

magazine voor het onderwijs in de natuurwetenschappen

NVOX



Aan de slag met onderzoekbare vragen

39^e jaargang
maart 2014 nummer 3

Periodiek van de NVON
Nederlandse Vereniging voor het
Onderwijs in de Natuurwetenschappen

www.nvon.nl/nvox
Losse nummers € 5,50

- Macro-meso-micro in de scheikunde
- Geen leven zonder parasieten
- Schatten uit Napoli

Aan de slag met onderzoekbare vragen

Hoe kun je leerlingen helpen bij het opstellen van een goede onderzoeksvraag? Door samen met hen criteria op te stellen. Dat is wat docenten succesvol deden in de derde les van het project *Erfelijkheid en DNA* in de tweede klas havo/vwo op het Kandinsky College. In de les stelden de leerlingen de criteria op, oefenden ermee, en gebruikten de criteria als richtlijn om hun eigen onderzoeksvragen op te stellen.

■ Winnie Meijer / Stichting C3, Marieke Peeters / Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit, Judith Peeters en Eveline Schaeffer/ Kandinsky College Nijmegen

Biologiedocente Judith begint de les met de vraag: "Wat is het verschil tussen een onderzoeksvraag en een opzoekvraag?" De leerlingen weten dit onderscheid duidelijk te maken: "Bij een opzoekvraag kun je het antwoord googelen op internet. Bij een onderzoeksvraag moet je

zelf onderzoek doen om het antwoord te vinden." Ze hebben al ervaring opgedaan met onderzoek doen tijdens het eerstejaarspracticum onderzoek naar de groei van bonen. Om hun kennis over goede onderzoeksvragen verder te testen laat Judith twee

vragen op het bord verschijnen. Judith vraagt welke van de vragen een onderzoekbare vraag is en zo ja, of de leerlingen de vraag zelf kunnen onderzoeken. De leerlingen weten direct aan te wijzen welke vraag onderzoekbaar is. Bijna alle leerlingen zijn het er over eens dat de

Project *Erfelijkheid en DNA*

Het project *Erfelijkheid en DNA* in de tweede klas havo/vwo is ontwikkeld door biologiedocente Judith en toa Eveline van het Kandinsky College in Nijmegen in samenwerking met het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit (WKRU). Met het project wilden Judith en Eveline verkennen hoe zij de didactiek van onderzoekend leren kunnen toepassen in de biologielessen voor de onderbouw havo/vwo. Ook wilden ze ervaren hoe zij leerlingen kunnen begeleiden om vanuit hun eigen vragen op onderzoek uit te gaan. Het project bestaat uit zes lessen vormgegeven aan de hand van de zeven stappen van onderzoekend leren¹.



De stappen van onderzoekend leren.

Overzicht project

Stap 1. Introductie Stap 2. Verkennen	De eerste twee lessen wekken nieuwsgierigheid en interesse van de leerlingen voor het thema of probleem op. Leerlingen halen voorkennis op en verkennen de begrippen erfelijkheid en DNA met activiteiten, aansluitend bij hun leefwereld. De activiteiten zijn zo ingericht dat leerlingen worden gestimuleerd om vragen te stellen over het thema.
Stap 3. Opzetten onderzoek	Staat in dit artikel beschreven.
Stap 4. Uitvoeren onderzoek Stap 5. Concluderen	Leerlingen voeren hun onderzoeken uit en maken hun presentatie.
Stap 6. Presenteren	Leerlingen presenteren hun onderzoeken aan de rest van de klas.
Stap 7. Verdiepen/ verbreden	De leerlingen zijn één les per week bezig zijn met hun eigen project, werken ze de andere week 'gewoon' in hun boek aan het hoofdstuk erfelijkheid. Op die manier doen ze de benodigde achtergrondkennis op die nodig is voor hun eigen onderzoek.

