

VRAGEN DIE ONDERZOEKEND LEREN STIMULEREN

Welke vragen moeten we stellen om wetenschappelijk denken en redeneren te ontwikkelen?

Introductie

Dit document bevat een aantal professionele activiteiten die ontworpen zijn om docenten te helpen om te reflecteren op:

- de vragen die ze vaak stellen en het effect daarvan;
- eigenschappen van vragen die leerlingen uitdagen en stimuleren om te reflecteren, te redeneren en na te denken;
- manieren waarop docenten hun leerlingen kunnen stimuleren om uitgebreide en doordachte antwoorden te geven, zonder bang te zijn om fouten te maken;
- manieren van vragen stellen die recht doen aan niveau verschillen, waarbij noch de zwakkere noch de betere leerlingen afhaken.

Onderstaande activiteiten zijn gegeven als een 'menu' van voorbeelden om de cursusdocent te helpen met het maken van een selectie en een plan. Ze zijn in logische volgorde weergegeven, opbouwend in kennis en expertise.

Elk professioneel ontwikkelingsplan zou docenten de mogelijkheid moeten bieden om nieuwe pedagogische methodes uit te proberen in de klas en dan daarop terug te komen en te reflecteren op de ervaring. Opdracht D is daarom essentieel in het programma.

Opdrachten

Opdracht A: Reflecteren op de vragen die we stellen	2
Opdracht B: Welke vragen stimuleren een onderzoekende houding?	4
Opdracht C: Observeer en analyseer een les	6
Opdracht D: Maak een les, geef de les en reflecteer op de uitkomst.....	8
Opdracht E: Los een probleem al "hardop denkend" op	11

Dankwoord:

Dit materiaal is aangepast voor PRIMAS uit:

Swan, M; Pead, D (2008). *Professional development resources*. Bowland Maths Key Stage 3, Bowland Charitable Trust. In Engeland online beschikbaar: <http://www.bowlandmaths.org.uk>

Met toestemming van het Bowland Charitable Trust mogen wij dit gebruiken.

OPDRACHT A: REFLECTEREN OP DE VRAGEN DIE WE STELLEN

Benodigde tijd: 15 minuten.

Geef docenten de tijd om de volgende vragen in tweetallen of kleine groepen te bespreken. Vraag hen om hun gezamenlijke ideeën te noteren op een kopie van de hand-out. Hou vervolgens een groepsdiscussie om ideeën te verzamelen en uit te wisselen. Indien docenten verschillende suggesties hebben, vraag hen dan om specifieke voorbeelden.

Docenten stellen vele verschillende soorten vragen met vele doelen.

- Welke verschillende soorten vragen zijn er?
- Wat zijn de verschillende functies van deze vragen?
- Welk type vraag gebruikt u het meest?
- Welke fouten maakt u regelmatig in het stellen van vragen?
Wat is daar het effect van?

We stellen vragen om vele mogelijke redenen, waaronder de volgende acht:

- interesseren, aandacht vasthouden en uitdagen;
- het vaststellen van eerdere kennis en begrip;
- het stimuleren van het geheugen om zo nieuwe vormen van begrip en betekenis te creëren;
- de gedachtegang richten op de belangrijkste begrippen en kwesties;
- leerlingen helpen om hun denkpatroon uit te breiden van feitelijk naar analytisch;
- het bevorderen van redeneren, probleem oplossen, evalueren en het maken van hypothesen;
- leerlingen beter na laten denken over de manier waarop ze geleerd hebben;
- leerlingen helpen verbanden te zien.

Hieronder volgt een lijst van veelgemaakte fouten door docenten:

- Het stellen van te oppervlakkige of irrelevante vragen.
- Een vraag stellen en die vervolgens zelf beantwoorden.
- De vraag vereenvoudigen wanneer leerlingen niet direct antwoorden.
- Alleen vragen stellen aan de meest competente of aardige leerlingen.
- Meerdere vragen tegelijk stellen.
- Alleen gesloten vragen stellen waarop slechts een goed/ fout antwoord mogelijk is.
- Vragen stellen waarop u alleen een vast antwoord wilt horen dat alleen bij u bekend is en elk antwoord dat daar van afwijkt negeren of afwijzen.
- Elke reactie van een leerling beoordelen met 'goed gedaan', 'bijna' of 'niet helemaal'. 'Goed gedaan' kan ontmoedigen om alternatieve ideeën aan te dragen.
- Leerlingen niet de tijd geven om erover na te denken of te bespreken voordat ze een antwoord geven.
- Foute antwoorden negeren en doorgaan met de stof.

Hand-out 1 Nadenken over waarom we vragen stellen

Welke verschillende soorten vragen zijn er?

--

Wat zijn de verschillende functies van uw vragen?

--

Welk type vraag gebruikt u het vaakst?

--

Welke fouten maakt u snel wanneer u een vraag stelt?
Wat zijn de onbedoelde gevolgen van elk van deze fouten?

Vaakgemaakte fout	Onbedoeld gevolg

OPDRACHT B: WELKE VRAGEN STIMULEREN EEN ONDERZOEKENDE HOUDING?

Benodigde tijd: 20 minuten.

Geef docenten de tijd om de volgende zaken te bespreken.

Vraag hen om hun gezamenlijke ideeën te noteren op een kopie van de hand-out 2.

