

De rol van de docent bij probleemstellend onderwijs

Op weg naar een andere lesaanpak

Als docent ben je gewend om je eigen verhaal te kunnen houden. Al je ervaring, deskundigheid en didactische kwaliteiten gebruik je om de lastige theorie op een heldere en duidelijke manier naar voren te brengen. Wat blijft daarvan over als je voor probleemstellend onderwijs kiest? Krijg je dan nog wel de kans om je kwaliteiten in de strijd te gooien?

■ Marjolein Vollebregt, Kees Hooyman / St. Bonifatiuscollege, Utrecht

De kern van probleemstellend onderwijs is, dat niet de docent de theorie overdraagt aan de leerlingen, maar dat de leerlingen aan de hand van een zorgvuldig gekozen probleem aan de slag gaan om de bijbehorende verschijnselen en verbanden te ontdekken. Deze aanpak betekent een andere rol voor de docent. Hoe zorg je ervoor dat de beoogde begripsontwikkeling tot stand komt? Hoe voorkom je het gevaar van misconcepties? Hoe leg je verbanden met andere gedeeltes van de theorie?

Dit artikel is het derde in een reeks waarin we laten zien hoe wij in onze lessen proberen om meer aandacht te geven aan de begripsontwikkeling van leerlingen, aansluitend bij het project *Laagdrempelig probleemstellend leren* dat sinds 1999 loopt bij het Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen (Universiteit Utrecht). In dit artikel gaan we in op de rol van de docent.

Onderwijskundige aspecten

Met probleemstellend onderwijs willen we bereiken dat leerlingen op een andere manier kennis maken met natuurkunde, waarbij de docent minder vertelt en de leerling meer zelf ontdekt. Bij het werken met problemen in de les zijn twee aspecten van belang:

1. De leerlingen maken eerst kennis met verschijnselen en begrippen. Formules en verbanden volgen pas later. In die volgorde zijn de formules vaak een logische neerslag van de verschijnselen.
2. De leerlingen ontwikkelen kennis door problemen samen te bespreken en aan elkaar uit te leggen. Het is vaak verras-

send om te zien hoeveel leerlingen daarbij van elkaar kunnen leren. Een probleem is pas geschikt als het de leerlingen kennis laat maken met een bepaald verschijnsel én als de leerlingen elkaar kunnen uitleggen wat er aan de hand is. Die uitleg hoeft daarbij niet de volledige oplossing te zijn, een stap in de goede richting is vaak voldoende. Een tweede functie van het instaprobleem is het oproepen van nieuwe vragen, een behoefte naar nieuwe kennis om dergelijke problemen aan te pakken. Twee bekende voorbeelden van problemen bij het onderwerp krachten (ontbinden en samenstellen) zijn het bierkrat en de weegschaal op de plank.

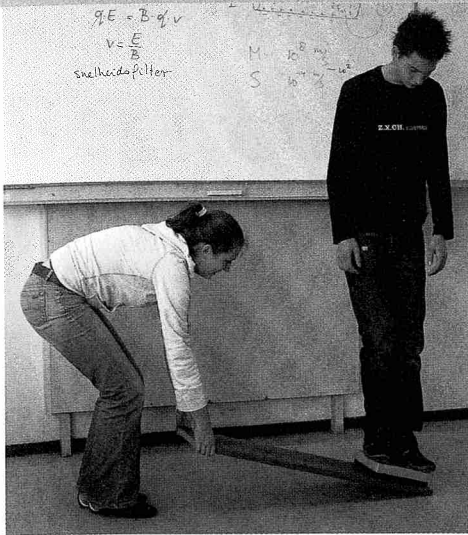
Bij het bierkrat is de vraag of het leerling lukt om het touw horizontaal te trekken. Dat blijkt uiteraard niet te lukken en de leerlingen moeten daar een verklaring

Het bewandelen van een verkeerd gedachtepad kan verhelderend werken

voor vinden. Bij de plank met de weegschaal blijkt de weegschaal minder aan te wijzen naarmate de plank schuiner gehouden wordt. Ook hier gaan de leer-



Lukt het om het touw horizontaal te trekken?



De weegschaal wijst zó tenminste minder aan!

lingen op zoek naar een verklaring voor dit verschijnsel.

De andere rol van de docent

Wat is nu de rol van de docent bij het behandelen van deze problemen in de klas? Dat gaat veel verder dan ervoor zorgen dat aan het einde van de les de goede

De zwaartekracht werkt nu schuin op de weegschaal, dan heeft de kracht een kleiner effect

oplossing op het bord staat. Het doel van het probleem is niet (alleen) het oplossen van de vraag, maar vooral het ontwikkelen van een (intuïtief) begrip over de onderliggende natuurkunde.

