

# Leerlingideeën over evolutie

Peter Voogt

*Question: If this little (fairskinned) girl grew up in Africa what would you predict would happen to the color of her skin?*

*Student: She'd get sunburnt, then tanned.*

*Question: If she then married someone of her own race and they lived in Africa and had children born in Africa, what would you predict their children's skin would like at birth?*

*Student: (Pause). The kids could be slightly darker at birth.*

*Zo begint een artikel van Margaret Brumby uit 1984. Welke docent heeft niet dezelfde ervaringen met antwoorden van leerlingen, nadat het onderwerp evolutie is behandeld?*

*In een paar artikelen zal Peter Voogt bespreken wat voor ideeën leerlingen hebben over dit onderwerp, wat volgens de literatuur de oorzaak is of zou kunnen zijn, en welke strategieën, opvattingen en onderwijsbenaderingen volgens onderzoekers bruikbaar zijn om deze ideeën te voorkomen of te veranderen.*

## Evolutie en genetica als centrale concepten

Evolutie en genetica zijn onderwerpen die al jaren geleden de school zijn binnen gekomen. Na de onderwijsvernieuwinggolven uit de jaren zestig (denk aan het *Nuffield* project in Groot-Brittannië en aan het BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) project in de Verenigde Staten) zijn deze onderwerpen - zeker internationaal gezien - beschouwd als centrale concepten in de biologie. Geleidelijk zijn deze onderwerpen ook opgenomen in de schriftelijke eindexamens. In ons land geldt dat ook voor genetica, maar nog niet voor evolutie. De meeste docenten zullen overtuigd zijn van de waarde van deze concepten om hun bruikbaarheid als ordenend principe in de natuur (unifying principle) en vanwege de mogelijkheden die ze bieden tot het geven van causale verklaringen en het leggen van verbanden. Veel docenten zijn van mening dat het onderwerp evolutie bovendien uiterst geschikt is om daaraan het synthetisch denken (wat zij beschouwen als typisch voor de biologie) te laten zien.

### Examenresultaten

Het zal dan ook zeker niet aan de inzet van de docenten liggen dat de resultaten van het onderwijs in erfelijkheid en evolutie vaak wat teleurstellend zijn. Zo bleek de score van leerlingen bij deductieve vraagstukken over genetica lager te zijn dan hun gemiddelde prestatie. Het lijkt niet te gewaagd om te veronderstellen dat dit ook geldt voor vraagstukken over evolutie. Ook in de propedeuse van de biologiestudie aan de Universiteit Utrecht leveren de onderdelen genetica en met name evolutie veel studenten moeilijkheden (en onvoldoenden!). Erfelijkheid en evolutie worden door zowel le-

raren als leerlingen moeilijk gevonden (Kelly en Monger, 1974). In een onderzoek naar als moeilijk ervaren onderwerpen uit de schoolbiologie (Johnstone en Mahmoud, 1980) plaatsten leerlingen uit een reeks van 15 onderwerpen, genetica en evolutie op respectievelijk de derde en de vierde plaats, terwijl de leraren dezelfde onderwerpen plaatsten op respectievelijk de vijfde en de vierde plaats.

### Evolutie voor zestien jaar en ouder?

Shayer (1974) was op grond van de ideeën van Piaget van mening dat leerlingen beneden 16 jaar nog niet toe zijn aan een onderwerp als evolutie en vond dan ook dat dit onderwerp zou moeten worden geschrapt uit de *Nuffield* leerplan voor klas V.

Deadman en Kelly (1978) waren het met deze conclusie niet eens, maar stelden "we should accept the challenge of finding suitable methods of presenting these topics to the under-16s".

In dat kader stellen zij dat het onjuist is om eerst de inhoud van het lesmateriaal en de onderwijsstrategie vast te stellen om die vervolgens op de leerlingen los te laten. In plaats van deze C → L (curriculum → leerling) strategie pleiten zij voor een L → C benadering. Je moet bij de leerling beginnen, nagaan wat hij weet, wat hij begrijpt om dan in een geleidelijk proces, waarbij materiaalontwikkeling, onderzoek en onderwijzen hand in hand gaan, samen met de leerlingen manieren te zoeken om hun inzicht te bevorderen.

Deze nadruk op de voorkennis van leerlingen is versterkt door de opkomst van het constructivisme. Hierbij wordt leren immers gezien als een actief proces waarbij een lerende nieuwe er-

Peter Voogt is hoogleraar didactiek van de biologie aan de Rijksuniversiteit te Utrecht.