- Welke vragen stimuleren onderzoekend leren?
- Geef voorbeelden van vragen die u recent heeft gebruikt.
- Hand-out 3 omschrijft een aantal kenmerken van goede vragen. Reflecteer op de gevolgen van deze ideeën voor uw praktijksituatie.

Bekijk eventueel een deel van de Appel-les¹ en inventariseer het type vragen dat de docent daar stelt en de relatie met onderzoekend leren.

Opvallende punten:

- Veel vragen aan leerlingen om hen te betrekken bij de context.
- Doorvragen ('waarom denk je dat?').
- Meerdere meningen vragen.
- Alle inbreng wordt gewaardeerd (met argumenten); geen goed-fout oordeel.
- Het duurt lang voordat er een (reken-wiskundig) probleem wordt geïntroduceerd. Daardoor is er voor de leerlingen weinig steun om te bedenken waar de les heen gaat.

Deel naderhand kopieën uit van Hand-out 3. Hierop vindt u een samenvatting van onderzoeksuitslagen over het stellen van vragen. Daaruit blijkt dat goede vragen voldoen aan vijf kenmerken:

- De docent maakt tijd voor het stellen van vragen die het nadenken en redeneren bevorderen.
- Iedereen wordt erbij betrokken.
- Leerlingen krijgen de tijd om na te denken.
- De docent vermijdt een oordeel te geven over de reacties van leerlingen.
- Er wordt op de reacties van leerlingen ingegaan op een manier die dieper nadenken stimuleert.

Nodig de docenten uit de resultaten van het onderzoek in kleine groepjes te bespreken.

- Welke van deze regels gebruikt u meestal zelf in uw eigen lessituatie?
- Welke regels vindt u het lastigst om uit te voeren? Waarom?

¹ <http://www.primas-project.eu/artikel/en/1266/Questioning+a+bag+of+apples/>

Hand-out 2 Welke soort vragen stimuleren onderzoekend leren?

2. Welke soort vragen stimuleren onderzoekend leren?

Welke vragen lijken onderzoekend leren te stimuleren?

Geef een aantal voorbeelden die u onlangs heeft gebruikt.

Bekijk nu Hand-out 3
Hierin worden vijf stelregels voor het stellen van goede vragen beschreven.
Reflecteer op de gevolgen van deze ideeën voor uw praktijksituatie.

