

Denkstrategieën van leerlingen bij biologie

Naam: Rinske Rijfers

Studentnummer: 6228488

Dossier: Denkstrategieën - ontwikkelen van een vakdidactisch kader

Expertbegeleider: Yolanda Grift

Supervisor: Bob Koster

Cursus gevolg in: blok 2

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Inleiding.....	4
Theoretisch kader	5
Methode	7
Resultaten	8
Conclusie	11
Discussie.....	13
Bronvermelding.....	15
Bijlage 1: Vragen interview leerlingen	16
Bijlage 2: Vragen interview docent.....	17
Bijlage 3: Examenvragen	18
Bijlage 4: Hardop-denk protocol en interview leerlingen.....	22
Bijlage 5: Interview docent.....	32

Samenvatting

Leerlingen ervaren de examenvragen nogal eens als lastig. Vragen die een beroep doen op reproduceerbare kennis kunnen leerlingen over het algemeen goed beantwoorden. Vragen die worden gesteld op een hoger niveau van de Taxonomie van Bloom vinden veel leerlingen moeilijk. Het doel van dit onderzoek is inzicht te krijgen in denkstrategieën van bovengemiddelde leerlingen bij het vak biologie. De volgende onderzoeksvraag is gesteld. Welke manieren gebruiken bovengemiddelde leerlingen om een complexe biologievraag op te lossen die wordt gesteld op het niveau van analyseren (Taxonomie van Bloom)?

Aan de het onderzoek hebben vier bovengemiddelde leerlingen uit 5 vwo deelgenomen. De leerlingen hebben drie examenvragen beantwoord door hardop te denken. Daarna zijn deze leerlingen geïnterviewd middels een semigestructureerd interview. Daarnaast is er een docent geïnterviewd. De antwoorden van de leerlingen en de interviews zijn geanalyseerd door middel van een kwalitatieve data-analyse.

Leerlingen zetten verschillende denkstappen om tot de oplossing van een vraagstuk te komen. Alle leerlingen oriënteerden zich op de vraag. De ene leerling doet dit uitgebreider dan de andere. Vervolgens proberen alle leerlingen een verbinding te zoeken met hun voorkennis. Twee leerlingen zoeken naar de betekenis van woorden die ze niet begrijpen. Ten slotte controleren twee van de vier leerlingen hun antwoord. De leerlingen pakken de examenvragen op een gestructureerde manier aan en hebben een duidelijke denkstrategie. Aan de hand van de denkstappen die leerlingen zetten is een stappenplan samengesteld. De denkstappen die leerlingen zetten komen grotendeels overeen met de denkstrategie die de docent doceert.

Inleiding

Het eindexamen is voor veel docenten een richtpunt. Docenten willen leerlingen graag zo goed mogelijk voorbereiden op het eindexamen. Op mijn stageschool het Leidsche Rijn College oefenen we daarom regelmatig met examenvragen. Toetsen bestaan vaak voor een deel uit oude examenvragen. Op die manier hopen we leerlingen zo goed mogelijk voor te bereiden op hun eindexamen. Leerlingen ervaren de examenvragen nogal eens als lastig. Vragen die een beroep doen op reproduceerbare kennis kunnen leerlingen over het algemeen goed beantwoorden. Moeilijkere vragen, dat wil zeggen vragen die worden gesteld op een hoger niveau van de Taxonomie van Bloom zijn voor veel leerlingen een uitdaging.

Het doel van dit onderzoek is om te onderzoeken welke denkstappen bovengemiddelde leerlingen zetten bij het oplossen van een 'moeilijke' examenvraag. Voor een aantal schoolvakken is er al veel bekend over denkstrategieën, bijvoorbeeld voor het schoolvak economie. Wat betreft het schoolvak biologie is er weinig bekend over denkstrategieën die helpend zijn bij het oplossen van vraagstukken. Zodoende is het doel van het onderzoek om meer inzicht te krijgen in de denkstrategieën van leerlingen bij het vak biologie. De informatie die hieruit wordt verkregen kan worden gebruikt om leerlingen een bepaalde strategie aan te leren waardoor ze beter in staat zijn om met deze vragen om te gaan. Op deze manier zijn de leerlingen beter voorbereid op het eindexamen.

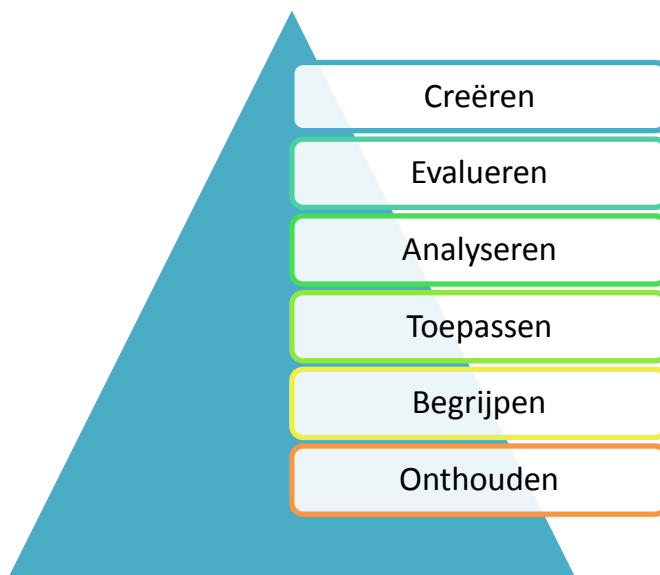
De hoofdvraag van dit onderzoek is: Welke manieren gebruiken bovengemiddelde leerlingen om een complexe biologievraag op te lossen die wordt gesteld op het niveau van analyseren (taxonomie van Bloom)? De deelvragen die beantwoord dienen te worden zijn:

1. Welke manieren zijn effectief bij het beantwoorden van een complexe biologievraag die wordt gesteld op het niveau van analyseren (taxonomie van Bloom)?
2. In hoeverre zijn deze denkstappen te vergelijken met denkstrategieën die worden gehanteerd bij andere middelbare schoolvakken zoals economie?

Theoretisch kader

Taxonomie van Bloom

De Taxonomie van Bloom bestaat uit zes niveaus: onthouden, begrijpen, toepassen, analyseren, evalueren en creëren. De verschillende niveaus laten een toename in complexiteit zien. Onthouden is bijvoorbeeld eenvoudiger dan begrijpen, wat weer eenvoudiger is dan toepassen (Krathwohl, 2002). Hoe meer de leerling de lesstof zich eigen heeft gemaakt, hoe beter hij in staat is om vragen te beantwoorden die worden gesteld op de hogere niveaus van de Taxonomie van Bloom (Knevel, 2013). Het doel van het onderwijs is leerlingen in staat te stellen om vragen te beantwoorden die worden gesteld op het niveau van analyseren, evalueren en creëren, de hogere niveaus van de Taxonomie van Bloom (Crowe *et al.*, 2008). Er dient in de lessen aandacht te zijn voor het ontwikkelen van vaardigheden waardoor leerlingen beter in staat zijn om deze vragen te beantwoorden (De Haan, 2011). Een overzicht van de Taxonomie van Bloom is weergegeven in figuur 1 (Krathwohl, 2002).



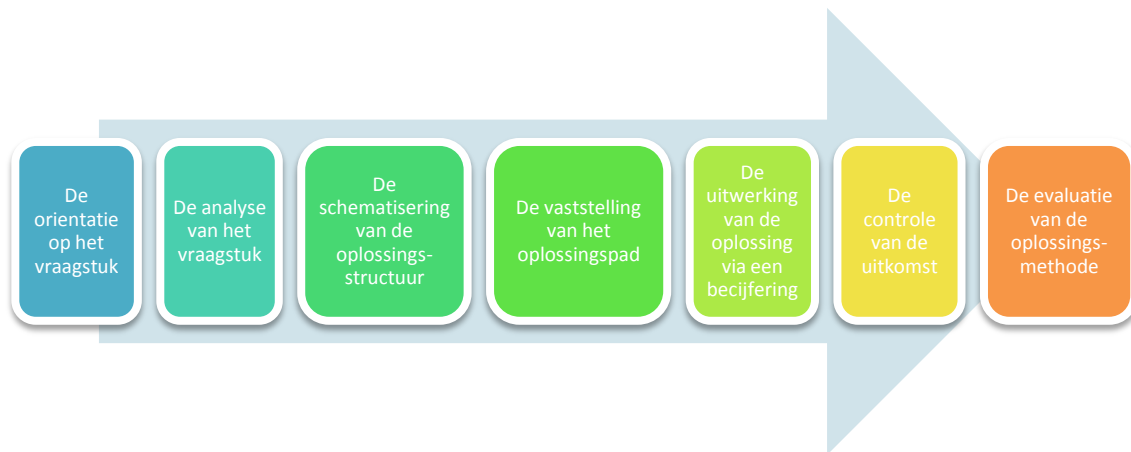
Figuur 1: Taxonomie van Bloom (Krathwohl, 2002).

Denkstrategieën

Strategieën kunnen leerlingen helpen om vraagstukken op te lossen. Leerlingen kunnen er baat bij hebben om een bepaalde strategie aan te leren en op een systematische manier een vraag te beantwoorden. Docenten kunnen hier een belangrijke rol in spelen door een bepaalde strategie te doceren (Moseley *et al.*, 2005).

