

Cognitieve belemmeringen voor de receptie van evolutietheorie

1. titel
2. Dobzhansky's beroemde uitspraak 'Nothing in biology makes sense except in the light of evolution' biedt een overtuigende reden om de evolutietheorie een centrale rol te geven in het onderwijs. Zonder dat licht, stelt Dobzhansky, wordt biologie een hoop diverse feiten—sommige weliswaar interessant of merkwaardig, maar zonder evolutietheorie leveren ze geen betekenisvol beeld op in hun geheel. Helaas wordt in het Vlaamse onderwijs de evolutietheorie pas in het 6de jaar secundair onderwezen, en dat helemaal aan het einde van het schooljaar. Zoals één leerkracht het treffend stelde: 'Evolutietheorie is interessant omdat je gegevens uit anatomie, systematiek, ecologie en genetica kan herbekijken vanuit een evolutionair perspectief. Maar helemaal aan het einde van het 6de jaar is het een beetje laat om alles nog op die manier te herbekijken'. Gezien de weinige tijd die leerkrachten biologie hebben om evolutietheorie te onderwijzen, is het van essentieel belang dat dit op een zo efficiënt mogelijke manier gebeurt. De kwaliteit van het onderwijs, zo stelde Jean-Jacques Rousseau reeds in de 18^{de} eeuw in *Emile*, kan worden verbeterd als we rekening houden met de manier waarop leerlingen de wereld begrijpen. Als we beter begrijpen hoe een jongere leert, kunnen we meer realistische educatieve doeleinden en efficiëntere instructiemethodes ontwerpen. In deze lezing wil ik dieper ingaan op een aantal cognitieve belemmeringen die leerlingen kunnen ondervinden wanneer zij evolutietheorie leren. Deze belemmeringen leiden ertoe dat zij de evolutietheorie niet begrijpen, maar dat zij intelligent design beschouwen als een aantrekkelijk alternatief, net als verouderde theorieën als het lamarckisme.
3. Religieuze ideeën zijn gemakkelijker te vatten dan wetenschappelijke. Mensen beschikken over aangeboren intuïties die creationisme begrijpelijker en aantrekkelijker maken dan wetenschap. Religieuze ideeën overtreden gedeeltelijk onze aangeboren verwachtingen. We verwachten niet dat mensen door muren kunnen lopen (zoals geesten wel doen), of dat iemand alles kan weten (zoals de christelijke god). Daarnaast gedragen geesten en goden zich wel als normale mensen. Dergelijke ideeën blijven langer in onze aandacht en worden daardoor makkelijker doorgegeven aan anderen. Zoals we zo meteen zullen zien, staan wetenschappelijke concepten haaks op onze intuïtieve ideeën; daardoor zijn ze moeilijker te doorgronden en te onthouden.
4. De structuur van deze lezing is als volgt: eerst zal ik een theoretisch kader schetsen van de rol van cognitieve belemmeringen in de overdracht van kennis. Vervolgens ga ik in op de drie voornaamste cognitieve belemmeringen voor evolutietheorie, namelijk intuïtieve teleologie, de

ontwerpstanze en essentialisme. Tenslotte breng ik een aantal concrete manieren aan waarop leerkrachten de evolutietheorie meer efficiënt kunnen overbrengen.

