

Paley's iPod

COGNITIEVE BELEMMERINGEN VOOR EEN BEGRIP VAN DE EVOLUTIETHEORIE



Johan De Smedt
Vakgroep wijsbegeerte en moraalwetenschap
Universiteit Gent
johan.desmedt@ugent.be

inleiding

Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution

THEODOSIUS DOBZHANSKY

AS RECENTLY AS 1966, sheik Abd el Aziz bin Baz asked the king of Saudi Arabia to suppress a heresy that was spreading in his land. Wrote the sheik:

"The Holy Koran, the Prophet's teachings, the majority of Islamic scientists, and the actual facts all prove that the sun is running in its orbit . . . and that the earth is fixed and stable, spread out by God for his mankind. . . . Anyone who professed otherwise would utter a charge of falsehood toward God, the Koran, and the Prophet."

The good sheik evidently holds the Copernican theory to be a "mere theory," not a "fact." In this he is technically correct. A theory can be verified by a mass of facts, but it becomes a proven theory, not a fact. The sheik was perhaps unaware that the Space Age had begun before he asked the king to suppress the Copernican heresy. The sphericity of the earth had been seen by astronauts, and even by many earth-bound people on their television screens. Perhaps the sheik could retort that those who venture beyond the confines of God's earth suffer hallucinations, and that the earth is really flat.

Parts of the Copernican world model, such as the



One of the world's leading geneticists, Theodosius Dobzhansky is professor emeritus, Rockefeller University, and adjunct professor of genetics, University of California, Davis 95616. Born in Russia, in 1900, he is a graduate of the University of Kiev and taught (with J. Philipchenko) at the University of Leningrad before coming to the U.S., in 1927; thereafter he taught at Columbia University and the California Institute of Technology before joining the Rockefeller faculty, in 1962. He has been president of the Genetics Society of America, the American Society of Naturalists, the Society for the Study of Evolution,

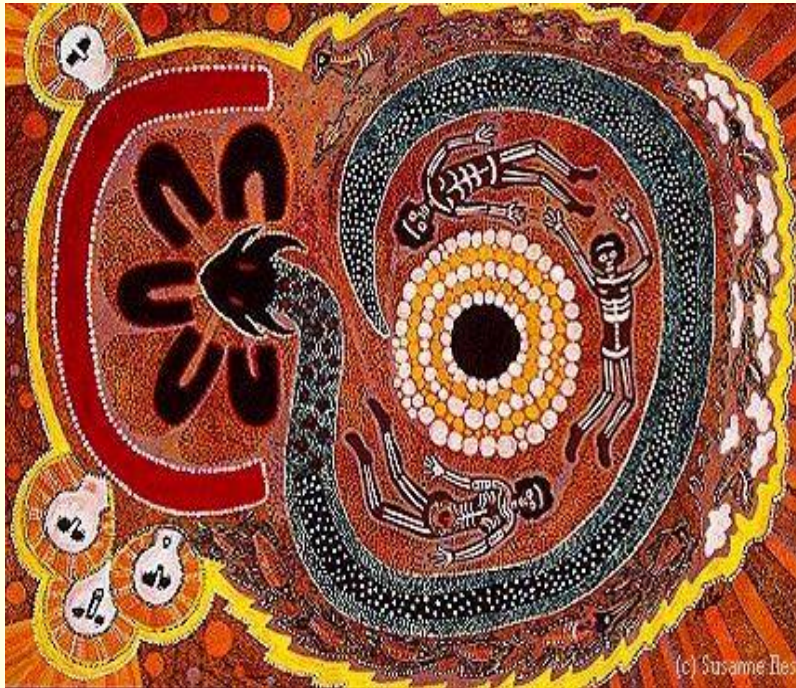
contention that the earth rotates around and not vice versa, have not been verified observations even to the extent the sphericity of the earth has been. Yet scientists accept the accurate representation of reality. Why does it make sense of a multitude of facts which are wise meaningless or extravagant. To reread most of these facts are unfamiliar. Why accept the "mere theory" that the earth revolves around a spherical sun? Are we submitting to authority? Not quite: we are those who took time to study the evidence and find it convincing.