Welke denkstrategieën zijn helpend bij het oplossen van vraagstukken die worden gesteld op de hogere niveaus van de Taxonomie van Bloom? Voor verschillende schoolvakken, bijvoorbeeld voor het schoolvak economie, is onderzoek gedaan naar denkstrategieën. Op basis van dit onderzoek is een Systematische Probleem Aanpak geformuleerd (Vernooij & Dekker, 1991). Deze Systematische Probleem Aanpak (SPA) is weergegeven in figuur 2. Het SPA is een hulpmiddel voor leerlingen om

een vraag op een correcte manier te beantwoorden. De verwachting is dat leerlingen beter in staat zijn om vraagstukken op te lossen als deze strategie wordt gedoceerd.



Figuur 2: Systematische Probleem Aanpak

Denkstrategieën bij biologie

Voor het vak biologie is er nog niet veel bekend over denkstrategieën van leerlingen. Om hier meer inzicht in te krijgen is het van belang om te onderzoeken welke strategieën leerlingen nu al gebruiken. Het is van belang om bovengemiddelde leerlingen bij het onderzoek te betrekken omdat zij naar verwachting meer strategieën tot hun beschikking hebben dan leerlingen die gemiddeld of slecht scoren voor biologie. Het doel van dit onderzoek is te achterhalen welke strategieën leerlingen gebruiken. Volgens Vernooij & Dekker (1991) is het hardop-denken protocol hier uitermate geschikt voor omdat het inzicht geeft in de denkprocessen van leerlingen. Daarnaast is het van belang om te onderzoeken of leerlingen inderdaad bepaalde denkstappen zetten die tot de ontwikkeling van een Systematisch Plan van Aanpak, ofwel een stappenplan, voor het schoolvak biologie kan leiden.

Onderzoeksvraag

De hoofdvraag van dit onderzoek is: Welke manieren gebruiken bovengemiddelde leerlingen om een complexe biologievraag op te lossen die wordt gesteld op het niveau van analyseren (taxonomie van Bloom)? De deelvragen die beantwoord dienen te worden zijn:

1. Welke manieren zijn effectief bij het beantwoorden van een complexe biologievraag die wordt gesteld op het niveau van analyseren (taxonomie van Bloom)?
2. In hoeverre zijn deze denkstappen te vergelijken met denkstrategieën die worden gehanteerd bij andere middelbare school vakken zoals economie en natuurkunde?

Methode

Typering van het onderzoek

Het type onderzoek is een beschrijvend onderzoek. Hiervoor is gekozen omdat er nog weinig bekend is over denkstrategieën van leerlingen bij het vak biologie. Het onderzoek is uitgevoerd op het Leidsche Rijn College in Utrecht door een docent in opleiding.

Deelnemers

Vier leerlingen uit 5 VWO hebben deelgenomen aan dit onderzoek. Aan het onderzoek hebben bovengemiddelde leerlingen deelgenomen, dat wil zeggen leerlingen die minimaal een 7,5 staan voor het schoolvak biologie. Drie leerlingen zitten in de groep waaraan ik in het afgelopen halfjaar heb lesgegeven. De andere leerling zit in de parallelklas. In Tabel 1 staan een aantal gegevens van de leerlingen die hebben deelgenomen aan dit onderzoek.

Tabel 1: Gegevens van de deelnemers

Leerling	Cijfer biologie	Geslacht	Bijzonderheden
1	9,0	Man	Culturele achtergrond
2	8,0	Man	Culturele achtergrond
3	7,5	Man	Deze leerling heeft vorig jaar het 5 HAVO eindexamen gemaakt.
4	8,1	Man	Geen

Dataverzameling

De leerlingen hebben drie examenvragen beantwoord. De examenvragen komen uit oude biologie examens en hebben betrekking op lesstof die leerlingen uit 5 VWO in de afgelopen anderhalf jaar hebben doorgenomen. Daarnaast worden de vragen gesteld op het niveau van analyseren (Taxonomie van Bloom). De leerlingen hebben de vragen beantwoord met behulp van een hardop-denken protocol. Daarna zijn de leerlingen geïnterviewd aan de hand van een semigestructureerd interview. In Bijlage 1 zijn de vragen te vinden die aan de leerlingen zijn gesteld. Naast de leerlingen is ook een biologiedocent geïnterviewd middels een semigestructureerd interview. Deze docent geeft les aan één van de leerlingen die heeft deelgenomen aan het onderzoek. De vragen die gesteld zijn tijdens dit interview zijn te vinden in Bijlage 2. Zowel het hardop-denken protocol als de interviews zijn opgenomen en daarvan is een audio-fragment beschikbaar. Het audio-fragment is later verwerkt tot een tekstdocument (Bijlage 4 en 5).

Data-analyse

De vergegreden data zijn als volgt verwerkt. Allereerst is er gekeken naar de antwoorden die de leerlingen hebben geformuleerd op de examenvragen. Deze vragen zijn nagekeken aan de hand van het correctiemodel (Bijlage 3). Daarna is er gekeken naar de stappen die leerlingen nemen om tot een antwoord te komen. Vervolgens is er gekeken naar de effectiviteit van deze stappen door de stappen die de leerlingen nemen te vergelijken met het aantal punten dat leerlingen scoren voor een vraag. Ten slotte is het interview met de docent verwerkt. De denkstappen die docenten doceren zijn vergelijken met de denkstappen die de leerlinden zetten.

Resultaten

Vier leerlingen uit 5 VWO kregen drie examenvragen voorgelegd. Aan de leerlingen is gevraagd deze vragen hardop denkend op te lossen. Een verwerking hiervan is te vinden in Bijlage 4. Hieronder volgt eerst een analyse van de antwoorden die leerlingen hebben gegeven. Daarna volgt een analyse van de aanpak die leerlingen hebben gekozen om de vragen op te lossen. Ten slotte wordt het interview met de docent geanalyseerd.

Analyse van de antwoorden

Per vraag worden de antwoorden van de leerlingen beschreven. Er wordt aangegeven in hoeverre leerlingen de vragen goed hebben beantwoord. In Tabel 2 staat een overzicht van het aantal punten dat de leerlingen hebben gescoord.

Vraag 1: Onderzoek naar oorzaken bijensterfte

Leerling 1 en 4 hebben deze vraag goed beantwoord. Leerling 1 gaf de volgende verklaring: “Nou, daar hebben ze gewoon genoeg voedsel” en “als het parasieten zijn dan worden ze ook niet echt opgegeten door andere dingen.” Leerling 4 gaf als verklaring: “De mijten kunnen lang blijven omdat er voldoende eten aanwezig is. En ze vermeerderen zich snel omdat de larven kunnen blijven bestaan terwijl de mijt aan hen vast hecht.” Leerling 1 en 4 krijgen 2 punten voor deze vraag. Leerling 2 en 3 gaven een onvolledig antwoord. Ze gaven een correcte en een foutieve verklaring. Leerling 2 en 3 krijgen daarom 1 punt voor deze vraag.

Vraag 2: DNA schade maakt oud

Alle leerlingen hebben deze vraag gedeeltelijk goed beantwoord. Het eerste gedeelte van de verklaring was in alle gevallen correct, maar het tweede gedeelte ontbrak. Leerling 1 gaf bijvoorbeeld de volgende verklaring: “Naarmate je ouder wordt, komen er steeds meer mutaties. En dat betekent dus dat de originele code veranderd is en dat bepaalde dingen niet meer goed gerepareerd worden.” Dit antwoord is onvolledig omdat het ook het element moet bevatten dat deze mutaties ertoe leiden dat weefsels en organen niet voldoende functioneren waardoor ouderdomskenmerken zichtbaar worden. Alle leerlingen kregen daarom 1 van de 2 punten voor deze vraag.

Vraag 3: De Kleine Zwaan en het Schedefonteinkruid

Leerling 1 en 3 hebben deze vraag fout beantwoord. Leerling 3 gaf bijvoorbeeld de volgende verklaringen: “Ik zie dat de plant in de warme seizoenen het meest groeit. Dan weet je dat de plant warmte nodig heeft om te groeien en in ondiep water is de temperatuur hoger dan in diep water.” En: “De bodemsamenstelling is gunstiger in ondiepe gebieden.” Deze verklaringen zijn onjuist. Leerling 1 en 3 krijgen daarom 0 punten voor vraag 3. Leerling 2 en 4 gaven een correcte en een foutieve verklaring en krijgen dus 1 punt voor deze vraag. Leerling 2 gaf bijvoorbeeld als verklaring: “Planten kunnen alleen in ondiepe gedeeltes van de meren groeien. Ik denk sowieso dat hoe dieper je gaat hoe minder zonlicht er is en dat is sowieso erg van invloed op de groei.” En: “De bodemsamenstelling is belangrijk voor een goede groei van planten. In het diepe gedeelte is de bodem minder geschikt voor de plant om te groeien.” De eerste verklaring is juist, de tweede niet.

Tabel 2: Aantal punten per leerling, per vraag

	Leerling			
Vraag	1	2	3	4
1	2	1	1	2
2	1	1	1	1
3	0	1	0	1

Analyse van de aanpak

Hier volgt een analyse van de aanpak van de leerlingen. Allereerst wordt er gekeken naar de stappen die leerlingen zetten om een vraag op te lossen. Een overzicht van de stappen die leerlingen nemen staat in Tabel 3. Daarna wordt er gekeken welke aanpak heeft geleid tot een (gedeeltelijk) goed antwoord.