• Terughoudendheid in uitleg

Veel docenten zijn gewend om nieuwe theorie eerst zelf uit te leggen, een moeilijk te onderdrukken gewoonte. Hier is het echter van groot belang om de leerlingen zoveel mogelijk aan het woord te laten. Elkaar uitleggen, ook al rammelt de uitleg of worden er fouten gemaakt, versterkt het proces van begripsvorming. De rol van de docent bestaat dan vooral uit het herformuleren van gedachten van leerlingen of het doorvragen op een uitleg. Pas als de leerlingen er samen niet uitkomen, ligt er voor de docent een rol: het aangeven van een volgende stap naar de oplossing.

- *Omgaan met onverwachte reacties*
Regelmatig dragen leerlingen oplossingen, verklaringen en theorieën aan die je als docent niet direct verwacht. Soms zit daar iets in dat bruikbaar is om een stap in de goede richting te zetten, soms raakt het kant noch wal. Moet je zo'n bijdrage negeren of afkappen? Dan zal die leerling niet snel nog eens zijn mond opendoen, bovendien zijn er wellicht andere leerlingen met dezelfde gedachte. Het bewandelen van een verkeerd gedachtepad kan verhelderend werken.
- *Samenvatten, formaliseren en verbanden aanbrengen*
Een andere belangrijke taak van de docent komt zodra het probleem is opgelost. Die taak bestaat niet alleen uit het samenvatten van de oplossing, maar vooral uit het overstappen naar algemeen geldende principes en formalismen. Kunnen we deze kennis algemeen toepassen? Is er een formule die het verschijnsel beschrijft? Daarnaast is een stapje in de ontwikkeling altijd onderdeel van een grotere reis. Wat heeft het resultaat te maken met het voorafgaande? Welke stap is er nu gezet? Wat zal de volgende stap worden?

Introductie en reflectie

De rol van de docent bevat dus twee belangrijke taken, enerzijds het begeleiden van leerlingen tijdens het zoeken naar een goede verklaring voor een verschijnsel en anderzijds het overstappen van het concrete probleem naar de algemene natuurkundige begrippen en formules. Om dit vorm te geven is in het lesmateriaal een structuur aangebracht van kernvragen en reflectiemomenten.

- *Hoofdvraag.* Ons lesmateriaal begint met een hoofdvraag die zo goed mogelijk de gehele inhoud van de lessenserie weergeeft. In het ideale geval is deze hoofdvraag direct aansprekend voor leerlingen, een uitdagend instapprobleem kan daarbij helpen.
- *Instapprobleem en kernvragen.* Een instapprobleem betreft een situatie die past bij de hoofdvraag en die de leerlingen uitdaagt en aan het denken zet. De docent helpt de leerlingen om hun gedeeltelijke oplossingen naast elkaar te zetten en te benoemen welke kennis ontbreekt. Hij helpt ze dus om samen, als klas, tot een paar kernvragen te komen die eerst beantwoord moeten

worden om uiteindelijk het probleem te kunnen oplossen. Die kernvragen kunnen vervolgens als leidraad van het leerproces gezien worden.

- *Beantwoording kernvragen en hoofdvraag.* Tijdens reflectiemomenten worden de kernvragen en de hoofdvraag gebruikt om na te gaan of met de activiteit ook de kernvraag beantwoord is en welke stap er is gezet om de hoofdvraag op te lossen. Het plaatst de activiteit in een kader van natuurkundige begripsopbouw.

De leerlingen zijn nooit zomaar met een activiteit bezig, het moet altijd duidelijk zijn met welk doel de activiteit uitgevoerd wordt. Het probleem van de weegschaal op de plank bijvoorbeeld is een startactiviteit bij de hoofdvraag "Wat gebeurt er als er meerdere krachten in verschillende richtingen werken?" Doel van de activiteit is om te laten zien om wat voor soort situaties het daarbij kan gaan en na te gaan wat er daarbij aan de hand is. Aan het begin van het hoofdstuk zullen de leerlingen dit probleem vrijwel zeker nog niet kunnen oplossen, maar ze kunnen wel stukjes van de oplossing aandragen zoals: "De zwaartekracht werkt nu schuin op de weegschaal, dan heeft de kracht een kleiner effect". In de reflectie op de activiteit kan de docent aandacht besteden aan vragen zoals "Hoe pak je zo'n probleem aan?" en "Wat moeten we te weten komen om een dergelijk probleem op te lossen?" Dat zijn vragen die het probleem in een natuurkundig kader plaatsen en verbanden leggen met eerdere of toekomstige activiteiten. Deze tussentijdse reflectie maakt de leerlingen meer bewust van wat ze aan het doen zijn en wat dat moet opleveren. De verschillende reflectieonderdelen worden in ons materiaal voor leerlingen niet uitgebreid beschreven. Ze komen alleen naar voren in de tekstuele 'bruggetjes' tussen de verschillende activiteiten. De drijvende kracht achter deze onderdelen is de docent. Hij geeft dit vorm met behulp van de aanwijzingen in de didactische structuur.