## Kader 1

Taken behorend bij een Canadees onderzoek.

Taak 1: Getoond wordt een plaatje met twee vrouwelijke honden en een mannelijke hond waarbij wordt verteld dat deze dieren helaas bij het oversteken van een straat zijn aangereden.

Dan volgen vragen.

- 1 Denk je in dat een van de vrouwelijke honden bij die aanrijding haar poot brak en dat ze na genezing mank liep. Zullen de puppies van deze hond dan met een lamme poot worden geboren?
- 2 Stel nu eens dat de andere vrouwelijke hond en de mannelijke hond beide hun staart bij het ongeluk zouden verliezen en dat deze honden samen later een puppy zouden krijgen. Wat zou dan de lengte van de staart van dit hondje zijn?
- 3 Als van twee honden (een mannetje en een vrouwtje) één maand na hun geboorte de staarten werden "afgehakt" door een dierenarts, zou dat dan gevolgen hebben voor hun jongen?
- 4 Als de staarten van alle honden in Vancouver door hun bazen zouden worden afgehakt, hoe zouden dan de jongen van deze honden er uit zien?

Taak 2 heeft betrekking op een boom, waarbij de schors, takken of bladeren worden verwond.

Er volgen drie vragen.

- 1 Zal een litteken in de schors worden overgedragen op een zaailing van deze boom?
- 2 Zullen littekens die ontstaan zijn door het wegsnoeien van tien van de twintig takken, te zien zijn in de zaailingen?
- 3 Wat zal het effect op de zaailingen zijn als van een boom op zeer jonge leeftijd alle bladeren door midden worden gesneden?

Taak 3 begint met een plaatje van een treinongeluk en een autobotsing. Dan worden de volgende vragen gesteld.

- 1 Als een man bij dit treinongeluk één van zijn vingers verliest en hij krijgt later een kind, hoeveel vingers zal dat kind dan hebben?
- 2 Als een man en zijn vrouw bij datzelfde ongeluk allebei hun duim kwijt raken en ze krijgen later een kind, welke gevolgen heeft dat ongeluk dan voor dat kind?
- 3 Een ander echtpaar werd bij een auto-ongeluk blind. Heeft dat gevolgen voor een kind van hen dat later wordt geboren?
- 4 Veronderstel dat een jongetje en een meisje, toen ze nog babies waren, hun vingers verloren. Als zij volwassen worden, met elkaar trouwen en een baby krijgen, heeft dat dan gevolgen voor die baby?

varingen inbouwt in de reeds aanwezige voorkennis die is opgedaan door incidenteel leren. Deze opvatting over leren heeft een stroom van onderzoekingen op gang gebracht naar het voorkomen en de aard van zogenaamde preconcepten bij leerlingen. Vooral op het gebied van de natuurkunde zijn veel publikaties verschenen over leerlingideeën. Dit geldt in veel mindere mate voor de biologie. Echter wát binnen de biologie hierover is geschreven heeft voor het overgrote deel betrekking op genetica en evolutie.

### Onderzoek in Canada

Laten we hiervoor eens kijken naar een in Vancouver, Canada, uitgevoerd onderzoek (Kargbo et al., 1980) onder 32 leerlingen van 6-13 jaar (steeds vier leerlingen uit elk van de klassen 1 t/m 8). Elke leerling kreeg na een interview van dertig minuten, vijf taken uit te voeren,

waarvan er in dit kader drie van belang zijn (kader 1).

Natuurlijk gaat het in deze taken over de vraag of verworven eigenschappen overerfbaar zijn. De onderzoekers hebben hierbij een aantal variabelen gehanteerd:

- de reeks plant, dier, mens
- één ouder of beide ouders
- recent of op zeer jeugdige leeftijd verworven eigenschap. Leerlingen moeten dus voorspellingen doen in steeds complexere situaties.

### Resultaten

De scores van de leerlingen zijn geordend volgens de hiervoor gegeven variabelen en zijn samengevat in tabel 1.

Hierin valt op dat een groot aantal leerlingen gelooft dat verworven eigenschappen overerfbaar zijn. Die mening is echter sterk afhankelijk van de aard van het organisme: leerlingen achten dat voor planten kennelijk minder waarschijnlijk.