De aanpak van leerlingen

Alle leerlingen lezen eerst de vraag en leerling 3 en 4 lezen ook de titel van de vraag. Daarna lezen de leerlingen de tekst goed door. Als eerste oriënteren de leerlingen zichzelf dus op de vraag. In het interview geven verschillende leerlingen aan dat ze proberen zoveel mogelijk antwoorden uit de tekst te halen. Tijdens het beantwoorden van de vragen gaan de leerlingen regelmatig terug naar de tekst. De leerlingen bestuderen de figuur uit vraag 2 goed. In het interview geven een aantal leerlingen aan dat ze de figuren altijd nauwkeurig bekijken.

In het interview geven alle leerlingen aan dat ze bij het beantwoorden van de vraag teruggaan naar hun voorkennis. Leerling 2 zegt daarover het volgende: "Verder probeer ik het zoveel mogelijk toe te passen aan wat ik ken en aan wat ik heb geleerd." Leerling 4 zegt: "Daarna ga ik terug naar de kennis die ik hierover heb. Wat ik geleerd heb bijvoorbeeld. Ik kijk ook of het bij de leerstof past."

Als de leerlingen een antwoord hebben geformuleerd gaan ze vaak nog even terug naar de vraag om te controleren of ze inderdaad antwoord hebben gegeven op de vraag. Dit wordt gedaan door leerling 3 en 4. Deze leerlingen controleren hun antwoorden.

Een aantal keer lopen leerlingen tegen begrippen aan die ze niet begrijpen. Bijvoorbeeld mutageen, endogeen en exogeen en klonale. Leerlingen proberen de betekenis van deze woorden te achterhalen. Een paar leerlingen vragen de betekenis van deze woorden aan de onderzoeker. Deze geeft geen uitleg over de begrippen. De leerlingen halen daarna de betekenis van deze woorden uit de tekst.

Bij de laatste vraag gebruikt één leerling een creatieve denkstrategie. Leerling 1 denkt 'out of the box' door de tubers uit vraag 3 te vergelijken met aardappelen.

Tabel 3: Stappen die leerlingen zetten om een vraag te beantwoorden

Stap	Leerlingen			
	1	2	3	4
Oriëntatie (Vraag, titel, tekst en figuren bestuderen)	Leerling 1 leest de vraag en de tekst en bestudeert de figuur	Leerling 2 leest de vraag en de tekst en bestudeert de figuur	Ja	Ja
Verbinden aan voorkennis	Ja	Ja	Ja	Ja
Controle van het antwoord	Nee	Nee	Ja	Ja
Betekenis opzoeken van onbekende woorden en begrippen	Ja	Er zijn geen onbekende begrippen	Er zijn geen onbekende begrippen	Gedeeltelijk
Creatief denken	Ja, bij vraag 3	Nee	Nee	Nee

Effectiviteit van de aanpak van de leerlingen

Leerlingen konden in totaal 6 punten halen voor de vragen die ze moesten beantwoorden. Leerling 3 scoort 2 punten, leerling 1 en 2 scoren 3 punten en leerling 4 scoort 4 punten. De aanpak van de leerlingen verschilt op een aantal punten. Leerling 3 en 4 geven aan naar de titel van de vraag te kijken wat leerling 1 en 2 niet doen. Leerling 3 en 4 controleren hun antwoord, dit doen leerling 1 en 2 niet. Alle leerlingen zoeken een verbinding tussen de vraag en hun voorkennis. Leerling 1 zoekt in de tekst de betekenis op van woorden die hij niet begrijpt. Leerling 4 doet dit voor het ene begrip wel, maar bij het andere begrip niet. Leerling 2 en 3 lijken geen onbekende woorden en begrippen tegen te komen. Alleen leerling 1 denkt 'out of the box' bij een vraag. Voor die vraag scoort hij echter 0 punten.

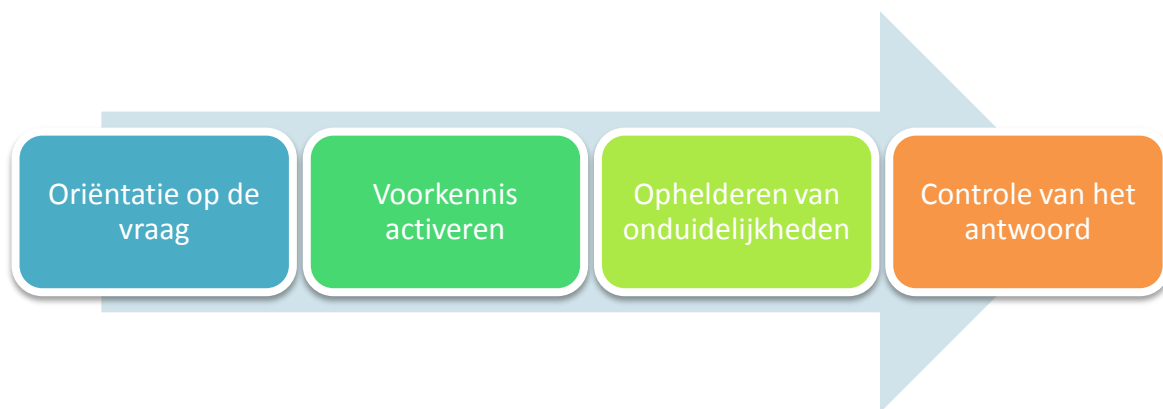
Docent en denkstrategieën

De geïnterviewde docent gaf aan dat ze denkstrategieën doceert als ze met leerlingen (toets)vragen bespreekt: "Als ik samen met hen een opdracht maak, dan lezen we eerst de vraag samen. Als er een begrip langskomt dan kijken we wat dat betekent, dus dat de begrippen nog een keer uitgelegd worden. Daarnaast koppelen we de vraag aan de voorkennis. Wat weet je daar nou eigenlijk over? Wat hoort er allemaal bij? Ik laat ze dingen in de tekst aanstrepen en alvast cruciale informatie opschrijven." Ze gaf aan minder aandacht te hebben voor denkstrategieën dan ze eigenlijk zou willen. Op de vraag welke denkstrategieën ze bij leerlingen ziet antwoordde ze: "Ik denk dat ze te weinig stappen zetten. Ze willen snel naar het antwoord toe en die is er nou niet eenmaal altijd direct." Leerlingen oriënteren zich over het algemeen goed op de vraag, maar vervolgens weten ze niet zo goed wat ze moeten doen. Ze vinden het lastig om de relevante informatie te selecteren. Daarnaast hebben leerlingen, volgens deze docent, te weinig kennis van begrippen. "Als je niet weet wat de begrippen zijn dan kom je er niet uit, ook al heb je zo'n goede strategie. Ik denk dat die begrippen er gewoon niet goed in zitten en daarom lijkt het dat ze geen denkstrategie hebben. Die hebben ze misschien best, dat weet ik niet." Een denkstrategie is, volgens haar, niet altijd nodig. "Het hangt van de persoon af. Het schijnt dat creatieve geesten het meest creatief zijn in een rommelige kamer. Juist een stukje creativiteit is denk ik ook handig bij het oplossen van de vragen. Maar voor sommige leerlingen kan het heel erg handig zijn. Een stappenplan kan houvast geven."

Conclusie

Denkstrategie

Leerlingen zetten verschillende denkstappen om tot de oplossing van een vraagstuk te komen. Alle leerlingen oriënteren zich als eerste op de vraag. De ene leerling doet dit uitgebreider dan de andere. Alle leerlingen bekijken de vraag en de figuren en lezen de tekst goed door. Twee leerlingen bekijken ook de titel. Vervolgens proberen alle leerlingen een verbinding te zoeken met hun voorkennis. Twee leerlingen zoeken naar de betekenis van woorden die ze niet begrijpen. Ten slotte controleren twee van de vier leerlingen hun antwoord. In figuur 3 zijn deze stappen samengenomen en in een schema weergegeven. De leerlingen die hebben deelgenomen aan dit onderzoek beantwoordden de examenvragen kennelijk op een gestructureerde manier. Deze manier kan andere leerlingen naar verwachting helpen bij het beantwoorden van examenvragen die worden gesteld op de hogere niveaus van de Taxonomie van Bloom.



Figuur 3: Stappenplan voor het oplossen van examenvragen bij het schoolvak biologie, samengesteld aan de hand van het onderzoek naar de denkstrategieën van bovengemiddelde leerlingen.

Effectiviteit van de denkstrategieën van leerlingen

Geen van de leerlingen was uiteindelijk in staat om op alle vragen een correct antwoord te formuleren. Leerling 4 scoorde de meeste punten. Deze leerling doorliep in ieder geval drie van de vier stappen uit het bovenstaande schema. Leerling 3 doorliep echter dezelfde stappen, maar scoorde slechts 2 van de 6 punten. Op basis van deze gegevens is het niet mogelijk om te bepalen in hoeverre een denkstrategie effectief is. De leerlingen hebben slechts drie examenvragen beantwoord. Voor een goede beeldvorming van deze leerlingen en hun denkstrategie is meer onderzoek nodig.

Visie van docent

De geïnterviewde docent doceert de volgende denkstrategieën aan de leerlingen. Allereerst dienen de leerlingen zich te oriënteren op de vraag. Vervolgens worden onduidelijkheden opgehelderd en wordt de relevante voorkennis geactiveerd. Ten slotte wordt de relevante informatie geselecteerd. De denkstrategie die de docent doceert komt grotendeels overeen met de denkstrategie van de leerlingen (figuur 3). De enige stap die in figuur 3 ontbreekt, is het selecteren van de relevante informatie.