5. Sinds kort is er een groeiende aandacht voor de cognitieve processen die aan onderwijs ten grondslag liggen. De *evolutionaire educatieve psychologie* stelt dat we in het onderwijs moeten rekening houden met de aangeboren structuren van het menselijke brein. De hersenen van een leerling zijn geen onbeschreven blad, zij bevatten een aantal denkmethodes en intuïties die door natuurlijke selectie zijn aangescherpt. Als gevolg hiervan kunnen we sommige vaardigheden bijna zonder instructie leren. Zo kunnen kinderen op amper drie jaar tijd de complexe grammaticale structuur van hun moedertaal onder de knie krijgen zonder expliciet onderwijs. Dat is niet omdat taal eenvoudig aan te leren is, maar omdat het menselijke brein door evolutie werd uitgerust met een aantal cognitieve vaardigheden die taalverwerving bij jonge kinderen vergemakkelijken. Intuïtieve manieren van denken zijn onontbeerlijk voor elk leerproces. Een kind dat leert dat er een dier als de mierenegel bestaat, kan door haar intuïtieve kennis van wat dieren zijn al heel wat vooronderstellen, zoals dat een mierenegel zich voortbeweegt, eet, slaapt en zich voortplant. Dit hoeven we niet voor elk dier opnieuw leren.
6. Maar soms kunnen aangeboren leermechanismen het onderwijs belemmeren. De cognitieve vaardigheden die gunstig waren voor onze hominide voorouders zijn niet noodzakelijk geschikt voor academisch leren. Een evolutionair perspectief kan verklaren waarom kinderen wel probleemloos hun moedertaal leren, maar grote moeite hebben met lezen en schrijven – het schrift ontstond immers minder dan 5,000 jaar geleden, veel te kort vanuit een evolutionair perspectief om selectieve druk op de hersenen uit te oefenen, terwijl taal volgens anatomisch en genetisch onderzoek al zo'n 100 000 jaar bestaat.
7. Een interessant en goed bestudeerd voorbeeld is hoe intuïtieve fysica in conflict kan treden met newtoniaanse mechanica. Zelfs zuigelingen van drie maanden oud kijken verbaasd wanneer een blokje, dat niet ondersteund wordt, lijkt te zweven. We hebben al op jonge leeftijd de nuttige intuïtie dat dingen naar beneden vallen – een idee dat moeilijk te rijmen valt met een bolvormige Aarde, zoals Bill Brewer en Stella Vosniadou gemerkt hebben in hun onderzoek naar ideeën over de vorm van de Aarde bij kinderen uit het lager onderwijs in Griekenland en de Verenigde Staten. De kinderen vonden zelf modellen van de Aarde uit die meer in overeenstemming zijn met hun intuïtieve ideeën over zwaartekracht. Om die modellen beter af te stemmen op beelden die zij kennen uit de media en het onderwijs, bedachten sommige leerlingen zelfs een holle Aarde, die weliswaar rond is, maar waar mensen op het vlak binnenin leven.

8. Sommige cognitieve vooroordelen blijven bestaan, ondanks jarenlang onderwijs. Een goed voorbeeld hiervan is de naïeve impetus fysica. Intuïtief gebruiken we de volgende vuistregel wanneer we over de bewegingen van levenloze objecten nadenken: voorwerpen bewegen enkel wanneer ze door iets anders in beweging worden gezet. Wanneer een object wordt geraakt of gelanceerd, krijgt het een 'impetus' die geleidelijk aan vermindert; wanneer die is uitgewerkt, valt het recht naar beneden – net als in de tekenfilms van de coyote en de roadrunner. In de middeleeuwen gold dit als DE wetenschappelijke theorie voor mechanica.
9. Uit het onderzoek van McCloskey bleek echter dat vele volwassenen nog steeds hun naïeve impetus theorie gebruiken om na te denken over fysica. In dit experiment moest men voorspellen hoe een bal zich gedraagt die wordt losgelaten door een rennende man. De impetus-theorie voorspelt het foute antwoord B: omdat de bal niet langer wordt meegedragen, valt hij recht naar beneden. De newtoniaanse mechanica voorspelt A: de bal zal door de snelheid van de rennende man een parabolische baan beschrijven. Zoals te zien is op de grafiek, voorspelde maar liefst 80% van de subjecten die toch fysica hadden gekregen in het secundair onderwijs het foute antwoord B. Zelfs bij studenten met een universitaire opleiding in de fysica maakte nog 25% deze fout.
10. Neurowetenschappelijk en psychologisch onderzoek toont aan dat mensen beschikken over gespecialiseerde cognitieve vaardigheden om de wereld te leren kennen. Deze spitsen zich toe op deelaspecten van de werkelijkheid. Zij bestaan onder meer uit een intuïtieve fysica, sociale cognitie, een rudimentaire wiskundige kennis, een aangeboren taalvermogen en een intuïtieve biologie. Hier zal ik mij op dit laatste toespitsen, omdat dit het meest relevant is voor een begrip van de evolutietheorie.
11. Onze intuïtieve biologie kent drie pijlers: teleologie, ontwerpstanze en essentialisme. Hoewel deze intuïties een belemmering vormen voor het begrijpen van evolutietheorie, wil ik hier wel de caveat aanbrengen dat ze zeer belangrijk zijn voor het ontwikkelen van biologische kennis bij kinderen. Een treffend voorbeeld hiervan is Adam, een jongen die bij de geboorte schade opliep in de hersencentra die voor biologische kennis instaan. Hoewel hij een normale intelligentie heeft, en bijvoorbeeld probleemloos werktuigen kan herkennen en hanteren, slaagde hij er op 16-jarige leeftijd niet in een olifant van een giraf te onderscheiden, en wist hij niet of arenden eieren leggen of op een andere wijze ter wereld komen.
12. Teleologie is de aanname dat de lichaamsdelen van dieren en planten een doel hebben dat gunstig is voor hun drager. Wanneer men drie- of vierjarigen afbeeldingen toont van dieren en planten die ze nooit eerder