Merkwaardig is het verschil in antwoord tussen de gebroken poot van de hond en het verlies van een vinger door de man. Mogelijk is er voor het laatste geval sprake van een soort ervaringswet.

Verder is duidelijk dat er een toename is van de score als de eigenschap in beide ouders aanwezig is, waarbij het kennelijk een verschil maakt of er sprake is van het verlies van een duim 12(1) of het verlies van gezichtsvermogen 14(1). Die toename zet door als de eigenschap op zeer jeugdige leeftijd is verkregen. Met betrekking tot dier en mens gelooft (meer dan) de helft van de leerlingen dat de eigenschap in de nakomelingen is terug te vinden.

### Argumenten van leerlingen

Via interviews konden soms de argumenten voor de mening van een leerling worden achterhaald. Met betrekking tot de vraag naar het effect van het verlies van een duim op zeer jeugdige leeftijd zegt een meisje van bijna dertien jaar: "Het zit in het tijdsverschil. Als een jongen het (de verwonding) veel eerder had dan een andere dan zouden de vingers van de zoon of dochter van de eerste jongen korter zijn dan die van de kinderen van de tweede jongen". Een jongen van 12½ jaar zegt: "De jongen en het meisje zijn nog niet volwassen. Omdat ze nog jong zijn zal het (de verwonding) hun 'growing cycle' beïnvloeden". Hoe complex redeneringen soms zijn wordt geïllustreerd met het fragment uit een interview met een jongen van bijna veertien jaar (kader 2).

Deze jongen betreft niet alleen de invloed van de tijd, maar ook de ontwikkeling van de hersenen, in zijn voorspelling van het effect.

Kargbo c.s. concluderen dat leerlingen op deze leeftijd al verklaringmodellen hebben waarmee zij situaties die ze kennen naar hun tevredenheid kunnen verklaren. Zij vrezen ook dat als later onderwijs gegeven wordt (bijvoorbeeld over fruitvliegjes) de nieuwe kennis gewoon naast de reeds bestaande "alternative frameworks" wordt opgeslagen en dat de leerlingen in probleemsituaties die niet sterk op de schoolcontext lijken, weer zullen terugvallen op hun oude verklaringmodellen. Docenten zouden daarom weet moeten hebben van deze leerlingdenkbeelden en daar in hun onderwijs bewust op moeten aansluiten.

**Onderzoek elders**

Dit onderzoek is uitvoerig beschreven en de vraag dringt zich op: staat dit Canadese onderzoek op zichzelf of zijn de uitkomsten vergelijkbaar met elders behaalde?

Deadman en Kelly (1980) interviewden in Engeland 52 jongens van 11-14 jaar, (steeds 13 uit ieder van de eerste vier klassen van het secundair onderwijs) over het onderwerp evolutie vóórdat hierin onderwijs was gegeven. In de antwoorden van de jongens onderscheidden zij zeven categorieën, waarvan we er drie iets nader zullen bezien:

*Verklaringen van leerlingen*

Leerlingen vonden de vraag "waarom vindt evolutie plaats?" belangrijk, maar hun antwoorden waren veelal vaag. Steeds werd verwezen naar omgevingsfactoren maar hun verklaringen neigden of naar *naturalisme* of naar *environmentalisme*. In het eerste geval werden verandering in de bouw van dieren geassocieerd met veranderende "behoeften", "wensen" of een niet nader aangeduide inwendige kracht in de dieren die hielp hen "beter" te maken. In het tweede geval werd naar specifieke fysische veranderingen in het milieu verwezen bijvoorbeeld naar ijstijden.

De vraag "Hoe veranderen organismen?" werd meestal beantwoord met dezelfde soort verklaringen als voor "waarom evolutie optreedt". Zelden was er sprake van een algemeen principe. Sommige verklaringen waren *fenomenistisch* (het gebeurde gewoon), andere *naturalistisch* (het gebeurde omdat het nodig was), weer andere *materialistisch* en gewoonlijk *Lamarckistisch* (herhaald gebruik leidde tot verandering). Opmerkelijk is dat jongens die begonnen aan een materialistische verklaring