Volgens de docent oriënteren de leerlingen zich over het algemeen goed op de vraag. Ze vinden het lastig om de relevante voorkennis te activeren, ze zijn niet altijd in staat om onduidelijkheden op te helderen en ten slotte vinden de leerlingen het lastig om de relevante informatie te selecteren.

Discussie

Stappenplan

In vergelijking met het Systematisch Plan van Aanpak dat wordt gebruikt bij het schoolvak economie is het stappenplan dat op basis van dit onderzoek is voorgesteld beperkt. De stappen oriëntatie op de vraag en controle van het antwoord komen overeen. De stappen analyse van het vraagstuk, schematisering van de oplossingsstructuur, vaststelling van het oplossingspad en evaluatie van de oplossingsmethode zijn niet terug gevonden. Gedeeltelijk is dit te verklaren vanuit het feit dat economie en biologie verschillende schoolvakken zijn. Bij het schoolvak biologie komen in veel mindere mate rekenkundige vraagstukken aan bod wat bij het schoolvak economie wel het geval is. Daarnaast dient het ontwikkelde stappenplan verder onderzocht te worden om zo tot een geschikter stappenplan te komen.

Bruikbaarheid

Dit stappenplan kan door docenten en leerlingen worden gebruikt bij het oplossen van vraagstukken die aan de orde komen bij het schoolvak biologie. Docenten kunnen dit stappenplan aan de orde brengen in de les. Leerlingen kunnen dit stappenplan gebruiken bij het oplossen van vragen. Dit kan vooral voor leerlingen die slecht scoren voor het schoolvak biologie een hulpmiddel zijn om beter te scoren op toetsen en uiteindelijk voor het eindexamen biologie.

Betrouwbaarheid

Dit onderzoek is een kleinschalig onderzoek naar denkstrategieën van leerlingen bij het schoolvak biologie. Leerlingen blijken verschillende denkstrategieën te gebruiken wat uiteindelijk in een stappenplan heeft geresulteerd. Doordat dit onderzoek op zo'n kleine schaal is uitgevoerd is de betrouwbaarheid beperkt. Wellicht waren er andere of meer denkstappen naar boven gekomen wanneer er meer leerlingen bij het onderzoek waren betrokken.

Daarnaast bleken de leerlingen maximaal 4 van de 6 punten te scoren voor de examenvragen. Dat is niet zoveel, zeker niet gezien het feit dat de leerlingen die betrokken waren bij het onderzoek bovengemiddelde leerlingen zijn. De leerlingen zijn geselecteerd op basis van hun rapportcijfer voor het schoolvak biologie. Aangezien alle deelnemers aan het onderzoek gemiddeld een 7,5 of hoger staan voor het vak biologie is te verwachten dat ze goed in staat zijn om examenvragen op te lossen. De leerlingen moesten vrij veel tekst lezen om deze vraag te beantwoorden, bovendien betrof het open vragen. Het is mogelijk dat de leerlingen problemen ervoeren met een van beide aspecten. Twee leerlingen (leerling 1 en 2) hebben een culturele achtergrond. Deze leerlingen ervaren vaak meer taalproblemen. Wellicht heeft dit het onderzoek beïnvloed. Leerling 3 heeft vorig jaar het Havo 5 eindexamen gemaakt. Deze leerling haalde slechts 2 van de 6 punten. Hoewel de leerling een 7,5 staat voor het vak biologie waren de vragen uit dit onderzoek wellicht te moeilijk gezien zijn achtergrond. Daarnaast vinden sommige leerlingen open vragen veel moeilijker dan gesloten vragen. Op open vragen dienen leerlingen een goed geformuleerd antwoord te geven. Dit kan met name voor leerlingen met een taalachterstand erg lastig zijn. Deze aspecten kunnen het onderzoek hebben beïnvloed waardoor de leerlingen niet in staat waren om een volledig goed antwoord te formuleren. Dat zegt echter niet dat de denkstrategie die deze leerlingen gebruiken niet bruikbaar is. Waarschijnlijk zijn de denkstrategieën die deze leerlingen gebruiken in veel gevallen goed bruikbaar wat de goede cijfers van deze leerlingen voor biologie verklaart. Er dient meer onderzoek te worden

gedaan naar de denkstrategieën van leerlingen en naar de bruikbaarheid van het voorgestelde stappenplan om hier verder uitspraken over te doen.

Validiteit

Het doel van dit onderzoek was meer inzicht te krijgen in denkstrategieën van bovengemiddelde leerlingen bij het oplossen van examenvragen die worden gesteld op het niveau van analyseren (Taxonomie van Bloom). Daarvoor zijn hardop-denken protocollen en een interview gebruikt. De opbrengst van dit onderzoek was een overzicht van denkstappen die leerlingen zetten om tot een correct antwoord te komen. Hieruit blijkt dat dit onderzoek valide is. Het doel van dit onderzoek was inzicht te krijgen in denkstrategieën van leerlingen. Dit onderzoek heeft inderdaad een inzicht opgeleverd in de denkstrategieën van leerlingen.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Op basis van dit onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek:

1. Er dient meer onderzoek te worden gedaan naar de denkstrategieën van leerlingen bij het vak biologie. Er is hier weinig over bekend. Dit onderzoek is van beperkte omvang en daardoor slecht een aanzet tot nader onderzoek.
2. Daarnaast dient het voorgestelde stappenplan te worden onderzocht. Er dient allereerst te worden onderzocht in hoeverre dit stappenplan bruikbaar is en of het uitbreiding behoeft. Vervolgens dient dit stappenplan op grote schaal, kwantitatief, onderzocht te worden zodat er iets gezegd kan worden over de bruikbaarheid van dit schema.
3. Er dient onderzocht te worden hoe docenten dit stappenplan kunnen doceren.
4. Ten slotte dient te worden onderzocht hoe dit stappenplan kan bijdragen aan het ontwikkelen van hogere denkvaardigheden bij leerlingen en de rol van de docent daarin.

Bronvermelding

Crowe, A., Dirks, C., & Wenderoth, M. P. (2008). Biology in bloom: implementing Bloom's taxonomy to enhance student learning in biology. *CBE-Life Sciences Education*, 7(4), 368-381.

De Haan, R. L. (2011). Teaching creative science thinking. *Science*, 334(6062), 1499-1500.

Knevel, R. (2013). Taxonomieën zijn hot... en handig. Culemborg: Bureau ICE.

Kratwohl, D.R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory Into Practice* 41(4), 212-218.

Moseley, D., Baumfield, V., Elliott, J., Gregson, M., Higgins, S., Miller, J., Newton, D. (2005). *Frameworks for thinking: A handbook for teaching and learning*. Cambridge: University Press.

Vernooij, A.T.J. & R.B. Dekker (1991). Hardop denken als bron van informatie. *Tijdschrift voor het economisch onderwijs*, 10, 239-243.

Bijlage 1: Vragen interview leerlingen

Onderstaande vragen zijn aan de leerlingen gesteld. Vraag 1 tot en met 4 zijn aan alle leerlingen gesteld. Vraag 5 tot en met 8 zijn afhankelijk van de situatie gesteld om meer inzicht te krijgen in de denkstrategieën van leerlingen.

1. Wat doe je als eerste als je een vraag moet beantwoorden?
2. Heb je een bepaalde aanpak om vragen te beantwoorden?
3. Hoe belangrijk zijn figuren bij het beantwoorden van de vraag?
4. Welke vraag vond je het meest lastig en waarom?
5. Wat vind je van open vragen in vergelijking met meerkeuzevragen?
6. Wat doe je op het moment dat je gewoon niet weet hoe je een vraag moet beantwoorden?
7. Wat doe je om ervoor te zorgen dat je een goed antwoord formuleert op zo'n vraag? Heb je daar een bepaalde manier voor?
8. Wat vind je ervan als je veel tekst moet lezen voor een vraag?

Bijlage 2: Vragen interview docent

1. Leer je leerlingen een bepaalde denkstrategie aan? Zo ja, zou je die willen beschrijven?
2. Besteed je in de les aandacht aan de manier waarop leerlingen (examen)vragen oplossen?
3. Welke denkstrategieën zie je bij leerlingen?
4. Denk je dat er een relatie is tussen de denkstrategieën van leerlingen, of het ontbreken daarvan, en hun cijfers?

Bijlage 3: Examenvragen

Examenvragen

Vraag 1

Onderzoek naar oorzaken bijensterfte

Het gaat slecht met de honingbij, niet alleen in Nederland maar wereldwijd. Terwijl in Nederland vroeger zo'n acht procent van de bijen de winter niet overleefde, is dat tegenwoordig bijna een derde van alle honingbijen. Niet alleen imkers, maar ook fruittelers maken zich zorgen. De massale bijensterfte is een bedreiging voor onze voedselvoorziening.

De oorzaken voor de 'bijenverdwijnsiekte' worden nog niet goed begrepen. Een belangrijke rol is in ieder geval weggelegd voor de varroamijt (*Varroa destructor*), een parasiet van de honingbij. Volgens anderen is het gebruik van bepaalde gewasbeschermingsmiddelen, de neonicotinoïden zoals imidacloprid, de belangrijkste oorzaak voor het verdwijnen van de bijen.

