

Diagnostische vragen in de wiskundeles

Een goede diagnostische vraag is niet zomaar een vraag: je wilt snel te weten komen of een leerling een concept te pakken heeft en voorkomen dat een eventueel misconcept toch tot het goede antwoord kan leiden. Een goede diagnostische vragenbank kan docenten helpen de goede vraag te stellen.

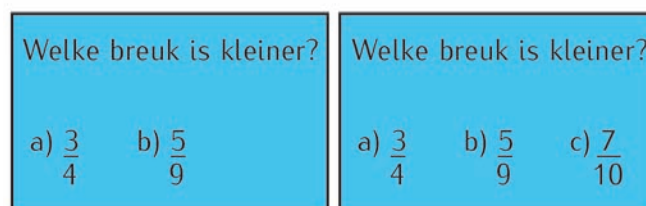
Inleiding

Wanneer ik voor het eerst tegen het gebruik van diagnostische vragen tijdens de les aanliep weet ik niet precies meer. En ik vermoed dat ik destijds ook nog niet doorhad waarom ik diagnostische vragen zou willen gebruiken, laat staan wat een goede diagnostische vraag is.

Als ik nu terugblader in de onderwijsboeken die ik in mijn kast heb staan, dan kom ik de diagnostische vraag voor het eerst tegen in William & Leary's *Embedding formative assessment*.^[1] Zij noemen het een *hinge question*, ofwel een scharniervraag, omdat tijdens de instructiefase van de les het verdere verloop afhangt van het begrip dat leerlingen op dat moment kunnen laten zien. Dat wordt meteen gekoppeld aan hun definitie van formatief handelen: je kunt pas bepalen wat je te doen hebt als je leerlingresultaten of -prestaties verzamelt en analyseert. In het voorwoord van een ander boek schrijft William dat hij de term *formative assessment* (achteraf gezien) liever *responsive teaching* had willen noemen. Overigens is hij ook daar later op teruggekomen, maar dat valt buiten de scope van dit artikel. In de term responsive teaching zit wel de kern van wat formatief handelen in mijn ogen is: de brug slaan tussen onderwijzen en leren.

Criteria voor goede vragen

Wat William & Leary beschrijven is dat omwille van de voortgang in de les zo'n diagnostische vraag aan een aantal criteria moet voldoen. Ten eerste moet een leerling met een foute redenering niet op het juiste antwoord kunnen komen. Vergelijk volgende voorbeelden, zie figuur 1, eens met elkaar.



figuur 1

De linkervraag is geen goede vraag omdat een leerling vanuit de misvatting 'hoe groter de noemer, des te kleiner de breuk' het juiste antwoord kan kiezen. Door een breuk toe te voegen die hier niet aan voldoet wordt het al beter (zie het rechtervoorbeeld).

Ten tweede het antwoord op de vraag direct duidelijkheid geven over het begrip van de leerling, zonder dat het antwoord toegelicht hoeft te worden. Het gebruik van een diagnostische vraag is niet gericht op het voeren van een discussie op dat moment (uiteraard wel zinvol op de momenten dat je die discussieruimte wél inplant): je wilt op basis van de gekozen antwoorden een gepland vervolg geven.

De Schotse wiskundedocent Craig Barton heeft dit principe van diagnostische vragen uitgewerkt en is de website *Diagnostic Questions* ^[2] gestart, waarop inmiddels tienduizenden vragen staan (voornamelijk wiskunde/rekenen maar inmiddels ook andere vakken). In *Volgens Barton* ^[3] beschrijft hij in hoofdstuk 11 hoe diagnostische vragen ondersteunend kunnen zijn bij formatief handelen. Hij komt daarbij tot nog een aantal extra criteria voor een goede diagnostische vraag.

- Een diagnostische vraag moet duidelijk en ondubbelzinnig zijn.

Stel je wilt nagaan of leerlingen twee gelijknamige breuken kunnen optellen, en je krijgt de volgende antwoorden, zie figuur 2:

$\frac{3}{14} + \frac{2}{7} = \frac{7}{14}$	$\frac{3}{14} + \frac{2}{7} = \frac{1}{2}$
antwoord A	antwoord B

figuur 2

Welk antwoord ga je goed rekenen: antwoord A of antwoord B? Beide zijn goed, ware het niet dat wij vinden dat een breuk altijd zo ver mogelijk vereenvoudigd moet zijn. Echter het vereenvoudigen van breuken is een andere vaardigheid dan het optellen van breuken.