The good sheik is probably ignorant of Copernican science. Even more likely, he is so hopelessly ignorant that no amount of evidence would impress him. It would be sheer waste of time to convince him. The Koran and the Bible contradict Copernicus, nor does Copernicus contradict the Koran for primers of natural science. It is ludicrous to mistake the matters even more important: the matter of the earth and his relations to God. They are written symbols that were understandable to the people when they were written, as well as to all other ages. The king of Arabia did not understand the sheik's demand. He knew the sheik's fear enlightenment, because enlightenment would enlighten their vested interests. Education is not to promote obscurantism.

The earth is not the geometric center of the universe, although it may be its spiritus. It is a mere speck of dust in cosmic space. Bishop Ussher's calculations, the worst in approximately its present state. The estimates of the age of the universe by modern cosmologists are still only rough approximations, which are revised (usually by a factor of two) as the methods of estimation are refined. Cosmologists take the universe to be about 10 billion years old; others suppose that it may have existed since the beginning of time and will continue to exist, eternally. The earth is dated tentatively between 3 and 4 billion years ago; manlike beings appeared 100,000 years ago, and 4 million years ago.

- 'nothing in biology makes sense except in the light of evolution' (Dobzhansky 1973)
- evolutietheorie pas in 6de jaar ASO gegeven
- kwaliteit van onderwijs kan worden verbeterd als we rekening houden met de manier waarop leerlingen de wereld begrijpen (Rousseau 1762, Geary 2007)
- cognitieve belemmeringen die leerlingen ondervinden wanneer zij evolutietheorie aanleren

inleiding



de regenboog-slang creëerde het landschap van de Australische Aboriginals

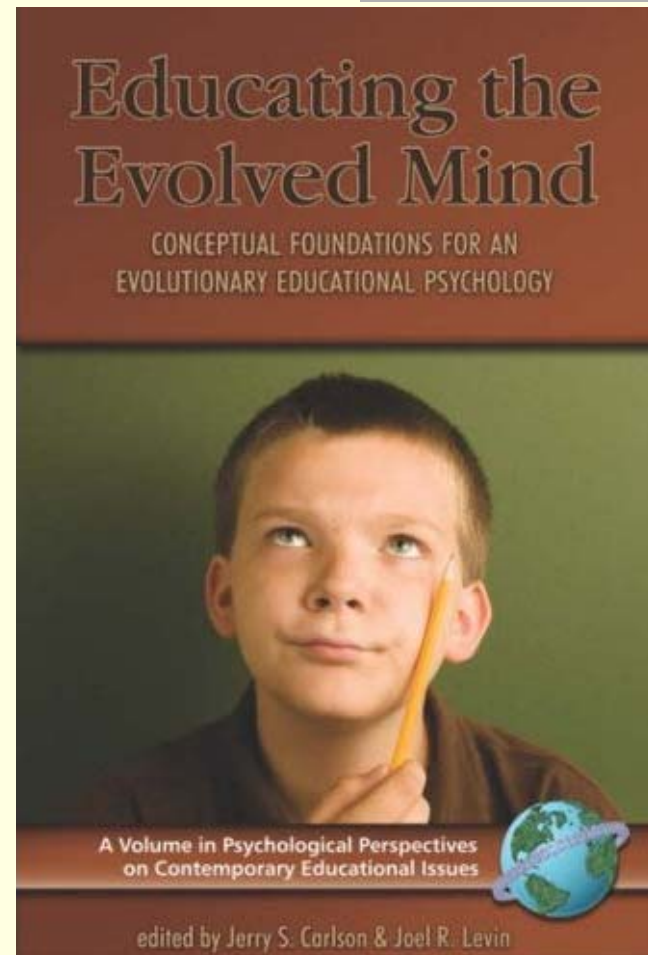
- wetenschappelijke concepten minder intuïtief en eenvoudig dan religieus denken (McCauley 2000)
- religieuze ideeën overtreden deels onze aangeboren verwachtingen
 - geesten lopen door muren, christelijke god weet alles
- dergelijke ideeën blijven langer in onze aandacht en worden daardoor makkelijker doorgegeven (Boyer 2001)
- wetenschap moeilijker te doorgronden & te onthouden

overzicht

- theoretisch kader: rol van cognitieve belemmeringen in het onderwijs
- drie voornaamste cognitieve belemmeringen voor evolutietheorie
 - teleologie
 - ontwerpstanze
 - essentialisme
- concrete voorstellen om evolutietheorie meer efficiënt over te brengen