**Kader 2**

*Fragment van een interieur.*

Experimenter: Will the removal of those branches affect the seedling of this tree?  
 Subject: No, I don't think so.  
 Experimenter: Why do say it won't?  
 Subject: It is with the seeds. When the seed falls, it starts its own life by itself. It starts building the tree. It makes its own branches. It does not, like a human, leave back traces from maybe the parents. I don't think a tree will.  
 Experimenter: If in this car accident a man lost his finger/toe, will this affect his child?  
 Subject: No.  
 Experimenter: Why not?  
 Subject: Well, it does not affect the child because the father is already mature. So when he goes to have children his brain would sense that he had a toe before. So I would guess it would not affect the child.  
 Experimenter: What about if the accident happened when this man was still a very small boy?  
 Subject: Well, I think it would affect the child yes. Because the boy would not be mature yet. He would still be growing up. Because his brain would sense that one toe is missing, just having four. Yeah, I guess so.  
 Experimenter: In the earlier explanations you gave me with regards to young plants, and young dogs, you said it would not affect them, why is it different now?  
 Subject: When I said about the dog, the dog was still small, it would get used to it. But a human is more developed. His own brain would know more about it than an animal whose brain is less developed. And the plant-well-(shakes his head and laughs).

	plant	dier	mens
verwonding van één ouder (schors van boom)	3(2)	14	7 (2)
verwonding van beide ouders		15(1)	12(1) 14(1)
verwonding op zeer jeugdige (jonge) leeftijd	4(2)	17(1)	16(2)

overgingen op een naturalistische verklaring als zij in moeilijkheden kwamen. Ze begonnen dan bijvoorbeeld de evolutionaire veranderingen te verklaren met mutaties of veranderingen in cellen, chromosomen of genen maar gingen stevast over op de "behoeften" van organismen als het aankwam op het verklaren van de richting van de verandering.

*Conclusies*

Dit doet heel erg denken aan wat door Kargbo c.s. werd gevreesd, namelijk dat de schoolkennis los staat van de overige kennis en dat bij on-

**Tabel 1**

*Aantal leerlingen (n = 32) dat zegt dat de verworven 'eigenschap' is terug te vinden in de nakomelingen. Tussen haakjes staat het aantal leerlingen dat zegt het niet te weten.*



bekende situaties wordt teruggevallen op de voorkennis.

Adaptatie werd enerzijds gezien als iets dat plaats vindt in antwoord op een verandering in het milieu, door andere leerlingen werd het in verband gebracht met overleving. Echter in beide betekenissen kwam de *naturalistische* kijk op evolutie om de hoek kijken. Dieren zouden adapteren omdat ze wel *moesten*. Hierbij werd adaptatie gezien als iets dat plaats vindt vanwege een behoefte of als iets dat dieren onbewust doen om te proberen zichzelf te verbeteren. Slechts weinig leerlingen legden verband tussen adaptatie en overleving. Bij hen die dat wel deden verdween ook gelijk het verwijzen naar een behoefte als verklaring voor adaptatie of een evolutionaire verandering.

Selectie werd sterker geassocieerd met uitsterven dan met overleven. De manier waarop hierover werd gesproken hing nauw samen met hun ideeën over adaptatie.

Met betrekking tot erfelijkheid hadden alle jongens een duidelijk idee dat het ging om overdracht van kenmerken van de ene generatie op de volgende. Hun verklaringen hiervoor waren in wezen Lamarckistisch en voor hen acceptabel omdat ze de ervaringen uit het dagelijks leven er mee konden verklaren.

Deadman en Kelly menen dat ze te maken heb-

ben met effecten van incidenteel leren. Leerlingen spreken over uitgestorven dinosauriërs en ijstijden en hebben dit via stripverhalen of media opgepikt. Echter bij verklaringen over bijvoorbeeld adaptatie en met name waar het gaat om *naturalistische* of *Lamarckistische* verklaringen zou wel eens sprake kunnen zijn van intuïtieve biologie. Deze schrijvers achten het dus ook mogelijk dat er voor een aantal biologische kernbegrippen, een intuïtieve vorm of tegenhanger in de hoofden van leerlingen aanwezig is. Sommige van deze concepten zouden wel eens langdurig en dominant aanwezig kunnen blijven in het denken van kinderen en kunnen interfereren met de opname van de op school geleerde biologische concepten.

**Het begrip adaptatie**

Uit de studie van Deadman en Kelly kwam adaptatie naar voren als een kernbegrip. Het hanteren van het concept natuurlijke selectie hing namelijk sterk af van de mate waarin het begrip adaptatie werd beheerst. Engel Clough en Wood-Robinson (1985) proberen door onderzoek algemene opvattingen over biologische adaptatie, zoals die leven bij leerlingen van verschillende leeftijden, op te sporen. Zij onderzochten daartoe 84 leerlingen van 12-16 jaar uit een stad in het noorden van Engeland. De leerlingen kregen twee taken te maken en werden vervolgens 15 minuten geïnterviewd.