zagen, nemen ze spontaan een teleologische houding aan. In dit experiment van Deborah Kelemen en collega's moesten de kinderen voorspellen wat een dier at. Zelfs de jongste driejarigen konden deze vragen moeiteloos beantwoorden, door te letten op de vorm van de bek.

13. Hier moesten zij voorspellen of het onderste insect zou vluchten dan wel zich verdedigen. De kleuters antwoordden hierop meestal iets als 'hij zal vechten, want hij heeft horens'.
14. Hoewel teleologie goed ingebed is in de westerse filosofie, hebben gelijkaardige experimenten bij kinderen van Shuar-indianen uit de Andes dezelfde resultaten opgeleverd. Teleologische verklaringen zijn intuïtief aantrekkelijk, omdat de functie van een onderdeel ook meteen een afdoende verklaring biedt waarom het er is. Doornen hebben als doel dieren te beletten van een plant te eten. Klauwen dienen om te vechten of te klimmen, een spitse snavel dient om insecten te eten. Uit diverse experimenten blijkt dat kinderen de neiging hebben teleologie toe te passen waar dat niet geoorloofd is. Zo stellen vijfjarigen dat leeuwen er zijn 'om in de zoo te gaan', dat wolken er zijn 'om te regenen' en dat bergen bestaan zodat we er zouden kunnen gaan klimmen. Opmerkelijk is dat kinderen tot de leeftijd van 10, 12 jaar zelfs een voorkeur hebben voor teleologische verklaringen. Wanneer kinderen kunnen kiezen tussen mechanistische en een teleologische verklaring, hebben ze een duidelijke voorkeur voor de teleologische. Bij de vraag of rotsen bestaan door 'de opeenhoping van stof en stenen gedurende een lange tijd' of 'opdat dieren er zich aan zouden kunnen krabben wanneer ze jeuk hebben' kiezen kinderen stevast voor het laatste. Dit fenomeen wordt 'promiscue teleologie' genoemd. Rond de leeftijd van 12 jaar neemt de tendens om teleologische verklaringen te geven gevoelig af. Hoewel wij weten dat bergen kunnen beklommen worden, zijn we niet geneigd te zeggen dat bergen er zijn om op te klimmen. Dat is omdat we weten dat bergen worden gevormd door geologische activiteit, zoals platentektoniek en vulkanisme. Bij Alzheimer patiënten neemt de neiging om teleologische verklaringen te geven echter weer gevoelig toe. Uit een experiment van Lombrozo en collega's bleek dat Alzheimer patiënten vaker doelgerichte verklaringen geven. Zo menen zij dat regen er niet is door de condens van waterdamp die naar beneden valt (een mechanistische verklaring), maar dat regen er is opdat planten en dieren zouden kunnen drinken. Vermoedelijk is formeel onderwijs een belangrijke oorzaak voor het verminderen van teleologisch denken bij oudere kinderen en volwassenen. Mensen die weinig of geen formele scholing hebben genoten, zoals de Roma, blijken ook een verhoogde preferentie te hebben voor teleologische verklaringen. Wanneer deze kennis begint te verdwijnen, zoals bij Alzheimerpatiënten, steken de intuïtieve teleologische preferenties weer de kop op. Bij gezonde bejaarden ziet men dit namelijk niet.