Het is lastig vast te stellen of dit laatste werkelijk het geval is.

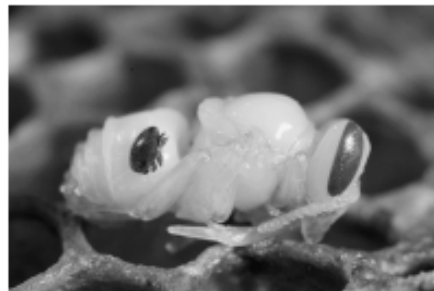
Varroamijten komen oorspronkelijk uit Azië waar ze worden aangetroffen op de Indische honingbijen. De mens heeft de overstap naar Europese honingbijen mogelijk gemaakt. In Nederland werden varroamijten voor het eerst gevonden in 1983, nu komen ze overal voor.

De mijt legt eitjes op de bijenlarven in de broedcellen van de bijenkolonie.

De uitgekomen mijten hechten zich stevig vast aan de larven, poppen en volwassen honingbijen en zuigen lichaamsvloeistoffen op.

In afbeelding 1 is een zojuist ontpopte honingbij weergegeven, met op het achterlijf een varroamijt.

afbeelding 1



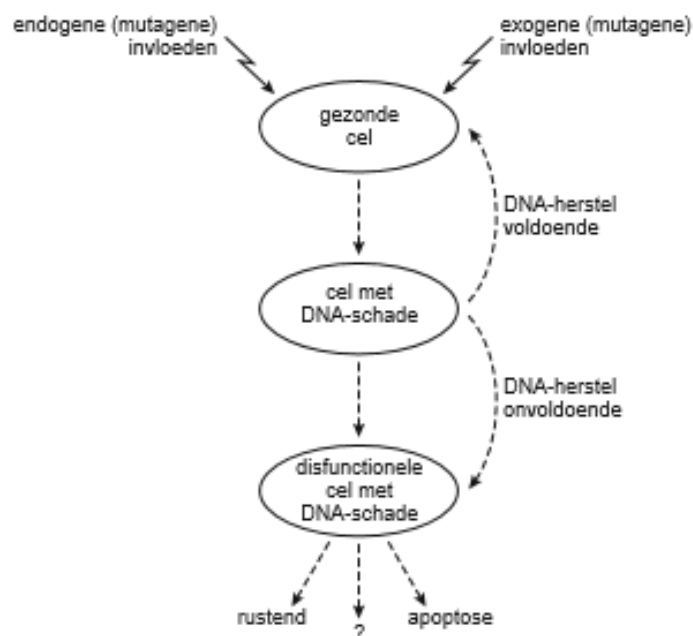
Varroamijten die een bijenkorf binnendringen, kunnen er lange tijd verblijven en zich snel vermeerderen.
Geef hiervoor twee verklaringen.

Vraag 2

DNA-schade maakt oud

Al sinds de oudheid zijn mensen geïnteresseerd in veroudering, en dan vooral in het tegengaan daarvan. Uit een aantal onderzoeken is gebleken dat naarmate weefsels van mensen ouder worden, het aantal mutaties van het DNA toeneemt.

Cellen bezitten mechanismen om de voortdurend optredende DNA-schade te repareren. Een cel met DNA-schade die niet meer effectief te repareren is, gaat gewoonlijk over in een rustende toestand of tot apoptose (geprogrammeerde celdood). In de afbeelding is dit in een schema weergegeven.



Endogene mutagene invloeden zijn niet alleen replicatiefouten tijdens de celcyclus, maar ook allerlei celprocessen die mutaties kunnen veroorzaken. Exogene mutagene factoren zijn onder andere allerlei stoffen in voeding en milieu die DNA-schade kunnen veroorzaken.

Leg een verband tussen DNA-schade en veroudering. Je kunt daarbij de afbeelding gebruiken.

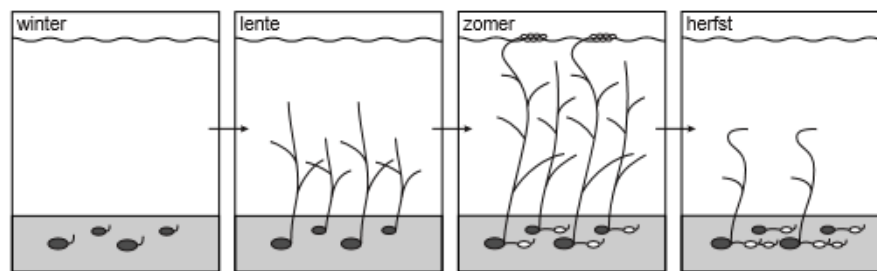
Vraag 3

De Kleine zwaan en het Schedefonteinkruid

Kleine zwanen zijn trekvogels die broeden op de Russische toendra en zich gedurende de winter in Noordwest-Europa ophouden. Voor de Kleine zwaan zijn de ondergrondse knolletjes of tubers van het Schedefonteinkruid een belangrijke voedselbron, met name tijdens de voor- en najaarstrek. Onder andere door het NIOO (Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek) wordt onderzoek gedaan naar de interactie tussen de Kleine zwaan en Schedefonteinkruid.

Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) behoort tot de fonteinkruidfamilie, die wereldwijd voorkomt in ondiepe gedeelten van meren en plassen. Deze planten vermeerderen zich voornamelijk op ongeslachtelijke wijze. In het geval van het Schedefonteinkruid gebeurt dat met behulp van tubers, die vol zitten met zetmeel. Daarnaast vindt geslachtelijke voortplanting plaats door middel van zaden die over grote afstanden kunnen worden verplaatst. In de winter sterven alle bovengrondse delen van de plant af (zie afbeelding 1).

afbeelding 1



De tuberproductie is bijzonder variabel: een plant kan vele, relatief kleine tubers produceren, maar de plant kan ook wat minder exemplaren produceren, die dan groter zijn. Het is bekend dat daglengte en temperatuur invloed hebben op de tuberproductie van Schedefonteinkruid. Ook de bodemsamenstelling, zand of klei, en de voedselrijkdom spelen een rol.

Zoals voor een zich voornamelijk klonaal voortplantende soort valt te verwachten, is de 'fenotypische plasticiteit' van het Schedefonteinkruid groot. Er is echter ook een genetische basis voor verschillen tussen de populaties.

Bepaalde waterplanten, zoals het Schedefonteinkruid, kunnen alleen in de ondiepe gedeelten van meren en plassen groeien.

Geef hiervoor twee mogelijke verklaringen.

Antwoorden

Vraag 1

Voorbeelden van een juiste verklaring voor het lange verblijf in de bijenkorf en/of de snelle vermeerdering:

- De mijten hebben in de bijenkorf geen natuurlijke vijanden.
- Een varroamijt die zich aan een bij heeft vastgehecht, heeft een constante voedselbron.
- De bijen verzorgen het broed, waar de mijt dan haar eitjes op kan leggen.

- Voor de volwassen mijten is er een overvloed aan broedcellen om hun eitjes in te leggen.
- De mijt heeft een korte generatietijd en krijgt dus snel nakomelingen.

Vraag 2

Het antwoord bevat de notie dat:

- Hoe ouder je wordt, hoe meer cellen er zijn met DNA-schade die onvoldoende hersteld wordt.
- Weefsels/organen gaan door de beschadiging steeds slechter functioneren (en dus ontstaan steeds meer ouderdomsgebreken).

Vraag 3

Voorbeelden van een juiste verklaring:

- Alleen in ondiep water dringt voldoende licht door voor de fotosynthese in ondergedoken bladeren.
- Als een plant moet wortelen in de bodem, maar ook drijvende bloemen heeft, mag het water niet te diep zijn.

Bijlage 4: Hardop-denk protocol en interview leerlingen

Leerling 1

Op 19 december 2017 heb ik leerling 1 gevraagd drie examenvragen te beantwoorden terwijl hij hardop dacht. Daarna heb ik hem geïnterviewd. De vragen die ik heb gesteld zijn cursief gedrukt. Tijdens het interview heb ik leerling 1 geobserveerd. De observaties zijn weergegeven in grijze kleur en onderlijnd.

Vraag 1

“Oké, dan mag je beginnen.”

De leerling leest eerst de vraag tekst en daarna de tekst.

“Oké. Nou, daar hebben ze gewoon genoeg voedsel en die bijen kunnen niet echt iets terug doen. Even kijken... Nou als het parasieten zijn dan worden ze ook niet echt opgegeten door andere dingen, die bijen zijn ook niet resistent want ze komen uit een ander werelddeel of gebied dus binnen zijn eigenlijk de ideale omstandigheden.”

De leerling leest weer de tekst.

“Vind je de vraag zo beantwoord?”

“Even kijken hoor, er staat nu...”

“Dat ze genoeg voedsel hebben, dat de bijen zeg maar niets terug kunnen doen en dat ze niet worden opgegeten door andere predatoren bijvoorbeeld. Oké?”

“Ja, ik denk het wel.”

“Ja, het gaat er niet om dat het goed of fout is hoor.”

Vraag 2

De leerling leest eerst de vraag en daarna de tekst. De leerling bestudeert de figuur goed.

“Endogene en dan staat er mutagene?”