De eerste opdracht had betrekking op het voorkomen van licht gekleurde rupsen op een lichte en van donker gekleurde rupsen op een donkere ondergrond. Gevraagd werd dit te verklaren en tevens aan te geven hoe deze verdeling tot stand was gekomen. Tenslotte moesten leerlingen voorspellingen doen over wat zou gebeuren als de lichte bomen donkerder en de donkere bomen lichter zouden worden.

De tweede opdracht had betrekking op de dikke pels van de poolvos, die duidelijk voordelen voor dit dier biedt. De leerlingen moesten nu uitleggen hoe naar hun mening dit oorspronkelijk tot stand was gekomen.

In de antwoorden van de leerlingen konden vijf categorieën worden onderscheiden naast een grote restgroep.

De groepen omvatten antwoorden waarbij:

- 1 de verklaring werd gegeven met behulp van natuurlijke selectie aangrijpend op het niveau van de populatie;
- 2 de dieren bewust fysiek veranderen in antwoord op een verandering in het milieu;
- 3 dieren adapteren als gevolg van een behoefte om te veranderen;
- 4 biologische adaptatie wordt gezien als een natuurlijk proces;

5 de dieren op een veranderde omgeving reageren door een gunstiger omgeving op te zoeken.

In deze categorieën zijn duidelijk overeenkomsten te zien met de categorieën onderscheiden door Deadman en Kelly (1978). Zo komen de bovengenoemde categorieën 2 en 3 overeen met hun naturalistische en categorie 4 met hun fenomenistische verklaringen.

Indeling van de antwoorden naar de vijf categorieën levert het volgende overzicht (tabel 2)

#### Verklaringen van leerlingen

Het valt op dat de helft van de leerlingen geen enkele verklaring kan geven voor het fenomeen van de rupsen. Voor de poolvos is dat 25%. Slechts ongeveer 10% geeft een goed antwoord waarbij natuurlijke selectie het sleutelbegrip is. Typerend voor categorie 2 is het bewust veranderen of anders gezegd de doelgerichte (teleologische) en antropomorfe verklaring.

Zo zegt een meisje (12 jaar):

“When it turned all cold the foxes fought to keep themselves alive and gradually they began to grow thicker coats until they were able to survive properly ... yes, they were sort of determined to stay alive”.

Een andere uitspraak (leerling 14 jaar): “... the caterpillars would be aware that their environment is changing and then they'd try to change the pigment of their skin”.

Of (leerling 16 jaar): “Because at one time species'll be ...dying out so they knew that they'd got to change, and it'll have took a long time, but gradually they started to get darker and darker till eventually they were dark enough to survive like that”. Een voorbeeld van leerling-idee 4 is het volgende “...the caterpillars have adjusted to it over the years...its nature...just naturally”. In het woord adjusted zit mogelijk de connotatie van bewust handelen.

Het zoeken van een gunstige omgeving (leerling-idee 5) komt vooral voor met betrekking tot de rupsen.

Voorbeelden hiervan zijn:

“The butterflies probably laid their eggs on the branches of the dark trees, if they knew that their caterpillars would come out dark.”

“... they'd move on another dark tree...cos they'd find out now that more are being killed off and the ones who are left say “Well, it's growing moss and it's getting a lot paler, so we might as well move”.

Vooraf in het laatste voorbeeld valt de antropomorfe verklaring op.

Leerlingideeën*	Rupsen (n = 84)	Vos (n = 83)
1. Natuurlijke selectie	12%	10%
2. Bewuste fysieke verandering in antwoord op verandering van de omgeving.	8%	16%
3. Adaptatie als antwoord op een behoefte om te veranderen.	—	43%
4. Biologische adaptatie als natuurlijk proces.	11%	7%
5. Dieren zoeken een gunstiger omgeving.	19%	1%
Restgroep	50%	23%

\*Zie tekst voor uitvoeriger omschrijving.

Het meest voorkomende leerlingdenkbeeld –overigens uitsluitend met betrekking tot de poolvos– is het reageren op een behoefte, denkbeeld 3. Een 12-jarige leerling zegt dit als volgt:

“Well, it's just preparing itself to leave its mother and live in the cold itself ... and when it's old enough to leave it needs something to keep it warm, so it grows a thick coat, so it can keep warm while it's out looking for food.”