15. Teleologisch denken vormt een belemmering voor het onderwijs in evolutietheorie om twee redenen. Ten eerste geeft teleologie schijnbaar een verklaring voor functionele complexiteit bij levende wezens. Wanneer men jonge tieners vraagt waarom een giraf een lange nek heeft, antwoorden zij vaak iets als 'Om aan de bladeren te kunnen'. Zij reageren verstoord als onderzoekers vragen 'hoe is die lange nek dan ontstaan'. Zo antwoordde een twaalfjarige jongen op de vraag waarom een pauw een lange staart heeft geïrriteerd: "Ik weet dat de pauw die heeft om vrouwtjes aan te trekken. En nu ga je mij zeker vragen hoe hij die staart gekregen heeft. Wel het is gewoon zo, pauwen hadden altijd al lange staarten, net zoals giraffen altijd al lange nekken hadden'. Omdat bij teleologisch denken de functie tegelijk de verklaring biedt, is het moeilijk zich voor te stellen dat kenmerken zich geleidelijk ontwikkelen. Ten tweede kan promiscue teleologie ertoe leiden dat we geloven dat alles wat er is of gebeurt een onderliggend doel heeft. Hoe vaak leest men niet in creationistische bronnen iets als "De evolutietheorie wil ons doen geloven dat ons bestaan gewoon toeval is" (en dus geen hoger doel dient.)
16. Ook de ontwerpstanze maakt dat jongeren moeite hebben met het verwerven van evolutietheorie. De natuurtheoloog William Paley begon zijn *Natural Theology* met een fraaie analogie van artefacten naar de natuurlijke wereld. Hij vroeg zijn lezers zich voor te stellen dat zij op de heide lopen en hun voet stoten tegen een steen. Nu, zover men weet, lag die steen daar altijd al. Maar stel dat men zijn voet stootte tegen een uurwerk. Dit object, meende Paley, vereist een verklaring. Het kan geen toeval zijn dat de individuele delen van het uurwerk zo doelgericht op elkaar zijn afgestemd – de elastische veer, de flexibele kettinkjes, de tandwielen – elk vervaardigd uit materiaal dat het best bij de bedoelde functie past. Hij presenteerde talrijke voorbeelden uit anatomie, astronomie en ecologie om te stellen dat ook de natuurlijke wereld het product is van intelligent en doelbewust ontwerp. De complexe doelgerichtheid van het oog, onze handen, de menselijke wervelkolom, wezen voor hem net zo overtuigend op het bestaan van een intelligente ontwerper als de delen van een uurwerk. Hoe beslissen mensen of iets ontworpen is, dan wel toevallig ontstaan? Wat als Paley geen uurwerk, maar een iPod had gevonden op de heide? De bedoelde functies (mp3s beluisteren, en filmpjes bekijken die van het internet zijn gedownload) zou hij waarschijnlijk niet kunnen hebben afgeleid. Onbekende artefacten kunnen er zo exotisch uitzien, dat mensen zelfs willen geloven dat ze niet het product zijn van menselijk ontwerp. Zo geloofden de inheemse bewoners van Papoea Nieuw Guinea, toen ze tijdens de Tweede Wereldoorlog voor het eerst werden geconfronteerd met westerse goederen van het Amerikaanse leger, dat het geschenken van de voorouders waren. Dit leidde tot het ontstaan van cargo cults, waarvan de aanhangers op rituele wijze proberen vliegtuigen te lokken ten einde meer

cargo, nog meer westerse goederen te krijgen. En wat te denken van mensen die UFO's menen waar te nemen? Vaak zijn die vermeende ruimtetuigen niet meer dan neerstortende weerballonnen, militaire vliegtuigen, of zelfs heldere planeten.
Hoe ontwaart men eigenlijk ontwerp?