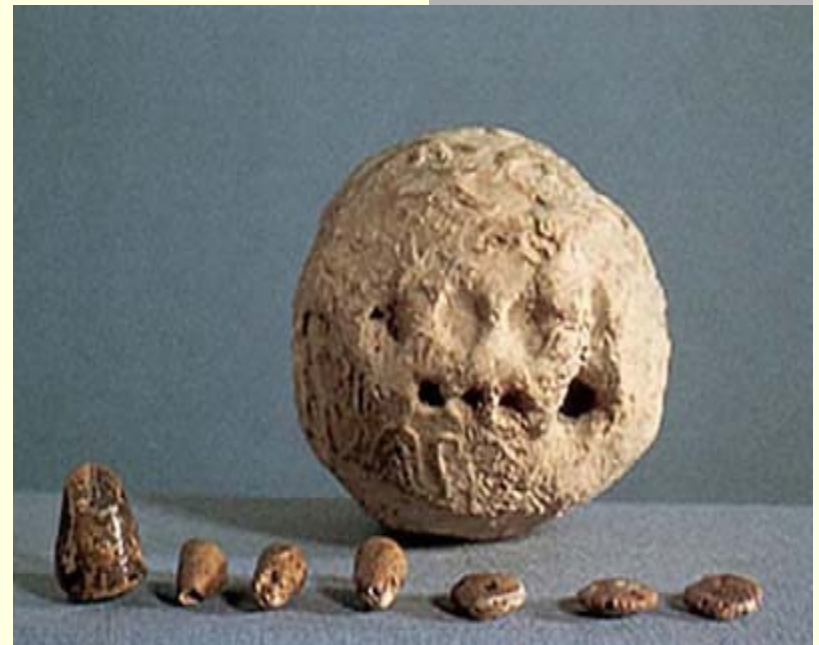
cognitieve processen en onderwijs

- groeiende aandacht voor de cognitieve processen die aan onderwijs ten grondslag liggen
- evolutionaire educatieve psychologie (e.g., Geary 2007)
- aan de basis van elk leren liggen intuïtieve denkmechanismen



cognitieve processen en onderwijs

- de cognitieve vaardigheden die gunstig zijn voor onze hominide voorouders zijn niet noodzakelijk geschikt voor academisch leren (Geary 2002)
- e.g., lezen versus moedertaal leren
 - lezen < 5000 jaar
 - taal: 100 000 jaar of ouder (Enard et al. 2002)



'tokens' in klei zijn de oudste vorm van (proto)schrift (Schmandt-Besserat 1996)

modellen van de Aarde

- zuigelingen hebben een idee van zwaartekracht (e.g., Spelke et al. 1995)
- ideeën over de vorm van de Aarde bij kinderen uit het lager onderwijs (Brewer & Vosniadou 1992)

sferische vorm
(enkel mensen
aan de bovenkant)



holle aarde
(rond maar mensen
aan de binnenkant)