“Ja, mutagene”

“Nou, als er DNA schade is, maar het wordt dan wel hersteld bijvoorbeeld dan is de kans op een mutatie überhaupt al groot. En daardoor gaan de processen, naarmate je ouder wordt, komen er steeds meer mutaties. Dat staat er ook. En dat betekent dus dat de originele code veranderd is en dat bepaalde dingen niet meer goed gerepareerd worden. Als eerste bijvoorbeeld de huid of andere dingen, bijvoorbeeld organen en dat er dan ook ziektes komen en dat er dan problemen, dat er bijvoorbeeld dingen vast komen te zitten, vastlopen.”

“Dus volgens jou komt het vooral doordat de mutaties niet goed meer hersteld worden op oudere leeftijd.”

“Ja”

“Oké, dankjewel, dan nog de laatste vraag.”

Vraag 3

De leerling leest eerst de vraag en daarna de tekst.

“Klonaal wat is dat? Is dat goed geschreven?”

“Ja”

“Ja, o ja, van klonen.”

“Nou, ik denk omdat die tubers, ze willen niet dat daaraan wordt gegeten. Dus dat is wel handig dat ze onder water staan, dan is daar minder kans op. Hoe zit het dan met aardappels?”

“Ja, dat is natuurlijk altijd wel een risico met aardappels. Maar als je naar de vraag gaat, dan wordt er volgens mij vooral gevraagd waarom ze alleen in ondiep water kunnen groeien.”

“Ja, nee, nee dat snap ik wel. Maar ik bedoel, aardappels kun je volgens mij ook als een soort tubers zien en die groeien ook niet in ondiep water maar kunnen die ook wild groeien dan?”

“Aardappels hebben natuurlijk wel echt een risico om opgegeten te worden voordat er verder iets mee gebeurt. Dat doen wij natuurlijk ook gewoon.”

“Kunnen tubers dood vriezen in de winter?”

“Ik denk het wel.”

“Dat zijn dan denk ik de twee belangrijkste redenen, toch. Want in ondiep water, de meeste zoogdieren komen daar niet en insecten ook niet. En vissen die kunnen niet echt graven. En ook met water, ondiep water bevriest meestal niet, dus dan vriezen ze niet dood neem ik aan.”

“Oké, maar als je nog even kijkt naar de vraag. Wat jij nu vooral benoemd is het voordeel dat het in ondiep water zit. Maar hier wordt vooral gevraagd waarom ze alleen in ondiep water kunnen groeien, met nadruk op ondiep water.”

“Nou, omdat in heel diep water hebben ze wel veel energie nodig om bij het licht te komen. Dat duurt dus best wel lang. Het hangt er ook vanaf hoe snel ze groeien. Maar, heel veel planten die in diep water groeien dat zijn toch ook drijvende planten? Even kijken hoor, en als je op het land groeit dan kunnen ze dood vriezen. Dat is denk ik ook een voordeel dat er in de lente al, dat ze veel sneller boven water komen. Want als ze in diep water staan, dan duurt het langer. Want hoe dieper het water, hoe meer nadelen ze krijgen. Tenminste, ze hebben wel het voordeel van ondiep water maar ze krijgen er wel meer nadelen bij. Dat denk ik, tenminste.”

Interview

“Nou, dankjewel. Dit waren de examenvragen. Dan heb ik ook nog een paar vragen over wat voor een strategie jij gebruikt om vragen op te lossen. En een paar specifieke vragen over de manier waarop je de vragen zojuist hebt beantwoord. Ik ben als eerste wel benieuwd wat je als eerste doet als je een vraag moet beantwoorden.”

“Meestal ga ik de vraag eerst lezen. En dan ga ik de tekst lezen die erbij hoort, maar terwijl ik de tekst lees ben ik in mijn achterhoofd al een beetje bezig met puzzelen. En ook kijken, wat vragen ze nu eigenlijk en wat zeggen ze in de tekst en daar dan verband tussen leggen. Ik zie gewoon een plaatje.”

“Wat doe je op het moment dat je gewoon niet weet hoe je een vraag moet beantwoorden? Wat doe je bijvoorbeeld als je een woord niet weet?”

“Dan kijk ik naar de rest, wat ik wel weet. En dan probeer ik daar verder mee te gaan.”

“Heb je voor jezelf een bepaalde structuur om een vraag te beantwoorden?”

“Ik doe vooral heel veel dingen tegelijk in mijn hoofd. Ik kijk eerst wat staat er en wat is het probleem. Dan bedenk ik wat ik erover weet en het dan proberen toe te passen.”

“Wat vond je het meest lastige aan deze vragen en hoe ben je daarmee omgegaan?”

“Nou, wat ik het meest lastige vond, soms is de vraag niet zo specifiek. Dan vraag ik me af, wat vragen ze nou eigenlijk.”

“Hoe ben je hiermee omgegaan?”

“Zo uitgebreid mogelijk antwoorden.”

Leerling 2

Op 20 december 2017 heb ik leerling 2 gevraagd drie examenvragen te beantwoorden terwijl hij hardop dacht. Daarna heb ik hem geïnterviewd. De vragen die ik heb gesteld zijn cursief gedrukt. Tijdens het interview heb ik leerling 2 geobserveerd. De observaties zijn weergegeven in grijze kleur en onderlijnd.

Vraag 1

“Ja, ga je gang.”

De leerling leest eerst de vraag en daarna de tekst.

“Ja, ik denk sowieso dat ze lange tijd kunnen blijven omdat ze, het zijn sowieso kleine beestjes die zichzelf heel stevig vastmaken op de larve zelf. En dus ja, er staat dus dat ze zich heel stevig vastmaken en eitjes leggen op de, ja wat stond er ook al weer, ja ze hechten zich vast aan de larven en ze leggen tegelijkertijd heel veel eitjes. En omdat ze zo klein zijn kunnen zichzelf heel makkelijk verspreiden en ook met veel tegelijk. Want ik neem aan dat ze ook veel eitjes tegelijk leggen.”

De leerling leest weer de tekst.

“Ben je tevreden hiermee zo?”

“Ja”

“Dus je ene verklaring is dat ze heel klein zijn.”

“Ja, en ze hechten zich heel goed vast. En ze leggen de eitjes in de broedcellen dus de bij kan er zelf niet bij.”

“Dus de bij kan er zelf eigenlijk niks tegen doen. Dan heb je er inderdaad twee.”

Vraag 2

De leerling leest eerst de vraag en daarna de tekst. De leerling bestudeert de figuur goed.

“Ik denk dat het ermee heeft te maken dat, omdat ze steeds ouder worden, neem ik aan dat de weerstand van ouderen steeds afneemt waardoor, de huid wordt steeds zwakker bijvoorbeeld. Dan neem ik aan dat de cellen van oudere mensen, ja sowieso verzwakken en dat het DNA niet genoeg kan herstellen om weer een gezonde cel te maken want er staat een cel met schade en als het herstel onvoldoende is krijg je een cel met schade.”

“Dus je bedoelt dat als mensen ouder worden ze niet voldoende in staat zijn om te herstellen?”

“Ja, eigenlijk wel ja. En dat het endogene invloed is omdat het van binnenuit is. Ik neem aan dat het niet exogeen is, zoals bijvoorbeeld voeding. De meeste oude mensen eten wel gezond. Dat was hem wel eigenlijk.”

Vraag 3

De leerling leest eerst de vraag en daarna de tekst.

“Bepaalde planten kunnen alleen in ondiepe gedeeltes van de meren groeien. Ik denk sowieso dat hoe dieper je gaat hoe minder zonlicht er is en dat is sowieso erg van invloed op de groei. Dat is sowieso één. En als tweede denk ik, ook staat hier dat bodemsamenstelling belangrijk is voor goede groei van de plant dus ik denk dat waar het niet zo diep is, dat dode planten zich daar beter kunnen ophopen. Als je bijvoorbeeld op twintig of dertig meter diepte zit, ik denk dat je dan vooral zand vind of aarde die niet goed is. Die bodem is dus minder geschikt voor de plant om te groeien. Dus dat is de tweede.”

Interview

“Dan waren dat dus de examenvragen. Ik zal de antwoorden nog wel naar je doorsturen, dan kun je kijken hoe je het gedaan hebt. Het zijn ook allemaal vragen uit oude examens. Dan heb ik nog een paar algemene vragen over hoe je een vraag beantwoord. Welke strategie je gebruikt. En ik heb nog een paar vragen over de examenvragen die je net hebt beantwoord. Ja, ik ben eigenlijk wel benieuwd wat jij als eerste doet als je een vraag moet beantwoorden.”

“Ik probeer als eerste zo goed mogelijk te lezen want, soms vergeet ik dat wel eens en dan kijk ik naar de vraag en dan denk ik waar gaat het over. Als ik dan ga lezen wordt het veel duidelijker. Verder ik probeer het zoveel mogelijk toe te passen aan wat ik ken en aan wat ik heb geleerd. Soms probeer ik ook gewoon een beetje inzicht te gebruiken. Ja, ik probeer zoveel mogelijk toe te passen wat ik heb geleerd maar soms moet ik ook gewoon nadenken wat het meest logisch lijkt.”

“Maar je gaat dus als eerste kijken wat je weet?”

“Ja, en welke antwoorden krijg ik uit de tekst.”

“Ik ben ook wel benieuwd, in twee van de vragen zitten figuren. Hoe belangrijk zijn die figuren voor jou?”