17. Paley wist dat het uurwerk ontworpen was, omdat hij nu eenmaal vertrouwd was met de klasse van objecten waartoe horloges behoren. Mensen beroepen zich op externe informatie over de ontwerper wanneer ze ontwerp afleiden. Het blijkt dat zelfs zeer jonge kinderen de intentie van de ontwerper gebruiken om te begrijpen wat een object is. Merkwaardig is dat complexiteit geen noodzakelijke voorwaarde is om iets te beschouwen als doelbewust ontworpen. Wat telt, is de intentie van de maker. Bloom en Markson lieten driejarige kinderen tekeningen zien die zegge van een kind waren dat een gebroken arm had, en dat daardoor niet goed kon tekenen. De kinderen kregen te horen dat dit een tekening was van enkele kippen en een varken. Wanneer hen gevraagd werd om te tonen welke het varken was, duiden ze de horizontale ovaal aan.
18. Uit een studie van Margaret Evans bleek dat jonge tieners in de Verenigde Staten een voorkeur hebben voor creationistische verklaringen van het ontstaan van het leven, en dit ongeacht hun levensbeschouwelijke achtergrond. Kelemen en diYanni hadden gelijkaardige resultaten bij Britse leerlingen, hoewel het percentage creationistische antwoorden gevoelig lager lag dan in de Verenigde Staten. Volgens deze onderzoekers zijn kinderen 'intuïtieve creationisten', die spontaan creationistische ideeën aanhangen die enkel door expliciet onderwijs kunnen worden omgebogen of verdrongen. Daar staat evenwel de studie van Samarapungavan en Wiers tegenover, waarbij jonge tieners uit Nederland expliciet werd gevraagd naar het ontstaan van soorten. Deze kinderen hadden diverse ideeën, waaronder lamarckisme, essentialisme (waarover ik het zo meteen zal hebben) en spontane generatie; slechts 10% waren creationistisch. Een voor de hand liggende verklaring is dat we geen intuïtieve creationisten zijn, maar dat onze ontwerpstanse en intuïtieve teleologie maken dat we creationistische ideeën meer begrijpelijk en dus meer aanvaardbaar vinden. Kinderen maken al op zeer prille leeftijd kennis met creationisme onder de vorm van tekenfilms, legpuzzels met de tuin van Eden, kinderbijbels en catechese. Vandaar de roep van sommige pedagogen om al in de basisschool met evolutietheorie kennis te maken.
19. Een derde cognitieve belemmering is essentialisme, de idee dat aan soorten een onveranderlijke essentie ten grondslag ligt die hun ontwikkeling en gedrag stuurt. Essentialisme is een nuttige intuïtie om planten en dieren te klasseren volgens soorten, zonder dat men zich hoeft te bekommeren om uiterlijke details. Hoewel een kikkervisje er niet uitziet

als een kikker, klasseren we het als dusdanig omdat het zal uitgroeien tot een kikker. Om dezelfde reden behoren zowel deze rups als deze monarchvlinder tot dezelfde soort. Essentialisme vindt men in alle culturen. In India meent men dat de kinderen van brahmanen altijd brahmanen blijven, zelfs als ze worden opgevoed door kasteloze pleegouders. In Tibet meent men dat de herinneringen en persoonlijkheid van mensen ook na hun dood intact blijven – vandaar dat men steeds op zoek gaat naar de reïncarnatie van de Dalai Lama, en het gevonden kind prompt en zonder reserve de troon aanbiedt.

20. Essentialisme ontwikkelt eveneens spontaan bij jonge kinderen. Ze kijken niet zozeer naar oppervlakkige gelijkenissen, maar proberen diepe, structurele eigenschappen te vinden. Zo vinden vierjarigen een wandelend blad meer een insect dan een blad, omdat het zich gedraagt als een insect. Gelman en Wellman vroegen driejarigen of een geit die wordt opgevoed door kangoeroes zal springen of klimmen, en of een appelzaadje dat in een bloempot wordt geplant een appelboom of een bloem zal worden. De kinderen voorspelden dat de geit zal klimmen, zelfs als ze nooit in haar leven een andere geit zag, en dat uit het zaadje een appelboom zal ontspruiten. Kinderen redeneren vaak essentialistischer dan volwassenen. Zo geloven vierjarigen dat een Franse baby die wordt opgevoed door Britse pleegouders, Frans zal praten wanneer hij opgroeit. Wij vinden dit gek: net als teleologie neemt essentialisme enigszins af bij volwassenen, vermoedelijk ook wegens onderwijs.
21. In biologie heeft essentialisme verrassend lang standgehouden. Auteurs als Linnaeus en zijn opvolgers maakten geïdealiseerde standaardbeschrijvingen van 'de honingbij' en 'het madeliefje', en zagen de verbazingwekkende variatie die binnen elke soort bestaat over het hoofd. De manier waarop westerlingen planten en dieren klasseerden, was heel gelijkaardig aan de folk taxonomieën in de meeste niet-westerse culturen, zoals de Maya. Tot in de late 18^{de} eeuw was de algemene opinie dat soorten niet veranderen in andere soorten, en dat soorten ook eeuwig zijn: ze zullen nooit uitsterven. De toenemende vondsten van fossielen stelden de toenmalige wetenschap dan ook voor een probleem: gefossiliseerde dieren leken ontegensprekelijk aan te duiden dat er heel wat soorten zijn uitgestorven. Vooral de skeletten van wat leek op reusachtige hagedissen veroorzaakten ontsteltenis. Men gaf de voorkeur aan alternatieve verklaringen. Een populaire denkrichting stelde dat fossielen ontstonden door mysterieuze 'generatieve krachten' die gesteenten deden lijken op dieren. Toen dit niet meer houdbaar bleek, formuleerden sommige biologen de idee dat de uitgestorven soorten niet echt waren uitgestorven, maar in een soort 'Lost World' leefden. Het concept van een afgelegen plaats waar dinosauriërs voort blijven bestaan is toen doorgedrongen in de fictie, en vindt nog steeds aanhang, onder meer in het monster van Loch Ness. De idee dat de meeste soorten vroeg