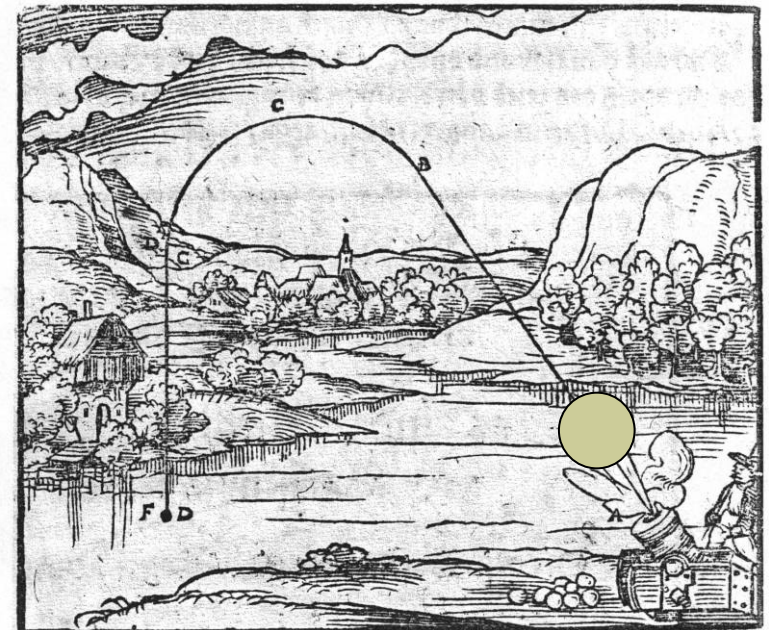
schijfvormige aarde



naïeve versus newtoniaanse fysica

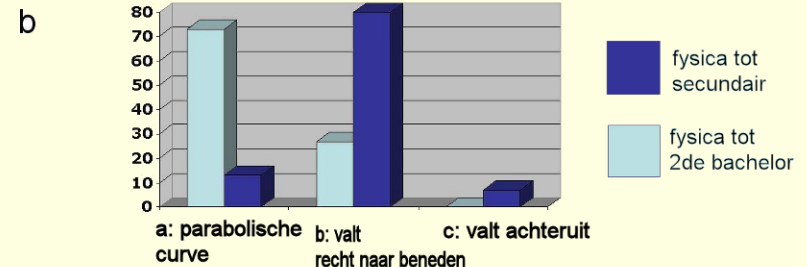
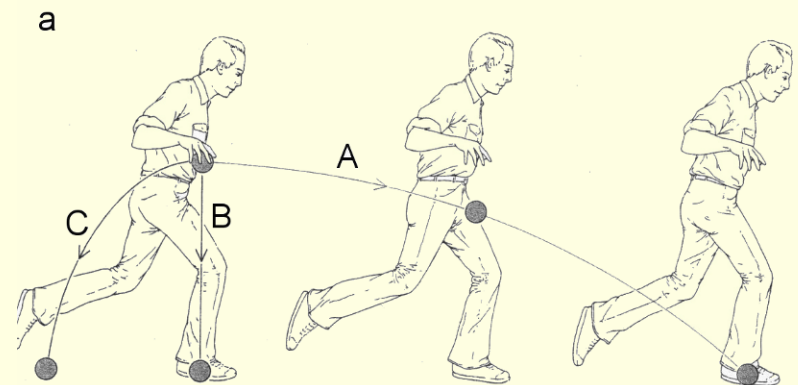
- naïeve fysica:
voorwerpen bewegen enkel wanneer ze door iets anders worden in beweging gezet. Wanneer een object wordt geraakt of gelanceerd, krijgt het een 'impetus' die geleidelijk aan vermindert

traject van een kanonskogel volgens middeleeuwse fysica (Buridan 14^{de} E)



naïeve versus newtoniaanse fysica

- McCloskey (1983): voorspellen hoe een bal zich gedraagt die wordt losgelaten door een rennende man.
 - A: correct, newtoniaanse fysica
 - B: fout, impetustheorie, 80% van leerlingen uit het secundair onderwijs, tegenover 25% van de tweede bachelor-studenten fysica



intuïtieve ontologieën

mensen beschikken over gespecialiseerde denkmechanismen om de wereld te leren kennen (De Cruz & De Smedt 2007), onder meer

- intuïtieve fysica (McCloskey 1983, DiSessa 1982)
- sociale cognitie (Frith & Frith 2000, Baron-Cohen 1995)
- rudimentaire wiskundige kennis (Dehaene et al. 1999, Wynn 1992)
- aangeboren taalvermogen (Pinker 1994)
- intuïtieve biologie (Atran 1998, Medin et al. 1997, Gelman 2004)

intuïtieve biologie

- teleologie
- ontwerpstanze
- essentialisme

let wel: intuïtieve biologie is noodzakelijk om biologische kennis te verwerven, zie bijvoorbeeld de casus van Adam (Farah & Rabinowitz 2003)

teleologie

- teleologie, of doelgerichtheid: de aanname dat de lichaamsdelen van dieren en planten een doel hebben dat gunstig is voor de drager
- jonge kinderen nemen spontaan teleologische stanzes aan (Kelemen et al. 2003)



See this animal? It tries to find insects because that's what it likes.



