

Leren onderzoeken - 2

Een praktische aanpak in klas 4

Leren onderzoeken is een belangrijk maar lastig aspect in natuurwetenschappelijk onderwijs. Met twee praktische onderzoeken probeerde ik de relevantie van het gebruik van wetenschappelijke standaarden bij te brengen en leerlingen inzicht te geven in het belang van kwalitatief en kwantitatief accurate data. Een relevante context lijkt hierin een belangrijke factor te zijn.

Leerlingen worden geacht diverse onderzoeksvaardigheden te beheersen. Alhoewel leerlingen vaak de regels wel kennen (metingen herhalen en kiezen van een zo groot mogelijk bereik), passen ze die basale regels niet altijd toe als dit niet expliciet voorgeschreven staat. Is het omdat leerlingen de regels vergeten of het belang ervan niet inzien?

Wat nu, als we die practica in een context aanbieden waarbij leerlingen snel inzien dat het essentieel is om na te denken over het ontwerpen en uitvoeren van goed onderzoek? Denken ze dan wel na over de betrouwbaarheid en validiteit van hun eigen onderzoek? En zijn ze misschien zelfs in staat om de kwaliteit van elkaars werk te beoordelen?

De algemene opzet

In het eerste onderzoek doen de 4-vwo-leerlingen onderzoek voor de fictieve *Swedish Road Service* omtrent de veiligheid van automobilisten op steilere, besneeuwde wegen, zie Pols (2018). In het tweede onderzoek werken de leerlingen voor de *National Science Association* (NSA) en doen onderzoek naar factoren die de valsnelheid van *Crew Return Vehicles* (CRV), waarmee astronauten

terugkeren naar aarde, beïnvloeden. In een onderzoeksteam moeten zij die problemen onderzoeken en vervolgens een advies schrijven, presenteren en verdedigen voor een kritisch bestuur. Het onderzoeksteam moet het bestuur (de andere leerlingen) ervan overtuigen dat de bevindingen juist zijn, het advies wordt dan ook overgenomen of afgewezen (zie kader). In de context van een onderzoeksteam dat werkt voor een groot bedrijf, is het gebruik van peer review een legitieme en voor leerlingen logische activiteit omdat het bestuur uiteindelijk moet beslissen of zij de conclusies en adviezen overnemen of verwerpen.

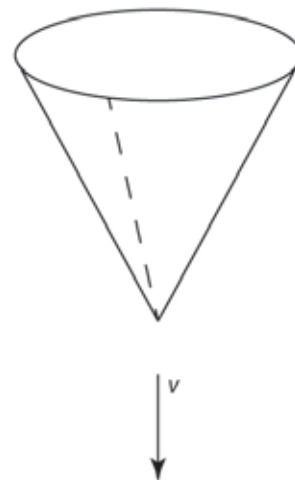
Je bent aangesteld als het hoofd van het onderzoeksteam en moet een advies uitbrengen. Dat betekent dat je de onderzoeksvragen moet beantwoorden en je bevindingen moet presenteren. Omdat het gaat over de veiligheid van mensen en een behoorlijke financiële investering, is het niet voldoende om alleen je conclusies te presenteren. Je moet het kritische bestuur (dat de advisering overneemt of afwijst) ervan overtuigen dat je bevindingen juist zijn.

Begin met het opstellen van minstens drie kritische vragen die je zou stellen als je zelf in het bestuur zou zitten. Beantwoord die vragen daarna met behulp van je onderzoek als hoofd van het onderzoeksteam.

NSA en de CRV

De NSA ontwikkelt een nieuwe CRV die snel maar veilig de astronauten terug moet brengen. Kennis over factoren die de valsnelheid beïnvloeden is essentieel en dient als input voor een computermodel waarbij de landingsplaats van de CRV bepaald wordt. Het onderzoek wordt uitgevoerd door papieren kegels van verschillend formaat en vorm te laten vallen, zie figuur 1.

Mooldijk et al. (2006) hebben dit onderzoek eerder beschreven, echter zonder context en een soortgelijk onderzoeksopzet is ook eerder verschenen in de context van de daalsnelheid van zaden van planten in Scoop (Biezeveld, Mathot & Mathot).



Figuur 1: Een papieren cirkel is gevouwen tot een kegel waarna de valsnelheid van de kegel bepaald kan worden

FRECK POLS is natuurkundedocent aan het ISW 's-Gravenzande en doet een promotieonderzoek naar de leeropbrengst van practica en het aanleren van onderzoeksvaardigheden. Hij geeft regelmatig workshops rond dit onderwerp.

In dit 'open' practicum is de opdracht en het gebruik van de papieren kegels het enige wat voorgeschreven is. Leerlingen moeten zelf nadenken over factoren die van invloed kunnen zijn, welke variabelen ze constant houden en welke ze veranderen. Daarnaast moeten ze nadenken over meetinstrumenten, bereik, interval en verwerking van de data. Om de leerlingen een beetje te helpen, moeten zij voor het uitvoeren van de practica drie kritische vragen opstellen die tijdens de voorbereiding en uitvoering gebruikt kunnen worden om het onderzoek vorm te geven.