— Een diagnostische vraag moet snel beantwoord kunnen worden.

Als richting geeft hij aan: binnen tien seconden. Dat maakt het oplossen van een vergelijking of een stelsel al niet mogelijk. Bijvoorbeeld deze meerkeuzevraag, zie figuur 3:

Los op: $3x + 4 = -2x - 6$			
a) $x = 2$	b) $x = -2$	c) $x = 0,5$	d) $x = -0,5$

figuur 3

Los van de tijd speelt hier ook het vorige criterium: de leerling hoeft de vergelijking niet op te lossen, maar kan eenvoudig m.b.v. substitutie controleren welk antwoord klopt. Je kunt wel vragen, zie figuur 4:

Wat is een juiste vervolgstap bij het oplossen van $3x + 4 = -2x - 6$?	
a) $5x = -10$	b) $x = -2$
c) $7x = -8x$	d) $x = -10$

figuur 4

— Een diagnostische vraag moet gaan over één enkele vaardigheid of begrip. Ga maar na dat in de voorbeelden hierboven, dat niet het geval is.

Tezamen komt dat op de vijf gouden regels voor de diagnostische vraag, volgens Barton:

1. De diagnostische vraag is duidelijk en ondubbelzinnig.
2. De diagnostische vraag moet één enkele vaardigheid of één enkel begrip toetsen
3. Leerlingen moeten de vraag snel kunnen beantwoorden (in ongeveer tien seconden).
4. Van elk onjuist antwoord moet je iets kunnen opsteken zonder dat de leerling het nader hoeft toe te lichten.
5. Het moet niet mogelijk zijn om op het juiste antwoord uit te komen met behulp van een misvatting.

Als je kijkt naar criterium 4 dan vind je die ook terug bij o.a. Doug Lemov in zijn boek *Teach like a champion 2.0*.

^[4] Techniek 7 die Lemov beschrijft heet: *Plan for error*, of in het Nederlands: fouten voorzien. Het feit dat je vooraf nadenkt over veelgemaakte fouten of misvattingen bij een leerdoel, maakt dat je bij je lesvoorbereiding al nadenkt over wat je gaat doen als je die fouten of misvattingen tegenkomt. Sterker nog: je zoekt ze bewust op, waardoor je zorgt dat als ze bestaan, je ze al in een vroegtijdig stadium kunt vaststellen.

Misvattingen versus fouten

Als je je gaat verdiepen in literatuur lijkt het vaak te gaan om het vroegtijdig signaleren van *misvattingen*. Het vroegtijdig signaleren van *veelgemaakte fouten* kom je minder vaak tegen. Daardoor ging ik op zoek naar: wat is nou precies het verschil tussen een misvatting en een veelgemaakte fout? En maakt dat eventuele verschil uit voor het gebruik van diagnostische vragen? Ik kwam uit op het volgende verschil: er is sprake van een misvatting als een leerling al een bepaald mentaal model heeft ontwikkeld over een onderwerp dat niet klopt. In het genoemde voorbeeld van de breuken is de misvatting dat een breuk met een grotere noemer kleiner is dan een breuk met een kleinere noemer. In het voorbeeld van breuken bij elkaar optellen is het onderscheid misschien wat lastiger te duiden. Als een leerling bij het optellen van ongelijknamige breuken zowel de tellers als de noemers bij elkaar optelt, is dat dan een misvatting of een veelgemaakte fout? Je zou kunnen beargumenteren dat, als dat gebeurt bij het aanleren, er nog geen mentaal model bestaat en het dus een veelgemaakte fout is. Maakt een leerling later in het proces deze fout, dan bestaat de kans dat er wel sprake is van een opgebouwd mentaal model. Het zou echter ook de verwarring kunnen zijn met het vermenigvuldigen van breuken. In dat geval is het mentale model wellicht nog niet solide opgebouwd. Over het verschil tussen een veelgemaakte fout en een misvatting zegt >

Dylan Wiliam: 'For me, a misconception has to be a stable phenomenon, and so is consistently demonstrated, and is thus different from an error, which could be a random mistake'.