of laat uitsterven is zeer contra-intuïtief, zoals goed werd geïllustreerd in een experiment van Poling en Evans, die aan kinderen, volwassenen en biologen vroegen of dinosaurussen de uitzondering of de regel zijn. Behalve de biologen was niemand geneigd te geloven dat soorten ooit zouden uitsterven, en zeker voor het uitsterven van de mens bleek grote huiver: behalve de biologen geloofde geen van de ondervraagden dat Homo sapiens ooit zou uitsterven. Ook in het dagdagelijkse leven zien we dat veel mensen moeite hebben te geloven dat walvissen, primaten, vlinders enzovoort echt aan het uitsterven zijn. Essentialisme stelt dus een probleem voor het aannemen van evolutietheorie, omdat het niet verenigbaar is met de idee dat soorten geleidelijk aan kunnen evolueren of uitsterven.

22. Uit dit korte overzicht van onze intuïtieve biologie mag blijken dat het menselijke brein niet goed is uitgerust om evolutietheorie te begrijpen. Ik zei eerder al dat jonge Nederlandse tieners diverse ideeën hebben over het ontstaan van soorten. Zoals te zien op deze grafiek, had geen enkel kind de juiste evolutionaire theorie. Het dichtst bij de evolutietheorie waren de 'dinosaurus-essentialisten'. Zij meenden dat elk dier dat we nu zien een dinosaurusvoorouder had. Katten stammen af van dinosauruskatten, giraffen van dinosaurusgiraffen, en olifanten van mammoeten die dan samen leefden met de dinosaurussen. Veel kinderen halen nu eenmaal hun kennis over prehistorie uit hoogst informatieve series als the Flintstones.
23. Leerlingen uit het secundair onderwijs hebben eveneens moeite met het concept natuurlijke selectie. Heel vaak menen zij dat organismen een adaptief kenmerk 'moeten ontwikkelen' om te kunnen overleven, waarbij de evolutionaire druk dus rechtstreeks een verandering veroorzaakt. Zo zei een leerling "De zwemvliezen aan eendenpoten ontstonden omdat de eenden in water leven en moeten zwemmen. Zwemvliezen maken dat je beter kan zwemmen". In zijn optiek vond die evolutie plaats binnen de eerste eend die ooit het water in ging, die prompt en bewust zwemvliezen ontwikkelde omdat ze vond dat ze op die manier beter kon zwemmen. Een andere leerling zei: 'Grotsalamanders werden blind omdat ze hun gezichtsvermogen niet nodig hadden...Als je iets niet gebruikt, verlies je het'. Bij soort ideeën wordt geen onderscheid gemaakt tussen causale en functionele verklaringen. De functie wordt gezien als een afdoende verklaring, wat in overeenstemming is met teleologisch denken maar niet met de evolutietheorie. Jongeren lijken niet te beseffen dat natuurlijke selectie niet doelgericht werkt, maar een selectieve retentie is van toevallige mutaties. Zij menen ook dat dieren verworven eigenschappen kunnen overerven: Zo stelde een meisje "Wanneer vossen naar een kouder klimaat migreren, wordt hun pels van jaar tot jaar dikker om zich aan te passen aan de koude. Hun kinderen zullen al beginnen met die dikke pels". Opmerkelijk is wel dat jongeren niet denken dat zogenaamd