Het project is gebaseerd op het project *DNA: Uniek door foutjes* dat het WKRU met wetenschappers en basisscholen heeft ontwikkeld voor de basisschool^{2,3}. In dit project en eerdere projecten heeft het WKRU veel ervaring opgedaan met de didactiek van onderzoekend leren en hoe je leerlingen helpt bij het stellen van onderzoeksvragen en het opzetten van een onderzoek⁴.

Via de website van het WKRU zijn het werkboek en docenthandleiding van dit project te downloaden⁵.

vraag: groeien bonenplanten beter in het licht of in het donker? wel te onderzoeken is en de vraag 'waarom groeit een bonenplant niet als hij geen water krijgt?' niet te onderzoeken is.

Het verschil tussen de vragen maken de leerlingen duidelijk met voorbeelden hoe ze het antwoord op de vraag zouden kunnen vinden. "De eerste vraag is wel te onderzoeken, want dan zet je een plant in de zon en een andere plant in het donker. En dan kijk je regelmatig welke plant beter groeit. De tweede vraag weet ik niet hoe je dat moet onderzoeken." Wat er in de tweede vraag voor zorgt dat het lastig is om dit zelf te onderzoeken, kunnen de leerlingen niet goed verwoorden. Na doorvragen van Judith concluderen de leerlingen dat de eerste vraag specifiek en duidelijker is. Het woord 'waarom' in de eerste vraag maakt niet duidelijk wat je precies wilt weten.

Criteria voor een goede onderzoeksvraag opstellen

Na het bespreken van een aantal van deze vragen vraagt Judith: "Wat zijn dan criteria waar een goede onderzoeksvraag voor jullie eigen onderzoek aan moet voldoen?" Leerlingen komen al snel met ideeën. Uiteindelijk besluiten de leerlingen dat de volgende criteria belangrijk zijn voor hun eigen onderzoeksvraag:

1. De vraag moet leiden tot een onderzoek (je moet weten hoe je het onderzoek moet uitvoeren) → de vraag moet duidelijk en specifiek zijn.
2. Het onderzoek moet uitvoerbaar zijn. (Heb je alle spullen in huis? Past het binnen de beschikbare tijd? Kun je het zelf uitvoeren?)
3. Een vraag waarbij je twee dingen gaat vergelijken.
4. De vraag moet passen bij het thema waar je mee bezig bent.
5. Een vraag waar je het antwoord nog niet op weet.
6. Het mag geen waaromvraag of hoevraag zijn.
7. Niet met ja of nee beantwoorden.
8. Het moet leiden tot een onderzoeksplan.

Testen van eigen vragen op de criteria

Als huiswerkopdracht hebben de leerlingen drie onderzoeksvragen over het thema naar Judith gestuurd. In duo's gaan de leerlingen deze vragen nu sorteren op

wel onderzoekbaar (=onderzoeksvraag) of niet onderzoekbaar (=overige vragen). Zo oefenen de leerlingen met de criteria en krijgen gevoel voor het toepassen van de criteria. Door hun eigen vragen te gebruiken zien ze in dat het stellen van een onderzoekbare vraag nog niet zo gemakkelijk is als het lijkt.

De leerlingen vinden de opdracht lastig, want veel van de vragen die ze zelf gesteld hebben voldoen niet aan de criteria. Judith en Eveline motiveren de leerlingen om 'overige vragen' aan te passen zodat ze onderzoekbaar worden.

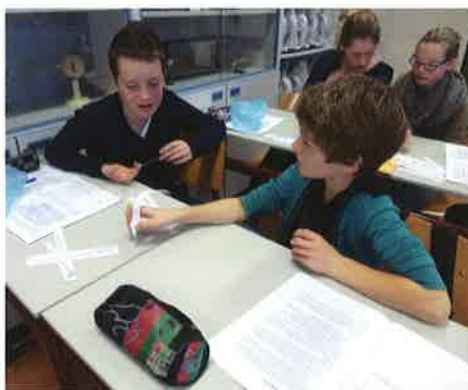
Voorbeelden uit de stapel 'overige vragen'

Overige vragen, niet onderzoekbaar

- Wat is een DNA-profiel?
- Welke ziektes zijn erfelijk?
- Heb je meer aanleg voor kanker als het in je familie zit?