Hand-out 3 voor het stellen van goede vragen

Vijf stelregels

<p>1. Plan het stellen van vragen die het denken en bedenken stimuleren.</p> <p>zeer effectieve vragen zijn op voorhand bedacht. Om het denken van leerlingen verder uit te bouwen en op voort te borduren is het verstandig om een serie van vragen te plannen. Een goede vragensteller blijft, natuurlijk, flexibel en bouwt wat tijd in na reacties.</p> <table border="1"> <tr> <td style="width: 15%;"> <p>Het begin van een onderzoek</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Wat weet u al dat hier van pas kan komen? • Wat voor schema zou nuttig kunnen zijn? • Kunt u hier een eenvoudige beschrijving bij bedenken? • Hoe kunt u dit probleem vereenvoudigen? • Wat is bekend en wat is onbekend? • Welke veronderstellingen mogen we doen? </td> </tr> <tr> <td> <p>Het verloop van een onderzoek</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Waar heeft u zoiets eerder gezien? • Wat staat vast en wat kunnen we veranderen? • Wat is hier gelijk en wat is anders? • Wat zou er gebeuren als ik dit... zou veranderen in...? • Leidt deze aanpak ergens naartoe? • Wat gaat u doen als u dat antwoord heeft? • Dit is gewoon een bijzonder geval van... wat? • Kunt u hypothesen opstellen? • Kunt u tegenvoorbeelden bedenken? • Welke fouten hebben we gemaakt? • Kunt u een andere manier om dit aan te pakken aanraden? • Welke conclusies kunt u trekken uit deze gegevens? • Hoe kunnen we deze berekening controleren zonder alles opnieuw te hoeven doen? • Hoe kunnen we dit verstandig noteren? </td> </tr> <tr> <td> <p>Het interpreteren en evalueren van de resultaten van een onderzoek</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Hoe kunt u de gegevens het beste demonstreren? • Is het beter om deze grafiek te gebruiken of de andere? Waarom? • Welke patronen kunt u uit deze gegevens halen? • Wat kunnen de redenen zijn voor deze patronen? • Kunt u mij een overtuigend argument geven voor die verklaring? • Vindt u dat een logisch antwoord? Waarom? • Hoe kunt u 100% zeker zijn dat dit waar is? Overtuig mij! • Wat vindt u van deze bevinding? Waarom? • Welke methode is waarschijnlijk het beste om hier te gebruiken? Waarom? </td> </tr> <tr> <td> <p>Het weergeven van conclusies en reflectie</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Welke methode heeft u gebruikt? • Welke andere methodes heeft u overwogen? • Welke van uw methodes was de beste? Waarom? • Welke methode was het snelst? • Waar heeft u een dergelijk probleem eerder gezien? • Welke methodes heeft u de vorige keer gebruikt? Zouden die hier ook gewerkt hebben? • Welke nuttige werkwijzen heeft u geleerd voor de volgende keer? </td> </tr> </table>	<p>Het begin van een onderzoek</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wat weet u al dat hier van pas kan komen? • Wat voor schema zou nuttig kunnen zijn? • Kunt u hier een eenvoudige beschrijving bij bedenken? • Hoe kunt u dit probleem vereenvoudigen? • Wat is bekend en wat is onbekend? • Welke veronderstellingen mogen we doen? 	<p>Het verloop van een onderzoek</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Waar heeft u zoiets eerder gezien? • Wat staat vast en wat kunnen we veranderen? • Wat is hier gelijk en wat is anders? • Wat zou er gebeuren als ik dit... zou veranderen in...? • Leidt deze aanpak ergens naartoe? • Wat gaat u doen als u dat antwoord heeft? • Dit is gewoon een bijzonder geval van... wat? • Kunt u hypothesen opstellen? • Kunt u tegenvoorbeelden bedenken? • Welke fouten hebben we gemaakt? • Kunt u een andere manier om dit aan te pakken aanraden? • Welke conclusies kunt u trekken uit deze gegevens? • Hoe kunnen we deze berekening controleren zonder alles opnieuw te hoeven doen? • Hoe kunnen we dit verstandig noteren? 	<p>Het interpreteren en evalueren van de resultaten van een onderzoek</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hoe kunt u de gegevens het beste demonstreren? • Is het beter om deze grafiek te gebruiken of de andere? Waarom? • Welke patronen kunt u uit deze gegevens halen? • Wat kunnen de redenen zijn voor deze patronen? • Kunt u mij een overtuigend argument geven voor die verklaring? • Vindt u dat een logisch antwoord? Waarom? • Hoe kunt u 100% zeker zijn dat dit waar is? Overtuig mij! • Wat vindt u van deze bevinding? Waarom? • Welke methode is waarschijnlijk het beste om hier te gebruiken? Waarom? 	<p>Het weergeven van conclusies en reflectie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Welke methode heeft u gebruikt? • Welke andere methodes heeft u overwogen? • Welke van uw methodes was de beste? Waarom? • Welke methode was het snelst? • Waar heeft u een dergelijk probleem eerder gezien? • Welke methodes heeft u de vorige keer gebruikt? Zouden die hier ook gewerkt hebben? • Welke nuttige werkwijzen heeft u geleerd voor de volgende keer? 	<p>2. Stel vragen op manieren waarbij iedereen betrokken wordt.</p> <p>Het is zeer belangrijk dat iedereen betrokken wordt in het nadenken over de gestelde vragen. De volgende drie manieren zijn door docenten uitgeprobeerd om dit te bereiken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gebruik een 'geen handen' regel. Nadat een aantal handen omhoog gestoken zijn, zullen sommige leerlingen ophouden na te denken omdat ze weten dat de docent ze niks zal vragen. Wanneer een leerling zijn hand omhoog steekt, stopt hij ook met nadenken omdat hij al het antwoord heeft dat hij zoekt. "Geen handen" stimuleert iedereen om na te denken en aangezien iedereen gevraagd kan worden om te reageren. • Stel vragen die uitnodigen tot een reeks antwoorden. Vraag liever naar ideeën en suggesties dan naar specifieke goede antwoorden: "Hoe kunnen we hieraan beginnen?", "Wat valt je hieraan op?" Iedereen heeft dan de mogelijkheid om hierop te antwoorden. • Vermijd docent – leerling – docent – leerling ('ping pong'). Moedig leerlingen aan om naar elkaar te luisteren en op elkaars reacties te reageren. Gebruik voor het volgende schema: Docent – leerling A – leerling B – leerling C – docent. • Deel het lokaal zo in dat het deelname aanmoedigt. Denk na over waar leerlingen zitten – zijn er leerlingen die het niet kunnen verstaan? Kunnen leerlingen elkaar horen en zien zodat ze kunnen reageren op de punten van een andere leerling? Het is vaak het beste om leerlingen op te stellen in een U-vorm, indien mogelijk. <p>3. Geef leerlingen tijd om na te denken.</p> <p>De tijdsduur tussen de vraag van de docent en het geven van het antwoord, of een opvolgende vraag of opmerking, wordt gewoonlijk 'wachttijd' genoemd. Voor vele docenten is de gemiddelde wachttijd minder dan één seconde (Bjork (1974) 3). Wanneer docenten deze wachttijd vergroten tot tussen de drie en vijf seconden toont de wetenschap aan dat leerlingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • uitvoeriger reageren en met meer vertrouwen; • vaker ongevraagde, maar toepasselijke, reacties geven; • gevarieerdere, alternatieve verklaringen bedenken; • antwoorden koppelen aan die van andere leerlingen. <p>Het verlengen van de wachttijd is lastig, het kan lastig zijn om de stilte in een klaslokaal te verdragen!</p> <ul style="list-style-type: none"> • Praat met leerlingen over 'wachttijd'. Zorg dat leerlingen weten dat ze de tijd moeten nemen om na te denken voordat ze reageren. (Sommige docenten zorgen zelfs dat ze zelf wachten door langzaam in zichzelf te tellen: "Eén, twee, drie, vier, ik wacht nog met plezier!") • Gebruik 'Denken – Delen – Uitwisselen'. Stel de vraag, geef 30 seconden om na te denken en geef dan 30 seconden de ruimte om te overleggen met een partner ('delen'). Hierna zou iedereen een antwoord moeten hebben en moeten ze weten dat iedereen gevraagd kan worden naar wat hij denkt ('uitwisselen'). • Gebruik kleine notatieblokken – Vraag leerlingen om 30 seconden na te denken over het probleem en ideeën voor een oplossing op hun kleine notatieblokken te schrijven. Vraag de leerlingen dan om de ideeën die zij hadden om het probleem aan te pakken te delen. 	<p>4. Vermijd het geven van een waardeoordeel op de reacties van leerlingen.