“onnatuurlijke” verworven eigenschappen worden overgeërfd. Zo meenden Engelse leerlingen tussen 12 en 16 dat een muis waarvan de staart werd afgehakt wel nog jongen zou krijgen met een staart, omdat het onnatuurlijk zou zijn jongen zonder staart te baren. Intrigerend is dat zij geloofden dat dit wel zou werken indien het over diverse generaties door zou gaan ‘de muizen zouden dan geen moeite meer doen om een staart te laten groeien’, meende een jongen ‘omdat ze die toch weer zouden verliezen’. Zelfs jongeren die kennis van genetica hebben, blijven lamarckistische verklaringen geven. Zo denken zij dat de kinderen van twee blanken die leven in Afrika donkerder zouden geboren worden, omdat hun chromosomen zich reeds aan het klimaat hebben aangepast.

24. Evolutietheorie is dus moeilijk te begrijpen en te onderwijzen. Toch is het niet onmogelijk om een correcter beeld van de evolutietheorie te krijgen. Tenslotte kwamen tijdens de 19^{de} eeuw niet enkel Darwin en Wallace op de evolutietheorie. Vroegere denkers als Blyth en Matthew bedachten reeds belangrijke elementen ervan, zoals de retentie van niet-doelgerichte gunstige variaties. Geen van deze auteurs beschikte over een uitgebreide wetenschappelijke opleiding of wiskundige kennis. In tegenstelling tot de meeste moderne wetenschappelijke theorieën, die een uitgebreide wiskundige achtergrond vereisen, kan men het mechanisme van natuurlijke selectie ook op niet-wiskundige wijze verwoorden. Evolutietheorie kan dus een uitmuntende manier zijn om kinderen en jongeren aan te leren wat wetenschap is—misschien wel beter geschikt dan het standaardvoorbeeld fysica, want dat vereist een grote voorkennis van wiskunde, een manier van denken waarmee niet alle leerlingen of leerkrachten even goed vertrouwd zijn. Evolutietheorie kan in eenvoudige woorden gevat worden, en is daardoor toegankelijker, wellicht een betere manier om jongeren uit te leggen hoe wetenschap werkt.
25. Hoe kunnen we evolutie meer efficiënt overbrengen? Jongeren blijken moeite te hebben met de combinatie van toevallige variaties en niet-toevallige retentie. Zij denken vaak louter teleologisch na over planten en dieren. Om dit misverstand tegen te gaan, kan men hen wijzen op de aanzienlijke natuurlijke variatie die binnen één soort bestaat. Jongeren hebben een intuïtief essentialistisch soortbegrip, waar we expliciet moeten tegenin gaan. In Kaas en de Evolutietheorie, een vlot lezend boekje dat een aanrader is voor tieners, zegt Bas Haring treffend dat, wanneer je een boekje van 10 rozen koopt, je zult zien dat elk van die rozen er een beetje verschillend uitziet. Wanneer men begrijpt dat individuele variatie optreedt, is het ook eenvoudiger zich voor te stellen dat sommige van die variaties gunstig, neutraal of ongunstig zijn. Bovendien gaat men hier in tegen de ontwerpstanze, want waarom zou een ontwerper zoveel variatie inbouwen. Vermoedelijk zouden Darwin Wallace niet het concept natuurlijke selectie bedacht hebben, als zij geen kennis hadden gemaakt met Malthus’ populatiedenken. Nu beschouwen biologen soorten niet

langer als geïdealiseerde klassen, maar als groepen van individuen die van elkaar verschillen.