Overige vragen, die met aanpassing wel onderzoekbaar kunnen worden

- Kun je eigenschappen van je opa of oma hebben die je ouders niet hebben?
- Klopt de stelling dat rechtshandige mensen altijd hun rechterduim boven hebben als ze hun handen vouwen?



Overleg of de vraag geschikt is.

Onderzoeksvraag bedenken en onderzoek opzetten

Aan het einde van de les gaan de leerlingen zelf aan de slag met het uitdenken van een eigen onderzoek met behulp van het onderzoekswerkblad (zie het kader). De onderzoeksvraag blijft toch nog een lastig punt. Door enkele goed gerichte vragen van Judith en Eveline maken de leerlingen hun onderzoeksvraag steeds specifiek.

Het onderzoekswerkblad

In het werkboek van de leerlingen zit het onderzoekswerkblad⁵. Dit werkblad is opgesteld aan de hand van de ervaring van het WKRU in de eerder uitgevoerde projecten^{2,3,4}. In dit werkblad moeten de leerlingen uitgebreid antwoord geven op de volgende vragen:

1. Wat is het onderwerp?
2. Wat weten we al?
3. Wat gaan we onderzoeken? (onderzoeksvraag)
4. Wat denken we dat het onderzoek op gaat leveren? (hypothese)
5. Hoe gaan we het onderzoek aanpakken? (methode)
6. Beschrijf nu stapsgewijs hoe het onderzoek wordt gedaan.

Het onderzoekswerkblad dwingt de leerlingen na te denken over wat ze precies willen gaan doen en wat ze daarbij nodig hebben. Welke personen gaan ze ondervragen? Op welke eigenschappen? Er ontstaat veel discussie in de klas over wat erfelijke eigenschappen zijn of niet: kun je gedrag ook erven? En hoe zit dat dan? Welke eigenschappen kiezen we voor ons onderzoek? Terwijl ze het onderzoekswerkblad verder invullen komen ze er achter dat hun vraag nog niet specifiek genoeg is en aangepast moet worden. Als niet duidelijk uit de vraag blijkt bij wie je het onderzoek gaat uitvoeren, moet je terug naar de vraag en dat toevoegen.

Eveline merkt op: "Ze gaan terug naar de vraag, passen 'm aan, maken 'm specifieker. Ik wou dat bovenbouwleerlingen dat deden."

Aan het einde van de les hebben de leerlingen veel bereikt. De groepjes hebben allemaal een onderzoeksvraag opgesteld en zijn aan het onderzoekswerkblad begonnen.

Enkele van de onderzoeksvragen opgesteld door de leerlingen:

- In hoeverre is lichaamslengte erfelijk?
- Hoeveel procent van de klas B2E heeft dezelfde oogkleur als één of beide ouders?
- Hoeveel procent van de klas B2E heeft net als hun ouders een bril/lenzen?
- Lijken meisjes meer op hun moeder en jongens meer op hun vader?

Succesvolle les

De les verliep succesvol. De leerlingen waren in staat om in één les een onderzoeksvraag op te stellen en zelf kritisch naar hun

onderzoeksvraag te kijken. Doordat er veel tijd aan de vraag besteed was konden de leerlingen na deze les heel snel en zelfstandig aan de slag met hun onderzoek en drie weken later waren ze in staat hun onderzoeken te presenteren voor de klas. Een paar maanden later vertelt Eveline dat ze dezelfde les met succes ingezet heeft in 4-havo. Eerder duurde het in deze klas lang voordat leerlingen een onderzoeksvraag konden formuleren voor hun profielwerkstuk. Nu waren zij in één les ook zo ver.

Noten

1. Van Graft, M., en Kemmers, P. (2007). *Onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur en techniek: Basisdocument over de didactiek voor*

onderzoekend en ontwerpend leren in het primair onderwijs. Den Haag: Stichting Platform Bèta Techniek.