</p> <p>Bjork (1974) deed een interessante ontdekking toen hij erachter kwam dat wanneer een docent een opmerking met een waardeoordeel gaf, zelfs positieve zoals "goed gedaan!", dan had dit een negatief effect op de verbale reacties van leerlingen, zelfs met de verlengde wachttijd. Des te minder verbale beloningen er waren, des te beter bleven de leerlingen bezig met de taak. Wanneer een docent elke reactie beoordeeld met 'ja', 'goed', 'bijna', enzovoorts, denken leerlingen snel bij zichzelf:</p> <p>"De docent zei dat het goed was. Dat was niet wat ik wilde zeggen. Dus wat ik wilde zeggen kan niet goed zijn. Dus zeg ik niks."</p> <p>Stel open vragen die een grotere verscheidenheid aan reacties openhouden en antwoord leerlingen met opmerkingen die andere ideeën niet in de weg staan.</p> <p>"Denk je wel daarvoor, dat is erg interessant. Welke andere ideeën zijn er nog?"</p> <p>5. Ga op de reacties van leerlingen in op een manier die dieper nadenken stimuleert.</p> <p>De volgende aanpakken stimuleren verder nadenken en discussie:</p> <table border="1"> <tr> <td style="width: 50%;"> <p>Vraag leerlingen om hun uitleg te herhalen</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Zou je dat nog eens willen herhalen? </td> </tr> <tr> <td> <p>Vraag leerlingen verder uit te wijden</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Kun je daar wat meer over vertellen... </td> </tr> <tr> <td> <p>Daag leerlingen uit om een reden te geven</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Kun je uitleggen waarom dat werkt? </td> </tr> <tr> <td> <p>Spoor aantot andere reacties</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Kun je een andere manier bedenken om dit aan te pakken? </td> </tr> <tr> <td> <p>Ondersteun met non-verbale interesse</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • knik het hoofd, draai uw hand om aan te geven dat u meer wilt... </td> </tr> <tr> <td> <p>Moedig leerlingen aan om te speculeren</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Wat zou er gebeuren als...? </td> </tr> <tr> <td> <p>Maak uitdagende opmerkingen</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Iemand in deze groep zei... hadden ze gelijk? </td> </tr> <tr> <td> <p>Geef de mogelijkheid tot het herhalen van reacties</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Probeer het antwoord eerst uit op je partner. </td> </tr> <tr> <td> <p>Stimuleer leerlingen om vragen te stellen</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Wil je iemand wat een vraag daarover stellen? </td> </tr> <tr> <td> <p>Vraag leerlingen om hardop te denken</p> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Kun je dat stap voor stap doorlopen? </td> </tr> </table>	<p>Vraag leerlingen om hun uitleg te herhalen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zou je dat nog eens willen herhalen? 	<p>Vraag leerlingen verder uit te wijden</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kun je daar wat meer over vertellen... 	<p>Daag leerlingen uit om een reden te geven</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kun je uitleggen waarom dat werkt? 	<p>Spoor aantot andere reacties</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kun je een andere manier bedenken om dit aan te pakken? 	<p>Ondersteun met non-verbale interesse</p>	<ul style="list-style-type: none"> • knik het hoofd, draai uw hand om aan te geven dat u meer wilt... 	<p>Moedig leerlingen aan om te speculeren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wat zou er gebeuren als...? 	<p>Maak uitdagende opmerkingen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Iemand in deze groep zei... hadden ze gelijk? 	<p>Geef de mogelijkheid tot het herhalen van reacties</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Probeer het antwoord eerst uit op je partner. 	<p>Stimuleer leerlingen om vragen te stellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wil je iemand wat een vraag daarover stellen? 	<p>Vraag leerlingen om hardop te denken</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kun je dat stap voor stap doorlopen?
<p>Het begin van een onderzoek</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wat weet u al dat hier van pas kan komen? • Wat voor schema zou nuttig kunnen zijn? • Kunt u hier een eenvoudige beschrijving bij bedenken? • Hoe kunt u dit probleem vereenvoudigen? • Wat is bekend en wat is onbekend? • Welke veronderstellingen mogen we doen? 																													
<p>Het verloop van een onderzoek</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Waar heeft u zoiets eerder gezien? • Wat staat vast en wat kunnen we veranderen? • Wat is hier gelijk en wat is anders? • Wat zou er gebeuren als ik dit... zou veranderen in...? • Leidt deze aanpak ergens naartoe? • Wat gaat u doen als u dat antwoord heeft? • Dit is gewoon een bijzonder geval van... wat? • Kunt u hypothesen opstellen? • Kunt u tegenvoorbeelden bedenken? • Welke fouten hebben we gemaakt? • Kunt u een andere manier om dit aan te pakken aanraden? • Welke conclusies kunt u trekken uit deze gegevens? • Hoe kunnen we deze berekening controleren zonder alles opnieuw te hoeven doen? • Hoe kunnen we dit verstandig noteren? 																													
<p>Het interpreteren en evalueren van de resultaten van een onderzoek</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hoe kunt u de gegevens het beste demonstreren? • Is het beter om deze grafiek te gebruiken of de andere? Waarom? • Welke patronen kunt u uit deze gegevens halen? • Wat kunnen de redenen zijn voor deze patronen? • Kunt u mij een overtuigend argument geven voor die verklaring? • Vindt u dat een logisch antwoord? Waarom? • Hoe kunt u 100% zeker zijn dat dit waar is? Overtuig mij! • Wat vindt u van deze bevinding? Waarom? • Welke methode is waarschijnlijk het beste om hier te gebruiken? Waarom? 																													
<p>Het weergeven van conclusies en reflectie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Welke methode heeft u gebruikt? • Welke andere methodes heeft u overwogen? • Welke van uw methodes was de beste? Waarom? • Welke methode was het snelst? • Waar heeft u een dergelijk probleem eerder gezien? • Welke methodes heeft u de vorige keer gebruikt? Zouden die hier ook gewerkt hebben? • Welke nuttige werkwijzen heeft u geleerd voor de volgende keer? 																													
<p>Vraag leerlingen om hun uitleg te herhalen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zou je dat nog eens willen herhalen? 																													
<p>Vraag leerlingen verder uit te wijden</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kun je daar wat meer over vertellen... 																													
<p>Daag leerlingen uit om een reden te geven</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kun je uitleggen waarom dat werkt? 																													
<p>Spoor aantot andere reacties</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kun je een andere manier bedenken om dit aan te pakken? 																													
<p>Ondersteun met non-verbale interesse</p>	<ul style="list-style-type: none"> • knik het hoofd, draai uw hand om aan te geven dat u meer wilt... 																													
<p>Moedig leerlingen aan om te speculeren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wat zou er gebeuren als...? 																													
<p>Maak uitdagende opmerkingen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Iemand in deze groep zei... hadden ze gelijk? 																													
<p>Geef de mogelijkheid tot het herhalen van reacties</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Probeer het antwoord eerst uit op je partner. 																													
<p>Stimuleer leerlingen om vragen te stellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wil je iemand wat een vraag daarover stellen? 																													
<p>Vraag leerlingen om hardop te denken</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kun je dat stap voor stap doorlopen? 																													