Verloop van de onderzoeken

In het eerste onderzoek gingen de meeste leerlingen aan het werk zonder duidelijk opgesteld plan. Metingen werden niet herhaald, zelfs niet wanneer deze duidelijk afweken van de ingezette trend. Tijdens de presentaties werden er dan ook met kritische vragen (hoe heb je in dit onderzoek ervoor gezorgd dat de snelheid altijd gelijk is?) gaten geschooten in de onderzoeken. Na een discussie over mogelijke verbeteringen in onderzoeksopzet kregen leerlingen de tweede onderzoeksopdracht.

Dit onderzoek verliep veel beter omdat leerlingen nu wel kritische vragen opstelden en aan de hand van die vragen nadachten over meetmethoden en instrumenten. Ze voerden proefmetingen uit, gebruikten de camerafunctie om nauwkeurig de valtijd te kunnen bepalen zonder last te hebben van de reactietijd en dachten na over het constant houden van alle niet te onderzoeken factoren. Zo moet de massa gecompenseerd worden als je de kegeldiameter verkleint. Sommige leerlingen voerden dat denken wel tot in extremen door: "Meneer, ik kan niet op de kegels schrijven want dan verander ik de massa." Tijdens de uitvoering zelf werden enkele plannen gewijzigd om efficiënter of nauwkeuriger te werken.

In het tweede onderzoek werd leerlingen gevraagd een rapport te schrijven voor het bedrijf waarbij de meeste leerlingen kozen voor het standaardformat voor verslagen. De verslagen werden uitgewisseld en van commentaar voorzien. De leerlingen kregen



Figuur 2: Een papieren meetlint op de muur geplakt om de snelheid preciezer te kunnen bepalen

vervolgens wat tijd om het commentaar te verwerken en een eindverslag in te leveren. Zowel aan het gegeven commentaar als aan de verwerking ervan was te zien dat leerlingen over de betrouwbaarheid en validiteit van het onderzoek hebben nagedacht, en de bijbehorende regels herkennen en kunnen toepassen.

Enquêtes

Uit de afgenomen enquêtes blijkt dat de leerlingen de opzet, werken in een onderzoeksteam, waarderen omdat dit een beeld geeft van hoe natuurkunde in de praktijk wordt toegepast. Ze zijn zich bewust geworden van de noodzaak van het hanteren van wetenschappelijke regels: "Anders heeft het onderzoek niet echt nut en zijn de conclusies nietszeggend". Bijzonder is dat leerlingen diverse dingen noemen die ze geleerd hebben en meenemen in volgende onderzoeken. Zo noemen ze 'nadenken over betrouwbaarheid', 'kritischer zijn naar eigen resultaten', 'een plan maken voordat we aan de slag gaan', 'betrouwbaarheid van meetinstrumenten nagaan' en 'de literatuur daadwerkelijk gebruiken'. Allemaal doelen die we nastreven in het doen van practica specifiek en onderzoeken in het algemeen.

Wat wij hiervan leren

In een onderzoek waar je dingen open laat om te ontdekken of te doen, geef je ook

Ik kan niet op de kegels schrijven want dan verander ik de **massa**

vrijheid om dingen niet te ontdekken of te doen. Dat is niet erg, als leerlingen zich bewust worden wat voor gevolgen dat heeft. In de context van een onderzoek voor een groot bedrijf betekent dit dat je onderzoeksresultaten worden verworpen en je onderzoek eigenlijk geen zin heeft gehad. Of het betekent, bij een onoplettend bestuur, dat je de veiligheid van mensen niet kunt waarborgen. In dit onderzoek blijkt juist die context en het gebruik van peer review dat inzicht te geven waarna leerlingen anders te werk gaan. Daarbij lijkt het van tevoren opstellen van kritische vragen een belangrijk hulpmiddel om leerlingen meer te laten nadenken over de uitvoering van het experiment. Of de twee onderzoeken een blijvende verandering teweeg hebben gebracht blijft natuurlijk wel de vraag. Maar de activiteiten maken het wel mogelijk om later nog eens terug te wijzen naar: weet je nog, als je dat niet doet, dan is je onderzoek eenvoudig onderuit te halen. ●

BRONNEN

- Biezeveld, H. Mathot, L. Mathot, L. (1998) *Scoop havo/vwo deel 1*. Groningen: Noordhoff.
- Mooldijk, A.H., van der Valk, A.E. & Wooning, J.M. (2006). Top Angle and the Maximum Speed of Falling Cones. *International Journal of Science Education*, 17 (3), (pp. 149-158) (10 p.).
- Pols, F. (2018). De hellingproef. *NVOX*, 43 (8), (pp. 442-443)