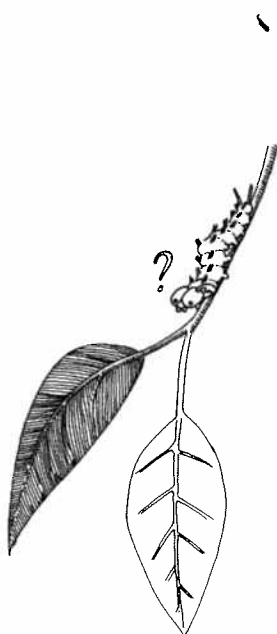
Het uitsluitend en zeer dominant voorkomen van dit leerlingdenkbeeld met betrekking tot de poolvos, terwijl voor de rupsen het “zoeken van een geschikte omgeving” de meest voorkomende categorie is, roept de vraag op naar de algemene geldigheid van deze leerling-ideeën: worden ze mogelijk sterk bepaald door het toevallige voorbeeld en zijn ze dus contextafhankelijk? Waarschijnlijk hebben de meeste leerlingen zich niet gerealiseerd dat beide vragen betrekking hadden op hetzelfde verschijnsel.

#### Effectiever onderwijzen

Hoewel slechts 10% van de leerlingen het wetenschappelijk juiste antwoord geeft, delen deze auteurs de mening van Shayer –dat het onderwerp evolutie beter weggelaten kan worden– niet. Net als Deadman en Kelly menen zij dat er manieren moeten worden gezocht om het onderwerp effectiever te onderwijzen, waarbij zij aantekenen dat studenten het onderwerp mogelijk moeilijker vinden dan veel leraren zich realiseren.

Als de opvatting van Deadman en Kelly juist is dat het concept natuurlijke selectie alleen goed gehanteerd wordt door leerlingen als ze een correct idee hebben over het begrip adaptatie, dan heeft de studie van Clough en Wood Robinson aangetoond dat daar nog heel wat aan schort.

Tabel 2  
Leerlingdenkbeelden over biologische adaptatie.



### Zweeds onderzoek leidt tot dezelfde conclusie

Tot eenzelfde conclusie kwam Halldén (1988) die 27 leerlingen, van ongeveer 17 jaar, uit een Zweedse gymnasiumklas onderzocht. De leerlingen werd gevraagd uit te leggen, welke mechanismen (principes) het ontstaan bepalen van de verschillende levensvormen op aarde. Cruciaal bleek ook hier het concept adaptatie, waarbij in de leerlingenopvattingen vaak sprake was van bewuste actie of een noodzaak om te adapteren. Leerlingen bleken veel moeite te hebben met dit begrip, dat ze hanteerden op het niveau van het individu en op dat van de soort. In ongeveer de helft van de gevallen werden uitspraken gedaan met de strekking dat “the species adapts to the environment” of dieren “have to adapt” en dat “we human beings seem to have trouble adapting”. Halldén schrijft dit toe aan het –ook in het onderwijs– gebruiken van de term adapteren in verschillende betekenissen (bv. licht-donker adaptatie bij de behandeling van het oog). Naar zijn mening vervaagt het begrip daardoor.

#### Verwarrend gebruik van het begrip adaptatie

Adaptatie, natuurlijke selectie en verandering door mutatie werden in één adem genoemd zonder duidelijk onderscheid daartussen. Het concept adaptatie bleek de status van een allesomvattende verklaring te krijgen. Het vervaagen van het verschil tussen individu en soort leidt er al snel toe dat de soort wordt geïndividualiseerd, met daarbij verklaringen die antropomorf van aard zijn.

De uitkomsten van dit onderzoek lijken er op te wijzen dat de leerlingen een soort zien als het totaal van alle individuen die er toe behoren en dat zij adaptatie zien als een proces dat zich gelijktijdig voltrekt in alle individuen van de soort. Als dat zo is, dan is begrijpelijk dat individuele adaptatie hetzelfde gaat betekenen als adaptatie van de soort. Die begrippen worden dan onderling uitwisselbaar.

Halldén staat niet alleen met zijn commentaar op het verwarrend gebruik van de term adaptatie.