OPDRACHT C: OBSERVEER EN ANALYSEER EEN LES

Benodigde tijd: 30 minuten.

Werk aan het probleem dat beschreven staat op **Hand-out 4**.

- Vergelijk de twee oplossingen. Welke vindt u beter en waarom?

Bekijk nu de video van **Gwens les** en denk na over de volgende vragen:

- Welke van de volgende regels ziet u terug in Gwens les? Geef voorbeelden.
 - *Maak vragen die het nadenken en redeneren stimuleren.*
 - *Stel vragen op een manier dat iedereen betrokken wordt.*
 - *Geef leerlingen tijd om na te denken.*
 - *Vermijd het geven van een oordeel op de reacties van leerlingen.*
 - *Ga op de reacties van leerlingen in op een manier die dieper nadenken stimuleert.*
- Wat denkt u dat leerlingen van deze les geleerd hebben?

- ***Maak vragen die het denken en redeneren stimuleren.***

Gwen heeft de les zorgvuldig gepland zodat de nadruk niet lag op de antwoorden, maar op het redeneren. Ze begint de les door te benadrukken dat de les gericht zal zijn op de kwaliteit van het nadenken, redeneren en uitleggen van de leerlingen en op het luisteren naar elkaar. Deze boodschap wordt steeds onderstreept door haar communicatie met de leerlingen: "Kun je me uitleggen waarom dat eerlijk is?"; "Wat vind je van de reis? Kun je me uitleggen..."; "Hoe ga je werken aan..."; "Wat zou jou verder nog kunnen helpen? Dat is alles wat ik ga zeggen. Blijf nadenken."

- ***Stel vragen op een manier dat iedereen betrokken wordt.***

Gwen heeft de regel ingesteld dat niemand zijn hand op mag steken, zodat zij kan kiezen wie haar vraag zal beantwoorden en zodat leerlingen door blijven denken terwijl de reacties gegeven worden. Ze probeert een serie van reacties te krijgen en vraagt leerlingen om op elkaars antwoord te reageren.

- ***Geef leerlingen tijd om na te denken.***

Gwen geeft de leerlingen de tijd om voor zichzelf na te denken voordat het besproken wordt, zodat ze allemaal iets over het onderwerp kunnen zeggen.

- ***Vermijd het geven van een oordeel op de reacties van leerlingen.***

Gwen verzamelt de eerste ideeën van de leerlingen en schrijft deze op het bord. Ze stelt vervolgvragen om te verduidelijken ("Kun je dat nog een beetje verder toelichten.") en bedankt hen voor hun aandeel zonder de reacties te beoordelen met "goed gedaan", of "niet helemaal".

- ***Ga op de reacties van leerlingen in op een manier die dieper nadenken stimuleert.***

Bijvoorbeeld, Gwen nodigt leerlingen uit om toe te lichten: "Kun je dat nog eens herhalen?"; vraagt leerlingen hardop na te denken: "Kun je die gedachtegang uitleggen Alex?"; spoort aan tot alternatieve antwoorden: "Bethany, wat vindt jij het beste aan Hannah's voorstel?"; "Meiden, zien jullie hoe dit je zou kunnen helpen? ... Hoe zou dat je kunnen helpen?".