Het spreekt voor zich dat je leerlingen bij het aanleren van iets nieuws direct het juiste mentale model laat opbouwen. Je wilt daarom snel kunnen constateren of het model op een goede manier geconstrueerd wordt in het hoofd van de leerling. Wat mij betreft is in die fase het onderscheid tussen een misvatting en een veelgemaakte fout niet zo belangrijk: je gaat ernaar op zoek, en een goede diagnostische vraag waarin beide aan bod komen kan daar prima bij helpen. Het probleem zit in het vervolg: als het een misvatting betreft is dat complexer om te corrigeren.

In meerdere boeken vind je verwijzingen terug naar de stap in het formatief handelen om zichtbaar te krijgen wat leerlingen denken, wat ze begrepen hebben.

Bijvoorbeeld in *Responsive Teaching* van Harry Fletcher-Wood^[5] of op de website *Wijze lessen: 12 bouwstenen voor effectieve didactiek*^[6] wordt het stellen van goede (diagnostische) vragen als effectief instrument gezien. In *Wijze lessen* staat daarover: 'Goede vragen helpen bij het opruimen en verankeren van eerdere kennis, het checken van begrip en het vaststellen van misvattingen die leerlingen nog hebben'.

Multiple choice?

Barton gebruikt bij diagnostische vragen alleen multiplechoicevragen. Dat is een bewuste keuze en dat heeft voornamelijk te maken met het principe van 'plan for error': je bereidt niet alleen de vraag voor maar ook de vervolgvragen bij specifieke foute antwoorden. Nu is er al veel geschreven over multiplechoicevragen en hun beperkingen/gevaren, zie o.a. Ben Wilbrink^[7]. Daarbij moet je je wel realiseren dat het in die discussies meestal gaat om een summatieve beoordeling betreft. De soort vraag die voor een summatieve beoordeling gesteld wordt, wijkt veelal af van de vraag die je stelt vanuit een formatieve gedachte. De grootste bezwaren vallen daarmee weg: het doel is het verkrijgen van inzicht en informatie om doelgericht te kunnen handelen. In de conclusie die Wilbrink trekt staat wel een belangrijke zinsnede: '... kan de docent de vraag- en toetsconstructie beter uit handen geven aan daarin gespecialiseerde collega's...'. Hij bedoelt hier collega's die gespecialiseerd zijn in het construeren van valide en betrouwbare (summatieve) toetsen. Deze zinsnede lezende concludeer ik dat een goede diagnostische vraag, zoals ik dit in dit artikel beschrijf, gemaakt moet worden door specialisten in het

vak: een ervaren wiskundedocent. Het vraagt namelijk diepgaande vakinhoudelijke kennis om te weten waarnaar je op zoek moet en vakdidactisch inzicht om daar passend op te handelen.

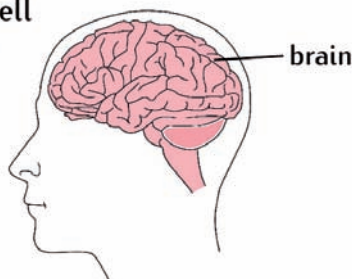
Vakoverstijging

Wat zou het mooi zou zijn als wiskundedocenten een database van goede diagnostische vragen kunnen opstellen om onze gezamenlijke kennis en ervaring in te zetten voor het leren van wiskunde voor iedere leerling. Dat we een voorbereide les van een collega niet één op één kunnen toepassen in onze eigen lessen weten we: die moet je altijd aanpassen naar je eigen taal, context, doelgroep etcetera. Maar een goede diagnostische vraag is niet afhankelijk van dat soort factoren. Samen met Sofie Faes (NVON^[8], biologiedocente) onderzoek ik of er behoefte is aan een dergelijke vragendatabase. Ook ben ik benieuwd of er docenten zijn die mee willen helpen aan het opbouwen van zo'n verzameling vragen. Voor biologie bestaat dat er al een website^[9] waarin voor veel onderwerpen bekende misconcepten in kaart zijn gebracht. Voor wiskunde heb ik iets soortgelijks nog niet gevonden. Mocht dat er wel zijn, dan houd ik me aanbevolen! Bij deze biologiesite ontbreken nog de vragen die je vervolgens aan leerlingen kunt stellen. Op de site van de Association for Science Education^[10] worden wel misconcepten met diagnostische vragen gecombineerd. Los van het feit dat de site niet over het vak wiskunde gaat, is hij Engelstalig en dus ook niet praktisch toepasbaar voor onze leerlingen. Een voorbeeld van een vraag^[11] zie je in figuur 5.