Lucas (1971) heeft eveneens de onduidelijkheid in de definitie van het begrip adaptatie gesignaleerd en kritiek geuit op het losse woordgebruik in schoolboeken en examenopgaven. Angseeing (1978) strekt dit laatste uit tot docenten en massamedia. Hij gelooft dat veel van deze niet geheel correcte uitspraken bijdragen aan het ontwikkelen van Lamarckistische ideeën bij leerlingen.

### Kader 3

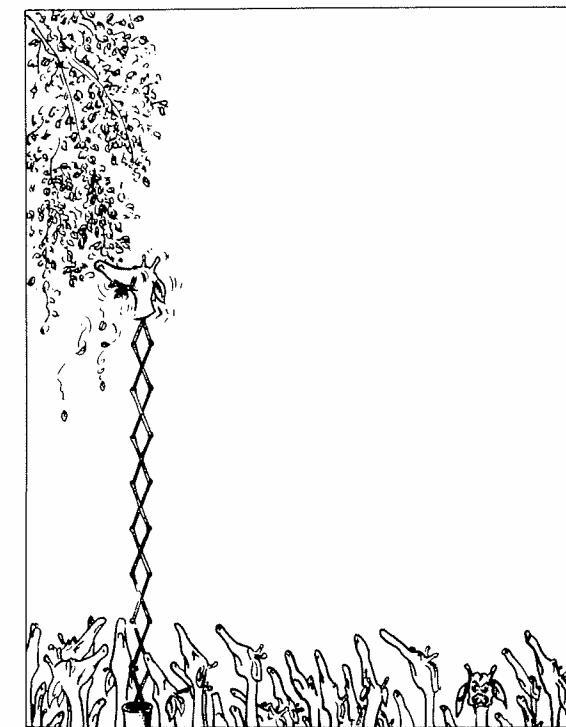
Vragen voor eerstejaars studenten.

- 1 Verklaar waarom aërosol insecticiden nu veel minder effectief zijn dan twintig jaar geleden toen ze werden geïntroduceerd.
- 2 Wetenschappers hebben gewaarschuwd voor het lichtvaardig gebruik van antibiotica bij onschuldige ziekten. Waarom waren zij bezorgd?
- 3 Na de introductie van konijnen in Australië, volgde een explosieve toename van hun aantal. Men introduceerde toen myxomatosis en duizenden konijnen stierven. Jaren later was het aantal weer verontrustend hoog. Het myxomatosis virus was nog aanwezig, maar dit bleek een zeer milde vorm te zijn die alleen een niet-dodelijke ziekte geeft. Stel een hypothese op om deze waarnemingen te verklaren.

### Natuurlijke selectie

Ook Brumby (1979) beklemtoont een zorgvuldig gebruik van begrippen. Zij onderzocht bij 63 eerstejaars studenten in Engeland de mate waarin zij het concept natuurlijke selectie begrepen en de betekenis ervan in de evolutietheorie. Zij legde daartoe de studenten drie problemen voor.

Het zal duidelijk zijn dat de drie opgaven eigenlijk steeds naar hetzelfde vragen. Van de 49 studenten met een ‘A-level’ biologie beantwoordde slechts 18% de vragen goed, terwijl 59% minder dan eenderde van het aantal punten haalde. In deze 59% overheersten Lamarckistische verklaringen (verandering als gevolg



van behoefte). In alle gevallen was er sprake van een adaptatieproces, waardoor de individuen geleidelijk immuun worden voor een verandering in de omgeving. Brumby geeft de voornaamste misvattingen.

- Het idee dat er binnen een populatie individuele variatie voorkomt als gevolg van spontane mutaties blijkt volkomen afwezig. Studenten spreken van een proces van mutatie, waarbij alle mutaties worden veroorzaakt door veranderingen in de omstandigheden.
- Adaptatie wordt beschreven als een positief proces in plaats van als het eindresultaat van selectie van de beter aangepaste organismen.
- Studenten voeren bij natuurlijke selectie vaak het begrip immuniteit op.

### Conclusies

Samenvattend komt zij tot de conclusie dat deze studenten in essentie verklaringen geven die overeenkomen met de Lamarckistische ideeën over evolutie, die door Deadman en Kelly werden gevonden bij 11-14 jarigen die nog geen onderwijs over evolutie hadden gehad.