Hand-out 4 Het observeren van een les

4. Het observeren van een les

Het delen van de benzineprijs

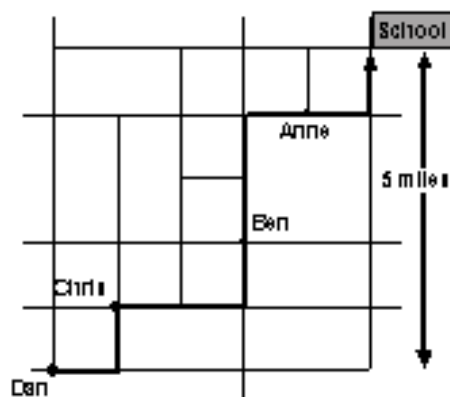
Elke dag rijdt de moeder van Dan hem naar school.

Onderweg pikt ze 3 van Dan's vrienden op; Chris, Ben en Anne.

Elke middag rijdt ze terug langs dezelfde route en levert ze weer thuis af.

Aan het eind van een periode beslissen de vier om een bedrag van 100 euro te betalen voor de benzinekosten.

Hoe zouden ze de kosten moeten verdelen? Geef een aantal redelijke oplossingen en geef aan welke jij denkt dat de beste is en waarom.



Deze kaart toont waar iedereen woont en de route die genomen wordt.

5 miles > 5 kilometer

Twee beargumenteerde methodes worden hieronder getoond. Welke vind je beter?

Methode 1:

Dit is om de kosten te delen naar verhouding tot de afstand dat de kinderen leven van school: 2 : 5 : 8 : 10.

Dus Anne betaalt €8, Ben betaalt €20, Chris betaalt €32 en Dan betaalt €40.

Methode 2:

Ga er vanuit dat, samen, zij €10 per kilometer moeten betalen. De kosten worden als volgt verdeeld:



	Anne	Ben	Chris	Dan
Afgelopen 2 km €20	€5	€5	€5	€5
Volgende 3 km €30		€10	€10	€10
Volgende 3 km €30			€15	€15
Eerste 2 km €20				€20

Anne betaalt €5
Ben betaalt €15
Chris betaalt €30
Dan betaalt €50

OPDRACHT D: MAAK EEN LES, GEEF DE LES EN REFLECTEER OP DE UITKOMST

Benodigde tijd:

- 15 minuten bespreking voor de les
- 1 uur tijdens de les
- 15 minuten na de les

Kies een probleem om in uw klas uit te proberen.

Gebruik de geheugensteuntjes van **Hand-out 5** om een les te maken die nadenken en redeneren stimuleert.

- Hoe gebruikt u het lokaal en de hulpmiddelen?
- Hoe begint u het vraaggedeelte?
- Welke hoofdregels stelt u op?
- Wat is uw eerste vraag?
- Hoe zorgt u ervoor dat leerlingen de tijd hebben om na te denken voordat ze reageren?
- Is het nodig dat u op enig punt ingrijpt om opnieuw de aandacht erbij te krijgen of om de verschillende strategieën die zij gebruiken te bespreken?
- Wat voor vragen gebruikt u in plenaire besprekingen tijdens of aan het eind van de les?

Omdat docenten de nadruk zullen leggen op de vragen die zij stellen en de manier waarop leerlingen deze vragen beantwoorden, stellen we voor dat zij van een aantal klassikale vraaglessen een geluidsopname maken om in opdracht 5 te bespreken.

Een schematisch lesplan voor het probleem van “het delen van de benzineprijzen” is gegeven in Hand-out 6. Dit kan door docenten gebruikt worden als voorbeeld. In het lesplan voor het praktisch onderzoek “Vallen, modellen en slim zijn” is nog geen aandacht voor vragen stellen. Docenten kunnen gezamenlijk het lesplan voor die opdracht aanpassen op het aspect van **Vragen stellen**.

Nadat u uw les uitgetest heeft met uw eigen leerlingen, bespreekt u de volgende punten:

- Welke vragen leken leerlingen te stimuleren tot de meest doordachte en beredeneerde antwoorden? Waarom?
- Welke vragen werkten minder goed? Waarom?
- Welke van de volgende vier regels heeft u gebruikt? Geef voorbeelden.
 - *Maak vragen die het denken en redeneren stimuleren.*
 - *Stel vragen op een manier dat iedereen betrokken wordt.*
 - *Geef leerlingen tijd om na te denken.*
 - *Vermijd het geven van een oordeel op de reacties van leerlingen.*
 - *Ga op de reacties van leerlingen in op een manier die dieper nadenken stimuleert.*
- Wat zal u een volgende keer anders doen?