26. Doordat we soorten op een essentialistische manier benaderen, zijn we niet geneigd om op een historische wijze na te denken over organismen. Het kan daarom interessant zijn de leerlingen te confronteren met een analogie: ze zijn wel gewend op een historische wijze te redeneren over gebouwen. Een 16^{de} eeuwse kasteel, bijvoorbeeld, heeft muren die uit de 16^{de} eeuw dateren, een glazen gang die in de 18^{de} eeuw werd toegevoegd om schilderijen en beeldhouwwerken te etaleren, een 19^{de} eeuwse parketvloer die de toenmalige revolutionaire vloerverwarming verbergt, en een 20^{ste} eeuwse toilet. Wij vragen ons niet spontaan af waar de mensen gedurende vier eeuwen hun behoefte deden, noch verbazen wij ons over de vooruitziendheid van de 16^{de} eeuwse om twee deuren te plaatsen zodat er twee eeuwen later een glazen pronkgang kon worden bijgebouwd. Elk ouder gebouw draagt de sporen van vroegere bouwfases; net als verbouwingen is evolutie een opportunistisch proces dat rekening houdt met wat er al is. We kunnen ook zo naar levende wezens kijken als het product van geleidelijke en cumulatieve modificaties. Lessen anatomie lenen zich uitstekend tot dit soort beschouwingen. Zo zou men zelfs al in het lager onderwijs bij de lessen anatomie kunnen wijzen op adaptieve specialisaties, zoals de hand van een mens, de vleugel van een vleermuis of de zwempoot van een dolfijn. Darwin zelf begon zijn *On the origin of species* met een analogie van gedomesticeerde soorten. Dergelijke case-studies kunnen bij leerlingen een historisch besef doen groeien.
27. Uit diverse experimentele studies met volwassenen is gebleken dat levendige voorbeelden maken dat we iets als waarschijnlijker beschouwen. Zo schatten ouders de kans dat hun kind in het verkeer omkomt hoger in wanneer ze net via de media een levendig relaas van een ongeval hebben gehoord. De evolutietheorie wordt ook als meer waarschijnlijk ervaren wanneer zij wordt geïllustreerd aan de hand van concrete voorbeelden. Adaptieve radiaties geven bijvoorbeeld een goed beeld van hoe een ancestrale soort zich door verschillen in omgevingsdruk kan splitsen in uiteenlopende hooggespecialiseerde soorten.
28. Tenslotte, en het valt een beetje buiten mijn betoog, blijkt dat kennis over wat wetenschap is ook een doorslaggevende factor vormt voor de acceptatie van evolutietheorie. Lombrozo en haar collega's onderzochten het verband tussen kennis over wetenschap en een goed begrip van de evolutietheorie bij Amerikaanse leerlingen secundair onderwijs. Zij kwamen tot de vaststelling dat leerlingen die begrijpen wat wetenschap is, de beste kennis hadden over evolutietheorie. In het bijzonder begrepen zij dat wetenschap wordt bedreven in groep, dat theorieën betrouwbaar zijn, maar toch niet onfeilbaar en steeds voor verbetering vatbaar, dat

wetenschappers vaak indirect theorieën testen via hulphypothesen, dat zij het oneens kunnen zijn met elkaar en dat dit zelfs een vereiste is voor goede wetenschap. In die zin is het jammer dat er in het secundair onderwijs geen plaats is voor wetenschapsfilosofie. Een betere achtergrond hierin zou jongeren in elk geval minder vatbaar maken voor creationistische drogredeneringen, zoals 'evolutietheorie is maar een theorie', of 'evolutietheorie is onjuist want evolutiebiologen zijn het onderling niet eens'. Een realistisch beeld van wat wetenschap is, verhoogt het vertrouwen in evolutiebiologie als een succesvol onderzoeksprogramma.

29. In deze lezing heb ik een aantal cognitieve belemmeringen besproken die een begrip van de evolutietheorie bemoeilijken. Onze intuïtieve manier om naar levende wezens te kijken is teleologisch, ontwerpgericht en essentialistisch, wat niet strookt met de evolutietheorie. Toch kunnen leerlingen evolutietheorie beter begrijpen als ze worden vertrouwd gemaakt met populatiedenken, een historisch perspectief leren toepassen op levende wezens, concrete casestudies kunnen onderzoeken en zich een correct beeld kunnen vormen van de aard van wetenschap. Ideaal voor een beter begrip zou zijn indien leerlingen vroeger met evolutietheorie in contact komen dan op het einde van het 6^{de} jaar secundair, eerder als een overkoepelend idee à la Dobzhansky dat enkele malen per jaar terugkomt.

30. [endslide]