“Bij vraag twee was het wel een beetje een ondersteuning. Het wordt gewoon duidelijker. Bij vraag drie heb ik vooral de tekst gebruikt. Het plaatje stond er meer een beetje bij.”

“Ik heb je nu vooral vragen gegeven waarbij je een argumentatie moet geven? Wat vind je van zulke vragen als je ze vergelijkt met meerkeuzevragen?”

“Dit heb ik soms wel liever dan een a, b, c vraag. Want bij een a, b, c vraag kan het zijn dat je helemaal fout denkt. En bij deze vragen kun je alles opschrijven. Ik ben juist zo iemand er echt van houdt om alles vol te schrijven.”

“Heb je een bepaalde aanpak om vragen te beantwoorden?”

“Het ligt aan de vraag. Als voor mij het antwoord duidelijk is, bijvoorbeeld die vraag over de varroamijt, dan lees ik gewoon de tekst en dan bedenk ik een verklaring. Er is dus niet echt een aanpak, maar gewoon op de beste manier het antwoord zoeken en uitleg geven.”

“Oké, dan ten slotte, welke vraag vond je het meest lastig van deze drie en waarom?”

“Ik denk echt vraag twee, want daar heb ik echt zelf een verklaring bedacht. Ik kon uit de tekst niet zoveel halen dus ik heb echt zelf een antwoord bedacht.”

“Dus je vond dat bij vraag een en drie de antwoorden meer in de tekst stonden dan bij vraag twee?”

“Ja”

“Oké, bedankt voor je medewerking.”

Leerling 3

Op 20 december 2017 heb ik leerling 3 gevraagd drie examenvragen te beantwoorden terwijl hij hardop dacht. Daarna heb ik hem geïnterviewd. De vragen die ik heb gesteld zijn cursief gedrukt. Tijdens het interview heb ik leerling 3 geobserveerd. De observaties zijn weergegeven in grijze kleur en onderlijnd.

Vraag 1

De leerling leest eerst de vraag en daarna de tekst.

“Oké, ik heb het even doorgelezen. En dan lees ik nu de vraag. Dan lees ik nu even opnieuw het stukje. Eén antwoord is, doordat hij eitjes ligt op bijenlarven en in de bijenkorf zitten waarschijnlijk heel veel larven. Dat is sowieso één antwoord.”

“En ze zuigen dus lichaamsvloeistoffen op van volwassen bijen en die zitten natuurlijk ook allemaal in die korf.”

“Dus mijn twee antwoorden zouden dan zijn: in de bijenkorf zijn veel larven aanwezig waar de mijt eitjes oplegt en ik de bijenkorf zijn ook veel volwassen honingbijen aanwezig waar hij ook lichaamsvloeistoffen uit zuigt. Dat zijn mijn twee antwoorden.”

Vraag 2

De leerling leest eerst de vraag en daarna de tekst. De leerling bekijkt de figuur goed.

“Oké, ik kijk eerst wat endogene en exogene invloeden zijn. Dat haal ik uit de tekst. Endogene, zijn dus tijdens de celdeling en alle celprocessen en exogeen is bijvoorbeeld voeding.”

“Oké, dus naarmate de weefsels ouder worden komen er meer mutaties. Dus, hoe meer mutaties, lijkt mij, hoe moeilijker het wordt om alles te repareren waardoor er dus meer cellen uiteindelijk door zullen gaan.”

“Dus mijn antwoord zou zijn: naarmate mensen ouder worden komen er meer mutaties voor in het DNA waardoor het moeilijker om al die schade te repareren waardoor dus meer cellen dood cellen gaan. Dat is dus vraag 2”.

Vraag 3

De leerling leest eerst de vraag en daarna de tekst. De leerling bekijkt de figuur goed.

“Dan kijk ik nu even naar het plaatjes. Ik zie dat de plant in de warme seizoenen het meest groeit dus dan weet je dat de plant warmte nodig heeft om te groeien en in ondiep water is de temperatuur hoger dan in diep water. Dat is één antwoord.”

“In de winter sterven alle bovengrondse delen van de plant af, dus het zou kunnen dat er dan minder afsterft. Eens kijken of het wat met de tubers te maken heeft”.

“In ieder geval is één antwoord dus dat de temperatuur hoger is in ondiep water. Daar ben ik el zeker van”.

De leerling leest weer de tekst.

“Ik probeer nu even te kijken of er iets met de voortplantingsmogelijkheden is. Even kijken of het met de groei of de bodemsamenstelling te maken heeft. Ja, misschien dat in ondiepe plassen de bodemsamenstelling gunstiger is dan in diepe plekken. Of dat daar meer voedsel te vinden is. Dus het tweede antwoord is: de bodemsamenstelling is gunstiger in ondiepe gebieden.”

Interview

“Ik heb nu nog een paar vragen in het algemeen over hoe je met vragen om gaat en ook nog een paar vragen over de examenvragen die je zojuist hebt beantwoord. Ik ben als eerste wel benieuwd wat je als eerste doet als je een vraag moet beantwoorden.”

“Dan kijk ik eerst naar de titel, daarna naar de vraag en dan de tekst lezen en dan specifiek op zoek gaan naar het stukje tekst dat je nodig hebt voor de vraag. En de afbeelding bekijken.”

“Heb je een bepaalde aanpak hoe je een vraag beantwoord?”

“Ik gebruik de tekst wel veel. Ik zoek altijd best wel lang in de tekst naar antwoorden. Maar ik heb niet echt een bepaald protocol. Dat hangt er ook vanaf hoe de vraag in elkaar zit.”

“Wat vond je de meeste lastige vraag van deze drie en waarom?”

“Ik vond de tweede vraag wel lastig. Meer omdat ik het plaatje en de tekst wel snap maar om dan uiteindelijk het verband te leggen tussen DNA schade en ouderdom, dat vond ik erg lastig. Zeker omdat ik wel die DNA schade snap, ik snap het plaatje, ik snap het proces. Maar omdat je dan ook de veroudering er bij moet betrekken dat is wel echt moeilijk. In de tekst stond verder ook niet veel over veroudering zelf. Dus dan moet je zelf nog meer gaan denken zeg maar.”

“Wat vind je van open vragen in vergelijking met meerkeuzevragen?”

“Ik vind de ‘leg uit’ vragen soms wel lastig om goed op papier te krijgen. In mijn hoofd snap ik het wel, maar om het duidelijk op papier te krijgen is nog wel lastiger.”

“Wat doe je om ervoor te zorgen dat je een goed antwoord formuleert op zo’n vraag? Heb je daar een bepaalde manier voor?”

“Ja, ik schrijf heel veel op. Anderen hebben soms een heel klein stukje tekst, maar ik schrijf heel veel op. Dan ben ik er gewoon van verzekerd dat het goede antwoord erbij zit.”

“Wat vind je ervan als je veel tekst moet lezen voor een vraag?”

“Het verspeelt wel tijd. Dus ik vind het altijd wel fijn als meerdere vragen over een stuk tekst gaan. Maar ik vind het niet lastig om een stuk te lezen.”

“Bedankt voor je medewerking!”

Leerling 4

Op 11 januari 2018 heb ik leerling 4 gevraagd drie examenvragen te beantwoorden terwijl hij hardop dacht. Daarna heb ik hem geïnterviewd. De vragen die ik heb gesteld zijn cursief gedrukt. Tijdens het interview heb ik leerling 4 geobserveerd. De observaties zijn weergegeven in grijze kleur en onderlijnd.

Vraag 1

De leerling leest eerst de vraag en daarna de tekst.

“Oké, dan mag je beginnen.”

“Ik kijk eerst wat de vraag is. Dan kan ik me meer focussen op de tekst. Dan lees ik de tekst.”

“Hier gaat het gelijk over de varroamijt, dat lijkt me wel belangrijk dus hier lees ik stuk langzamer eigenlijk.”

“Hier gaat het over gewasbestrijdingsmiddelen, dat is iets compleet anders. Dus daar lees ik overheen.”

“Hier zeggen ze iets over de eitjes dat lijkt me ook belangrijk.”

“En dan terug naar de vraag. Dus de mijt die gaat zelf vast aan de larven in de broedcellen dit koppel ik aan mijn kennis dat de bijen ook eten geven aan de larven. De mijten kunnen dus lang blijven omdat er voldoende eten aanwezig is. Ze vermeerderen zich snel omdat...”

De leerling leest weer de tekst.

“Ik kijk nog even naar de tekst of daar iets in staat. Ze vermeederen zich snel omdat de larven kunnen blijven bestaan terwijl de mijt aan hen vast hecht.”

Vraag 2

De leerling leest eerst de vraag en herhaalt deze kort voor zichzelf. Daarna leest hij de titel en kijkt hij naar de figuur. Vervolgens leest hij de tekst.

“Eerst de vraag lezen. Het gaat over DNA schade en veroudering. Ik kijk eerst naar de titel. En ook natuurlijk naar het plaatje.”

“Endogene en exogene, die woorden ken ik zelf niet maar ik neem aan dat het van binnen en van buiten betekend.”

“Apoptose dat betekent dat we zo rustig is of achterblijft. Dus als je ouder wordt neemt het aantal mutaties toe. DNA schade kan er dus voor zorgen dat een cel in rustende toestand komt. Waardoor er dus meerdere disfunctionele cellen zijn.”

“Oké, hier wordt dus ook nog iets anders gegeven dat als de cellen ouder zijn dat dan het aantal mutaties gewoon toeneemt.”