Hand-out 5 Het voorbereiden op goede vragen

<p>Plan hoe u het lokaal en de benodigde hulpmiddelen wilt inrichten</p>	<p>Plaats leerlingen zo dat zij zowel elkaar als de docent kunnen horen en zien. Misschien is het nodig dat u de stoelen opnieuw moet verdelen in een U-vorm of dat de leerlingen de stoelen dichter bij elkaar schuiven. Of misschien neemt u plaats achter in het lokaal zodat de vraag alle belangstelling krijgt en niet de docent.</p>
<p>Plan hoe u het vraaggedeelte begint</p>	<p>Stilte kan voor u moeilijk te verdragen zijn in het klaslokaal, maar de leerlingen vinden het misschien verwarrend of zelfs bedreigend. Leg uit waarom er momenten van stilte zullen zijn. Bijvoorbeeld:</p>
<p>Plan hoe u de stelregels zal vaststellen</p>	<p>Als u de regel "geen handen" gebruikt, dan heeft u dit uit te leggen aan de leerlingen. Sommige docenten moesten hun leerlingen vragen om op hun handen te gaan zitten zodat ze eraan zouden denken om niet hun hand op te steken. De leerlingen hebben toestemming om hun hand op te steken om een vraag te stellen, dus als iemand een hand omhoog steekt, denk er dan aan om hen te vragen wat de vraag is die ze willen stellen. De leerlingen kunnen ook gewend zijn om korte antwoorden te geven, dan kun je de regel instellen van een minimale lengte, bijv. 'je antwoord moet minimaal vijf woorden lang zijn.'</p>
<p>Plan de eerste vraag die je zult gebruiken</p>	<p>Plan de eerste vraag en denk erover na hoe u verder zal gaan. U kunt dit niet exact plannen aangezien het afhangt van de antwoorden die de leerlingen geven, maar u kunt, bijvoorbeeld, plannen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ om één antwoord te nemen en dan anderen te vragen hoe zij denken over de genoemde beredenering. ▪ om twee of drie antwoorden zonder opmerkingen aan te horen en dan de volgende persoon te vragen om te zeggen wat gelijk of verschillend is aan die antwoorden.
<p>Geef bedenktijd</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bent u bereid 3-5 seconden de tijd te geven tussen het stellen van een vraag en het verwachten van een antwoord? ▪ Zult u de leerlingen vragen om te denken - delen - uitwisselen, waarbij u 30 seconden geeft om met een partner te overleggen voordat u van hen verwacht dat ze met een idee komen in een klassendiscussie? ▪ Zult u nog een strategie gebruiken die leerlingen de tijd en ruimte geeft om na te denken?
<p>Plan hoe en wanneer u zult ingrijpen</p>	<p>Is het nodig dat u op enig punt ingrijpt om opnieuw de aandacht erbij te krijgen of om de verschillende strategieën die zij gebruiken te bespreken? Zorg dat u één of twee vragen paraat heeft om halverwege de les te kunnen stellen om hun voortgang en leerproces in de gaten te houden.</p>
<p>Plan welke vragen u zou kunnen gebruiken voor het plenaire gedeelte aan het eind van de les</p>	<p>Probeer geen waardeoordelen te verbinden aan hun reacties, anders kan dit invloed hebben op volgende bijdragen.</p>

Hand-out 6 Zelf een lesplan maken

<p style="text-align: center;">Primas</p> <p>6. Een lesplan maken</p> <p>Maak een lesplan rond een onderwerp dat in je eigen klas uitgevoerd kan worden. Zorg dat in het lesplan expliciet aandacht is voor aspecten van Vragen stellen die onderzoekend leren ondersteunen. Het is mogelijk om het praktisch onderzoek "Vallen, modellen en slim zijn" hierbij te gebruiken (zie volgende pagina). Het lesplan voor "Shadow Petrol Costs" kan ter inspiratie dienen. Dat zag er als volgt uit:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introductie van het probleem (10 minuten) Volgens het stramen Denken-Delen-Uitwisselen. Geef het probleem en vraag hoe ze het zouden aanpakken. Vraag bij het uitwisselen vooral naar aanpak (nog niet richting antwoord). Zo bespreken dat iedereen dadelijk een begin kan maken. 3. Leerlingen werken aan het probleem (20 minuten) Tijdens rondlopen vooral vragen beantwoorden met proces-hulp. Wat hebben jullie gedaan? Wie heeft een idee? Ga anders even bij dat groepje kijken. 4. Met de hele klas bespreken hoe het probleem is aan te pakken (10 minuten) Bespreking van strategieën. Is er een groepje dat vast zit? Waarom/waar liepen jullie vast? Heeft iemand een suggestie voor hen? Welke aannames zijn bruikbaar? 5. Leerlingen werken verder (10 minuten) 6. Bespreking van de resultaten (10 minuten) 	<p style="text-align: center;">Primas</p> <p>Vallen, modellen en slim zijn</p> <p>Wanneer bladeren van bomen vallen of wanneer een vel papier valt, dan gebeurt dat op een tamelijk onvoorspelbare manier. Het boomblad of papier zigzagt naar de grond en het is moeilijk te voorspellen wanneer en waar het zal landen. Maar wanneer we de randen van het papier omvouwen, dan wordt de beweging ineens redelijk voorspelbaar. Het papieren bakje beweegt langzaam en regelmatig naar de grond. Dit is zeker geen vrije val, luchtweerstand speelt een grote rol. Hoe kunnen we deze beweging wiskundig beschrijven in een model? Wat is de invloed van factoren als oppervlakte en massa van het bakje? Hoe kunnen we ons model experimenteel toetsen zelfs zonder een stopwatch of balans? Hoevel deze activiteit met simpele middelen wordt uitgevoerd illustreert ze precies wat fysisch modellen is.</p> <p>Laten we even proberen en zien of we een formule kunnen maken voor de valtijd t van een bakje dat van hoogte h valt. Hoe groter de hoogte hoe langer het zal duren voordat het bakje op de grond is. We gaan er van uit dat $f \propto h^2$ (\propto betekent evenredig, dus $t = \text{constante} \times h^2$). We verwachten ook dat het oppervlak A van het bakje een rol speelt. Een bakje met een groter oppervlak zal meer luchtweerstand ondervinden en dus langzamer vallen. Dus $f \propto A$. Tenslotte vermoeden we dat een grotere massa leidt tot sneller vallen. Dus $f \propto 1/m$.</p> <p>Als we deze resultaten combineren krijgen we:</p> $t = \frac{kAh}{m}$ <p>Met</p> <ul style="list-style-type: none"> t = valtijd van het bakje k = constante A = oppervlakte van het bakje h = valhoogte m = massa van het bakje <p>Nu hebben we een eenvoudige formule, misschien te eenvoudig. Wie weet hadden we A^2 moeten nemen of \sqrt{A}, of nog een andere functie van A. De formule die we nu hebben voorspelt dat een twee keer zo groot bakje bij gelijke massa en hoogte een twee keer zo grote valtijd heeft. Dit kunnen we toetsen in een experiment. Zo kunnen we ook de andere relaties tussen de variabelen testen. Misschien ontbreekt er nog een variabele!</p> <p>OPDRACHT Toets door middel van experimenten of het model (de formule) klopt door verschillende oppervlakten, massa's, valhoogten, ... te vergelijken. Kun je dit zonder stopwatch, balans, meetlat doen? We substitueren creativiteit en slimheid voor apparatuur! Model, model, verbeter de formule!</p> <p>Variabelen</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">1 <i>Oppervlakte</i></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2 <i>Valhoogte</i></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3 <i>Massa</i></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td></tr> </table>	1 <i>Oppervlakte</i>	2 <i>Valhoogte</i>	3 <i>Massa</i>	4
1 <i>Oppervlakte</i>					
2 <i>Valhoogte</i>					
3 <i>Massa</i>					
4					