2. Peeters, M., Meijer, W., en Verhoeff, R. (red.) (2013). *Wetenschappelijke doorbraken de klas in! DNA, Gedrag en Infecties onder de loep*. Nijmegen: Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen. www.wkru.nl/boek.
3. *Project DNA: Uniek door foutjes*. Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen. <http://tinyurl.com/o7zg5br>.
4. Peeters, M., Meijer, W. Hoofdstuk 1. (2014) Uitdagingen bij het zelfstandig onderzoekend leren. In Peeters, M., Meijer, W., en Verhoeff, R. (red.). *Wetenschappelijke doorbraken de klas in! Waarnemen en bewegen, Onder invloed en Gevaarlijke ideeën*. Nijmegen: Wetenschaps-

knooppunt Radboud Universiteit Nijmegen.
5. Materialen van project *Erfelijkheid en DNA* zijn te downloaden via <http://tinyurl.com/q8xuu68>.

⇒ Winnie Meijer is projectleider basisonderwijs bij Stichting C3. Tot november 2013 was zij projectmedewerker bij het WKRU. Marieke Peeters is projectleider van het WKRU.

⇒ Judith Peeters is biologie docente bij het Kandinsky College in Nijmegen.

⇒ Eveline Schaeffers is toa biologie bij het Kandinsky College in Nijmegen.

Walvissen zingen en spreken met een tongval

Walvissen kunnen onder water maar ongeveer dertig meter ver kijken. Onder water hebben ze dus weinig aan hun ogen. Net als vleermuizen hebben ze een echolocatiesysteem. Ze zenden onder water geluid uit dat van andere voorwerpen (vissen) teruggekaatst wordt.

Na het beëindigen van de koude oorlog heeft de Amerikaanse marine geavanceerde apparatuur om Sovjetduikboten op te sporen gebruikt om geluiden van walvissen te registreren. Over de mysterieuze geluiden waarvan walvissen zich bedienen, is nog niet zo veel bekend. Het is dan ook gissen of de dieren elkaar alleen maar waarschuwen of een conversatie voeren over de temperatuur van het water, de smaak van de vis, het onderwaterweer of dat lekkere stuk/die knappe gozer dat/die zojuist langs zwom. Vele onderzoekers vooral in Noord-Amerika hebben zich sindsdien op het walvisgeluid gestort. Daar zijn de dieren een regelmatige verschijning aan de kust en zijn ze mateloos populair bij het grote publiek. Uit de analyse van het vele door de marine aangeleverde geluidsmateriaal blijkt dat er duidelijk variaties in klanken zijn tussen walvissen van dezelfde soort uit verschillende gebieden. Walvissen in de Noorse zee hebben een swingender uitspraak dan hun soortgenoten aan de Amerikaanse kant van de



Atlantische Oceaan. Bulruggen blijken ook te kunnen zingen. Het is een bijzondere manier van communicatie in de paartijd, een lovesong als het ware, die losstaat van hun echolocatiesysteem. Het zijn lange, ingewikkelde songs met terugkerende patronen. Onderzoek uit 2006 heeft daar een hiërarchische structuur in ontdekt, die verder alleen in mensentaal voorkomt. Een structuur die bestaat uit zinnen, zinsdelen en woorden.

De 'songs' duren van een paar minuten tot meer dan een half uur en kunnen 150 km verderop gehoord worden. In water plant geluid zich voort met een snelheid van ongeveer 1500 m/s, dat is 5400 km/uur. De potentiële

partner op 150 km hoort het geluid dus 100 seconden later. Als ze dan met een snelheid van 10 km/uur naar elkaar toe zwemmen duurt het 7,5 uur voor ze bij elkaar zijn, als ze niet uit puur geluk regelmatig een sprongetje uit het water maken. En dan al die tijd elkaar steeds weer toezingen, wat de liefde (of de lust) al niet vermag. Een kudde hitsige mannetjes zal niet close harmony zingen, ze zullen toch eerder een aardige kakofonie produceren. En of je dan nog verschil hoort tussen André Hazes of Haagse Harry? Ik weet 't niet.

Anneke Dote