“Oké, ik loop nu een beetje vast want hier wordt gevraagd wat DNA schade en veroudering... Oké wacht een verband...”

De leerling leest weer de tekst.

“Oké, nu denk ik eigenlijk dat celprocessen als je ouder wordt over het algemeen slechter worden waardoor het aantal mutaties toeneemt. Want dat is eigenlijk alleen wat echt veranderd als je ouder wordt. Dus als antwoord... Ehm...”

“Ik denk dat veroudering ervoor zorgt dat celprocessen dus sneller falen waardoor er meer cellen met DNA schade komen waar DNA herstellen onvoldoende gebeurd waardoor er meer disfunctionele cellen komen die rustend achter blijven. Ik kijk nog even de vraag naar om te kijken of dit het juiste antwoord is. Veroudering leidt tot meer DNA schade waardoor er uiteindelijk meer disfunctionele cellen zijn.”

“Denk je dat dit een antwoord is op de vraag?”

“Ja, want het legt een verband tussen DNA schade en veroudering.”

“Oké, misschien is het toch iets anders Eigenlijk zou ik in een toets doorgaan naar een andere vraag.”

“Neem rustig de tijd.”

“Nee, ja het is dus... Een toename van mutaties in het DNA door veroudering leidt tot DNA schade. Dat is dus een verband tussen veroudering en DNA schade.”

Vraag 3

De leerling leest eerst de vraag en daarna de tekst.

“Ik lees eerst de vraag zelf.”

“Het gaat hier dus om een dier en een plant.”

“Ik heb nog niet echt een reden gezien waarom ondiepe meren en plassen belangrijk zijn.”

“Hij kan dus ongeslachtelijk voortplanten door uitlopers te maken. Even kijken of dat belangrijk is.”

“Dus er worden helemaal geen exemplaren in het diepe gevonden. Ik dacht eerst misschien is het handiger om in het ondiepe gedeelte te groeien omdat hij dan bijvoorbeeld ongeslachtelijke kan voortplanten, maar dat is blijkbaar niet zo. Het is alleen maar in ondiep water.”

“Ik kijk even terug op de Zwaan er misschien iets mee te maken heeft.”

“Ja, ik denk dat het misschien wel iets te maken heeft met fotosynthese dat er in het diepere water minder licht is maar daarover wordt niets in de tekst gezegd.”

De leerling leest weer de tekst.

“Omdat ik niet iets uit de tekst kan halen ga ik terug naar mijn eigen kennis en ik denk dat er in het diepe gedeelte niet genoeg licht is om te groeien. Dat is de eerste verklaring.”

“Voor de tweede ga ik een gokje wagen.”

“Ehm... Ik denk dat... Hier wat gezegd dat de temperatuur invloed heeft op de tuber productie en het diepe water is kouder dan het ondiepe water. Dus ik denk dat het diepe water te koud is omdat daar te weinig tubers wordt gemaakt en daardoor is het niet mogelijk dat de planten in het diepe water groeien.”

“Oké, dan heb je er twee.”

Interview

“Oké dankjewel. Dan heb ik ook nog een paar vragen over de manier waarop je vragen beantwoord. Wat doe je als je een vraag moet beantwoorden?”

“Als eerste lees ik de vraag dan lees ik de informatie die er bij staat en ik ga terug naar de kennis die hierover heb. Wat ik geleerd heb bijvoorbeeld. Ik kijk ook of het bij de leerstof past. En dan probeer ik tot een antwoord te komen.”

“Oké duidelijk. Bij alle vragen stond een figuur. Wat doe je met een figuur en heeft je dat nu ook nieuwe informatie opgeleverd?”

“Bij vraag 2 wel. Een plaatje gebruik ik eigenlijk vooral voor de context. Tenzij er heel veel informatie in het plaatje staat. Bij vraag 2 staat bijvoorbeeld een heel duidelijk schema aangegeven dus dat heb ik wel gebruikt. Het hangt dus heel erg van het plaatje af.”

“Wat vond je van deze drie vragen de lastigste vraag. En hoe ben je daarmee omgegaan?”

“Vraag 3. Wat daar kon ik het antwoord niet uit de tekst halen. En dat is erg lastig. Want ik neem dan aan dat ik dan wat mis of dat ik niet goed heb gelezen.”

“Hoe heb je dat opgelost?”

“Vooral door naar mijn eigen kennis te kijken. En verder heb ik nog een gokje gewaagd.”

“Oké, dat waren de vragen. Bedankt voor je deelname aan het onderzoek.”

Bijlage 5: Interview docent

“Leer je leerlingen een bepaalde denkstrategie aan? Zo ja, zou je die willen beschrijven?”

“Wat bedoel je precies met denkstrategie?”

“Nou de stappen die je neemt om tot een antwoord te komen. Bijvoorbeeld de vraag goed lezen, of de vraag koppelen aan je voorkennis. Dus echt stappen die je zet tot het goede antwoord te komen.”

“Als ik samen met hen een opdracht maak, dan lezen we eerst de vraag samen. Als er een begrip langskomt dan kijken we wat dat betekent, dus dat de begrippen nog een keer uitgelegd worden. Koppelen aan de voorkennis. Wat weet je daar nou eigenlijk over? Wat hoort er allemaal bij? Ik laat ze dingen in de tekst aanstrepen en alvast cruciale informatie opschrijven.”

“Besteed je in de les aandacht aan de manier waarop leerlingen (examen)vragen oplossen?”

“Misschien minder dan zou moeten. Ik bespreek natuurlijk wel toetsen na en dan doe ik dit wel. Maar niet bij alle vragen. Ik geef ze dan inzage in mijn hoofd. Wat doe ik dan en hoe kom ik tot het antwoord. Dat wil ik ze laten zien. Wat ik ook vaak doe is dat ik zeg tegen de leerlingen je kunt de toets nu inzien maar je moet ook een vraag voorbereiden die je zo moet presenteren voor de klas. Bijvoorbeeld jullie krijgen vraag 1 en 2 en jullie vraag 3 en 4. En dan moeten ze na een kwartier naar voren komen en uitleggen. En dan zie je vaak dat ze niet goed weten waar ze moeten beginnen. Dan zeggen ze bijvoorbeeld het antwoord is D. Ik zeg dan vaak geef even een context. Waar gaat het over? Dan neem ik ze dus bij het handje. Je ziet vaak dat de eerste presentaties niet zo goed gaan, maar de laatste gaan al beter.”

“Welke denkstrategieën zie je bij leerlingen?”

“Je zegt telkens denkstrategie. Wat bedoel je precies met een strategie? Ik denk is er dan een lijstje waar ik uit kan kiezen?”

“Een denkstrategie moet je vooral zien als stappen die je zet. Bijvoorbeeld naar de vraag kijken. De tekst goed lezen. De figuren bekijken. Het gaat dus vooral om de stappen die je zet.”

“Ik denk dat ze te weinig stappen zetten. Ze willen snel naar het antwoord toe en die is er nou niet eenmaal altijd direct. Een voorbeeld: ik heb met havo 5 de toets besproken en dan was de vraag hoe glucose wordt opgeslagen in de lever en hoe glucose wordt opgeslagen in de spiercellen. En dan konden ze kiezen uit glucose en glycogeen. En dan vroegen ze wat is glycogeen eigenlijk. Daar hadden ze nog helemaal niet over nagedacht. Waarom is glycogeen eigenlijk nodig?”

“Dus die stap van de begrippen verduidelijken die zetten veel leerlingen dus niet?”

“Ja”

“En de stap van het oriënteren hoe schat je dat in? Doen veel leerlingen dat?”

“Ze lezen de vraag vrij grondig, maar je hoort vaak bij biologie dat ze niet weten waar het antwoord dan over moet gaan. Ze hebben in hun hoofd allemaal kasten, een kast met hoofdstuk 1, een kast met hoofdstuk 2, een kast met hoofdstuk 3 en dan weten ze niets welke kast ze moeten hebben.”

Bijvoorbeeld in havo 4 wordt er een vraag gesteld over welk deel van de onderzoekscyclus gaat het hier? En dan noemen ze menstruatiecyclus.”

Denk je dat er een relatie is tussen de denkstrategieën van leerlingen, of het ontbreken daarvan, en hun cijfers?

“Ik vraag me wel af of het ontbreken van een denkstrategie daar de oorzaak van is. Je kunt een fantastische denkstrategie hebben, dat je bijvoorbeeld gaat kijken voor alle begrippen die je niet kent wat het is. Maar als je niet weet wat die begrippen zijn dan kom je er niet uit, ook al heb je zo'n goede strategie. Ik denk dat die begrippen er gewoon niet goed in zitten en daarom lijkt het dat ze geen denkstrategie hebben. Die hebben ze misschien best, dat weet ik niet. Maar doordat ze bepaalde begrippen niet weten scoren ze dus minder goed.”

“Als de voorkennis van de leerlingen op orde is, maakt het dan uit of ze een denkstrategie gebruiken of niet?”

“Nee, ik denk het niet. Het hangt van de persoon af. Het schijnt dat creatieve geesten het meest creatief zijn in een rommelige kamer. Juist een stukje creativiteit is denk ik ook handig bij het oplossen van de vraag. Maar voor sommige leerlingen kan het heel erg handig zijn. Zeker als ze onzeker zijn, dan kan het houvast geven als je weet: je gaat eerst dit doen en dan dat.”