OPDRACHT E: LOS EEN PROBLEEM AL “HARDOP DENKEND” OP

Benodigde tijd: 20 minuten.

Docenten presenteren wiskunde en natuurwetenschappen vaak als een eenduidig stelsel van uitkomsten en regels. Leerlingen herkennen vaak het onzichtbare niet, lastige gedachtegangen die plaatsvinden in het hoofd van wetenschappers. Een van de redenen waarom sommige leerlingen niet doorzetten is omdat zij niet herkennen dat het heel normaal is om vast te lopen, fouten te maken, terug te gaan en op zoek te gaan naar alternatieve methodes. Het is daarom ook nuttig voor een docent om deze gedachtegangen zichtbaar te maken door een probleem van begin tot eind aan te pakken, hardop te denken en de klas te betrekken door zorgvuldige vragen te stellen.

Bij de nascholingsbijeenkomst is het nuttig voor docenten om gezamenlijk ‘hardop denkend’ een probleem op te lossen en zo door het proces te lopen.

Probeer al hardop denkend een oplossing te vinden voor het volgende probleem:

Hoeveel tandartsen zijn er ongeveer in Nederland?

Bedenk naderhand hoe het zou zijn om dit te doen met een klas zonder dat u op voorhand het antwoord heeft.

Als u met een groep docenten werkt, vraag dan twee vrijwilligers om voor de klas, al hardop denkend, het probleem aan te pakken. De andere docenten nemen dan de rol van leerling op zich en proberen te helpen wanneer dat van ze gevraagd wordt.

Nadien bespreekt u mogelijke andere methodes die leerlingen kunnen helpen om te begrijpen welk mentaal proces scheikundigen en wiskundigen elke dag gebruiken. Voorbeelden hiervan zijn:

- Het maken van een video van uzelf en een aantal collega’s terwijl u hardop denkend een probleem oplost, en dat vervolgens bespreken met uw klas. We hebben zo’n video toegevoegd aan de bronnen.
- Biografieën van wiskundigen of scheikundigen laten bekijken of lezen door leerlingen waarin zij vertellen over hun worstelingen en doorbraken. Bekijk bijvoorbeeld het verhaal van Andrew Wiles op Youtube: <http://video.google.com/videoplay?docid=8269328330690408516>
- Na het werken aan een probleem pogingen tot oplossingen lezen die gemaakt zijn door andere leerlingen en die de fouten en verschillende pogingen en dode sporen tonen die zij tegenkwamen. Vraag de leerlingen samen te werken om ‘denkfouten’ te vinden, te verbeteren en op te reageren. Ze moeten dan ook aangeven waar de beredenering klopte zodat ze deze ideeën nogmaals kunnen gebruiken.

AANBEVOLEN LEESLIJST

Effective collection of questions for mathematical thinking

Bills, C., Bills, L., Watson A., J. Mason (2004), *Thinkers*, Association of Teachers of Mathematics, Derby. www.atm.org.uk

More effective questions for promoting mathematical thinking

Bills, L. Latham, P. and Williams, H. (2002) 'Encouraging all learners to think' *Mathematics Teaching*, 181, pp 14-16

<http://www.atm.org.uk/mt/archive/mt181files/ATM-MT181-14-16.pdf>

Questioning to enable effective learning and assessment for learning

Lee, C. (2006) *Language for Learning Mathematics – assessment for learning in practice*. Open University Press.

Questioning in the mathematics classroom, what really happens and what could happen?

Martin, N. (2003), 'Questioning styles', *Mathematics Teaching*, 184, pp 18-19

<http://www.atm.org.uk/mt/archive/mt184files/ATM-MT184-18-19-mo.pdf>

Is questioning really important?

Smith, J. (1986), 'Questioning Questioning', *Mathematics Teaching*, 115, p47.

The questions that make pupils think mathematically

Watson, A. and Mason, J. (1998) *Questions and Prompts for Mathematical Thinking*, Association of Teachers of Mathematics Derby, www.atm.org.uk