De achterliggende misvatting die hierbij hoort is als volgt geformuleerd:

Researchers have reported the common misunderstanding in children that the bodies of humans and other animals contain cells, perhaps floating in a 'soup' of body fluids, rather than being made up of cells. Dreyfus and Jungwirth found that many 16-year-olds struggled to explain how cells carry out life processes, with many students thinking that cells contain macroscopic organs such as a digestivetract (e.g. for nutrition) or lungs (e.g. for respiration). Cartoon-like depictions of cells with faces, limbs or speech bubbles implying that they are able to speak may introduce or reinforce misunderstandings about the size and scale of cells and organs.

**Brain cell
Oxygen**



A human brain is made up of billions of cells. Every cell in the brain needs oxygen to stay alive and function.

1. How does a cell in the brain get oxygen?

A It makes its own oxygen.
 B It takes oxygen from the air.
 C It takes oxygen from the lungs.
 D It takes oxygen from the blood.

figuur 5

Tot slot

Wij zien een toegevoegde waarde om een formatieve vragendatabase in Nederland te bouwen. Graag werken we hiervoor samen met vakverenigingen, lerarenopleidingen en kennisinstellingen. Op deze manier bouwen kennis op over wat bepaalde vakinhouden moeilijk maakt om te leren en verspreiden we kennis over hoe je deze obstakels kunt aanpakken in de klas. Heb je zelf ideeën of werk je bij een van deze organisaties en wil je bijdragen? Neem dan vooral contact op.

Noten

- [1] William, D. & Leahy, S. (2015). *Embedding Formative assessment*. Blairsville: Learning Sciences International.
- [2] www.diagnosticquestions.com
- [3] Volgens Barton, deel 1 en 2 (2020) (bewerkt en vertaald door René Kneijber). Culemborg: Phronese.
- [4] Lemov, D. (2016). *Teach like a champion 2.0, 62 technieken om leerlingen te laten excelleren*. Rotterdam: CED-groep.
- [5] Fletcher-Wood, H. (2018). *Responsive Teaching*. Hoofdstuk 5 'How can we tell what students are thinking'. Milton Park: Taylor & Francis Ltd.
- [6] Surma, T., Vanhoyweeghen, K., Sluijsmans, D., Camp, G. Muijs, D. & Kirschner, P.A. (2019). *Wijze lessen: twaalf bouwstenen voor effectieve didactiek*. Meppel: Ten Brink. Zie ook: <https://www.ou.nl/web/wijze-lessen> (Bouwsteen 6 Achterhaal of de hele klas het begrepen heeft) <http://benwilbrink.nl/publicaties/77KeuzevragenORD.htm>
- [7] Nederlandse Vereniging voor het Onderwijs in Natuurwetenschappen, zie www.nvon.nl
- [8] http://www.ntwpracticumnet.ou.nl/content-e/Kennisbank_biologie_misconcepten/
- [9] <https://www.ase.org.uk/news/best-steps-brand-new-free-ase-resource-gcse-science-teachers>
- [10] https://drive.google.com/file/d/1VM-jjNYDeFfa6ZH9_wZzsC25219g755e/view
- [11] https://drive.google.com/file/d/1VM-jjNYDeFfa6ZH9_wZzsC25219g755e/view

Over de auteur

Jörgen van Remoortere is docent op het Alkwin Kollege te Uithoorn. Hij is medeoprichter van de Facebookgroep 'Actief leren zonder cijfers' (inmiddels méér dan 10000 leden) en heeft zijn eigen blog: <https://jvremoortere.wordpress.com/>. Daarnaast is hij lid van het bestuur van de NVvW.