Zelfs na het voltooien van de A-level biologie gelooft het merendeel van de studenten nog dat organismen zich geleidelijk kunnen aanpassen aan een verandering in de omgeving als "they need to" en daardoor evolueren. Brumby denkt dan ook dat de reeds aanwezige (Lamarckistische) "beliefs" als een barrière hebben gewerkt, waardoor het leren van Darwins theorie is geblokkeerd. In 1984 voerde Brumby een vergelijkbaar onderzoek uit bij 150 eerstejaars studenten medische biologie aan een Australische universiteit. Zij meldt dat deze studenten (18 jaar) een gedegen opleiding hebben gehad in scheikunde, wiskunde en een andere natuurwetenschap (voor 40% van de studenten biologie) en mede door het zware vergelijkende toelatingsexamen behoren tot de beste science studenten die het tertiair onderwijs binnenkomen. De voorgelegde problemen waren in principe dezelfde als die zij had gebruikt in Engeland, namelijk de opdrachten over antibiotica en insecticiden. In het geval van de insecticiden antwoordde 67% correct (natuurlijke selectie van insecten die al resistent waren). De anderen spraken over: de insecten adapteren aan, of worden geleidelijk immuun voor de insecticiden. Het antibioticum vraagstuk bleek erg moeilijk en werd slecht herkend als een probleem gebaseerd op natuurlijke selectie. Slechts 14% beantwoordde de vraag goed, terwijl 50% dacht dat de antibiotica vooral gericht waren op het menselijk lichaam. Overigens werden antibiotica ook verward met antilichamen.

In het examen aan het eind van het eerste jaar

was een vraag opgenomen over de betekenis van natuurlijke selectie voor de medische praktijk. Slechts eenderde van de studenten bleek in zijn antwoord het concept natuurlijke selectie in de juiste betekenis te gebruiken.

Brumby concludeert dat de bevindingen met betrekking tot deze Australische studenten volledig overeenstemmen met die voor de Engelse studenten.

### Tot slot

Al deze onderzoeken wijzen er op dat ook na jaren onderwijs in biologie, zelfs door universitaire studenten vastgehouden wordt aan de oude leerlingdenkbeelden zoals die al bij de jongste leerlingen werden aangetroffen. In de literatuur wordt wel gesproken over de hardnekkigheid, de persistentie van deze denkbeelden, die (en dat is al even anthropomorf uitgedrukt) zich verzetten tegen de onderwezen ideeën. Veel onderzoekers zijn van mening dat deze ideeën tenminste interfereren met het leerproces en een goede begripsvorming kunnen verhinderen.

In Nederland is geen onderzoek gedaan naar de mate waarin leerlingen het proces van evolutie of deelaspecten daarvan, zoals adaptatie en natuurlijke selectie begrijpen. Er is echter weinig reden om te veronderstellen dat het in Nederland (bij Nederlandse leerlingen) anders zal zijn dan elders. Dit plaatst ons natuurlijk voor de vraag of datzelfde onderzoek ons iets te vertellen heeft over mogelijke oorzaken en wat er eventueel aan is te doen.

In een volgend artikel zal daarop worden ingegaan. □

### Literatuur

- Angseeing J.P.A. (1978) *Problem-solving exercises and evolution teaching*. J. biol. Educ. 12(1), 16-20.
- Brumby M. (1979) *Problems in learning the concept of natural selection*. J. biol. Educ. 13(2), 119-122.
- Brumby M.N. (1984) *Misconceptions about the Concept of Natural Selection by Medical Biology Students*. Sci. Educ. 68(4), 493-503
- Clough Engel E. en Wood-Robinson C. (1985) *How secondary students interpret instances of biological adaptation*. J. biol. Educ. 19(2), 125-130.
- Deadman J.A. en Kelly P.J. (1978) *What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics?* J. biol. Educ. 12(1), 7-15.
- Halldén O. (1988) *The evolution of the species: pupil perspectives and school perspectives*. Int. J. Sci. Educ. 10(5), 541 - 552
- Johnstone A.H. en Mahmoud N.A. (1980) *Isolating topics of high perceived difficulty in school biology*. J. biol. Educ. 14, 163-166
- Kargbo D.B., Hobbs E.D. en Erickson G.L. (1980) *Children's beliefs about inherited characteristics*. J. biol. Educ. 14(2), 137-146.
- Lucas A.M. (1971) *The teaching of adaptation*. J. biol. Educ. 5(2), 86-90.
- Shayer M. (1974) *Conceptual demands in the O-level Nuffield biology course*. School Science Review, 56(195), 381-388.