête leerdoelen

De eerste enquête ging over wat jullie van het vak 'science' vinden en wat je zou willen leren. De docenten zijn inmiddels geïnterviewd om te kijken wat zij belangrijk vinden in de 'science' lessen en wat jullie volgens hen zouden moeten leren.

Deze enquête is gericht op de onderzoekende houding en is bedoeld om na te gaan of jullie hebben geleerd wat de docenten hadden verwacht dat jullie zouden leren.

Zet een kruisje onder wat jij vindt dat bij jou van toepassing is. Je hebt de keuze uit:

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

Alvast bedankt voor je medewerking!

1- Als ik in een groepje moet samenwerken, zorg ik er eerst voor dat iedereen zijn/haar taak weet

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

2- Bij het werken aan een project, heb ik regelmatig overleg (minimaal 1x per week) met mijn groepsgenoten

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

3- ik durf mijn groepje om hulp te vragen als ik zelf niet uit een probleem kom.

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

4- Als een groepsgenoot met een idee komt, durf ik er commentaar op te hebben om zodoende het idee te verbeteren

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

5- Als de docent iets vertelt, neem ik dat zonder twijfel voor waar aan

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

6- Als ik iets lees, neem ik dat zonder twijfel voor waar aan

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

7- Tijdens de science lessen kan ik mijn creativiteit kwijt

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

8- Ik durf iets te doen wat nog niet door iemand anders is gedaan

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

9- Als anderen mijn idee niets vinden, probeer ik ze toch te overtuigen

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

10- Als ik iets interessants lees of zie, wil ik precies weten hoe het zit

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

11- Ik wil dingen verbeteren

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

12- Als ik iets leuks heb gevonden/gemaakt, vertel ik dat tegen mijn vrienden/innen

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

13- Als ik een opdracht moet gaan doen, wil ik eerst meer informatie zoeken zodat ik beter keuzes kan maken

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

14- Ik ben niet snel tevreden over een ontwerp

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

15- Als er tijdens een experiment iets mis gaat wil ik precies weten wat er mis is gegaan

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

16- Ik kan ideeën of informatie van anderen gebruiken in mijn eigen ontwerp of onderzoek

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens

17- Ik kan op een duidelijke manier presenteren hoe ik tot een ontwerp ben gekomen of waarom ik een onderzoek heb gedaan

Helemaal mee eens	Mee eens	Niet mee eens	Helemaal niet mee eens



## Bijlage 4 Antwoorden leerlingen enquête leerdoelen

vraag	helemaal mee eens	mee eens	niet mee eens	helemaal niet mee eens
1		20	7	1
2	8	13	5	2
3	15	12	1	
4	17	11		
5	2	11	12	3
6		3	17	8
7	3	12	7	6
8	8	15	5	
9	6	18	1	3
10	6	5	12	5
11	3	17	5	3
12	1	15	9	3
13	1	8	15	4
14	2	11	11	4
15	3	10	10	5
16	5	15	6	2
17	1	18	6	3

Tabel 1. 1<sup>e</sup> klas

vraag	helemaal mee eens	mee eens	niet mee eens	helemaal niet mee eens
1	1	11	2	
2	10	3	1	
3	9	5		
4	9	5		
5		3	7	4
6		3	9	2
7	1	6	7	
8	7	7		
9	4	9	1	
10	3	6	5	
11		14		
12	1	9	4	
13	1	5	5	3
14		7	7	
15	5	5	3	1
16	1	13		
17		11	3	

Tabel 2. 2<sup>e</sup> klas

vraag	helemaal mee eens	mee eens	niet mee eens	helemaal niet mee eens
1	2	16	9	
2	4	11	8	4
3	10	14	1	2
4	15	9		3
5	3	4	11	9
6	2	9	13	3
7	1	8	11	7
8	4	14	5	4
9	6	10	7	4
10	4	6	12	5
11	2	11	12	2
12		14	9	4
13	1	7	13	6
14	2	8	12	5
15	3	4	13	7
16	4	17	4	2
17	2	10	8	7

Tabel 3. 3<sup>e</sup> klas