Moeilijkheden en opbrengst

De docenten van het St. Bonifatiuscollege en van de andere scholen waar het lesmateriaal gebruikt wordt, stuiten geregeld op moeilijkheden in de lespraktijk. Vaak heeft dat te maken met de rol van de docent, met de kriebels die je zelf voelt

Biologie en Poëzie

Met het verdwijnen van het vak anw op de havo lijkt het een goed idee om de 'anwachtige' dingen in school bij anderen onder te brengen. Zou die aardige collega Engels niet eens zin hebben om met de leerlingen Engelse gedichten te maken? Liefst over een natuurwetenschappelijk onderwerp. Hieronder vindt u een voorbeeld. Stuur de poëzie naar m.bruinvels@wanadoo.nl of naar Sweelincklaan 75, 3723 JC Bilthoven. Hartelijk dank!



om een mooi stukje natuurkunde te laten zien. Wanneer moet je je mond houden en wanneer gebruik je je kwaliteiten als docent voor een heldere uitleg? Soms blijkt het ook moeilijk om de kernvragen voldoende te laten leven voor de leerlingen. Ze gaan er dan wel in mee, maar het worden nog niet echt hun eigen vragen. Verder is het moeilijk om te zorgen dat een terugblik meer is dan alleen een samenvatting van de geleerde theorie. Het helpt als je merkt dat:

- je leerlingen zich meer betrokken voelen;
- leerlingen het beter begrijpen wanneer ze het elkaar kunnen uitleggen;
- ze meer vragen durven te stellen;
- en vooral dat de resultaten omhoog gaan.

Langzaam groei je in je nieuwe rol en ontstaat er een andere sfeer in je les en rond het vak natuurkunde.

Ervaringen van andere scholen en docenten laten zien dat die rol van de docent een wezenlijk onderdeel is van het succes van probleemstellend onderwijs. De docent krijgt een belangrijke taak als manager, didacticus en stimulator.

De toekomst

In de komende tijd gaan we onze ervaringen met het ontwikkelen van probleemstellende lessenseries gebruiken bij het vormgeven van mechanica binnen het nieuwe examenprogramma natuurkunde (NiNa). Daarbij zal de nadruk liggen op het ontwikkelen van uitdagende activiteiten die bijdragen aan een betere begripsontwikkeling. In de begeleiding van de docenten die het lesmateriaal gaan uitproberen, zullen we ook aandacht besteden aan de rol van de docent.

Met dank aan Kees Klaassen (Cdβ, UU) voor tussentijds commentaar.

Noten

Hooyman, K. & Vollebregt, M. (2006). De kracht van eenvoud – op weg naar een andere lesaanpak. *NVOX*, 31(1), 29-32.

Vollebregt, M., Hooyman, K. & Klaassen, K. (2006). Inhoudelijk motiveren – op weg naar een andere lesaanpak. *NVOX*, 31(5), 250-253.

Chocolate taking a trip

On the shelf I was sat,
With all my friends.
Little did I know,
It would soon be the end.

She reached for me,
And grabbed me quick.
Placed me in her mouth,
And there I stick for 20 seconds,
and no longer more,
Down the throat,
And down some more.

In the oesophagus I believe,
Is where I am now.
Its muscles are hurting,
And squeezing me down.

In the stomach I land,
With a big heavy thump.
I start to separate,
As it pumps, pumps, pumps.

I am a liquid now,
In the small intestine.
This girl's destroying me,
With her internal machine.

In the next intestine,
Only larger now,
I am formed into faeces,
And dropped and drowned.

*Alison Davie, Year 8, Regents
Park Girls' School*

Met dank aan Gerry Tiemersma

*Illustratie:
'Still' uit de film Charlie and
the chocolate factory van
Tim Burton.*