See this animal? It tries to find weeds because that's what it likes.



See this animal? Does this animal try to find weeds or does it try to find insects?

teleologie

- teleologie, of doelgerichtheid: de aanname dat de lichaamsdelen van dieren, planten en mensen een doel hebben dat gunstig is voor de drager
- jonge kinderen nemen spontaan teleologische stanzes aan (Kelemen et al. 2003)



See this animal? It hides from dangerous animals.



See this animal? It fights off dangerous animals.



See this animal? Does this animal fight off dangerous animals or hide from dangerous animals?

teleologie

- teleologisch redeneren ook geobserveerd bij Shuar-indianen (Barrett 2004)
- intuïtief aantrekkelijk omdat de functie van een onderdeel afdoende verklaring biedt waarom het er is
- ‘promiscue teleologie’
 - bij kinderen tot 10, 12 jaar (Kelemen 1999, 2004)
 - bij Alzheimer-patiënten (Lombrozo et al. 2007)
 - bij ongeschoolde volwassenen (Lombrozo et al. submitted)

teleologie

- schijnbaar een verklaring voor functionele complexiteit bij levende wezens
 - intuïtief aantrekkelijk omdat de functie van een onderdeel afdoende verklaring biedt waarom het er is
 - moeilijk zich voor te stellen dat deze kenmerken zich geleidelijk hebben ontwikkeld
- ‘promiscue teleologie’
 - geloven dat alles wat er is of gebeurt een onderliggend doel heeft
 - dit wordt uitgebuit door creationisten

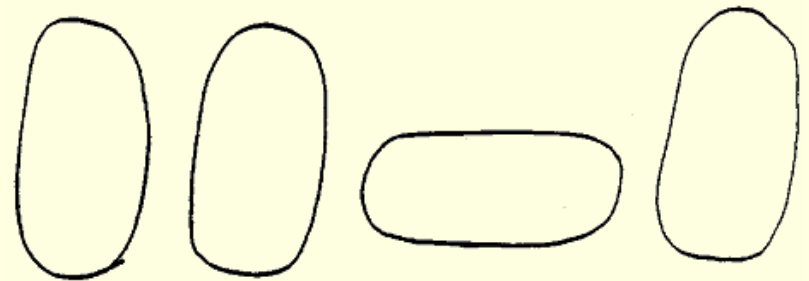
de ontwerpstanze

- uurwerk-analogie van Paley (1802)
- is ontwerp iets dat we objectief kunnen afleiden?
 - onbekende objecten
 - cargo cults in Papoea Nieuw Guinea (Frank 2004)



de ontwerpstanze

- we beroepen ons op externe informatie over de ontwerper wanneer we ontwerp afleiden (Bloom 1996)
 - complexiteit geen noodzakelijke voorwaarde om iets te beschouwen als doelbewust ontworpen (Bloom & Markson 1998)
 - benoemen van artefacten afhankelijk van of het intentioneel werd gemaakt of niet (Gelman & Bloom 2000)



welke is het varken?
(Bloom & Markson 1998)

de ontwerpstanze

zijn we intuïtieve creationisten?

- jonge tieners voorkeur voor creationisme als verklaring ontstaan van leven (Evans 2001), maar dient genuanceerd (Kelemen & DiYanni 2005)
- diverse verklaringen (Samarapungavan & Wiers 1997)
- ontwerpstanze en intuïtieve teleologie maken dat we creationistische ideeën begrijpelijk en aanvaardbaar vinden
- reeds op prille leeftijd kennismaking met creationistisch denken (o.m. kinderbijbel)
- waarom dan niet al in de basisschool met evolutietheorie kennismaken (Fail 2008)?



god maakt Adam (uit het Lego Brick testament)



ark van Noah puzzel voor de allerkleinsten

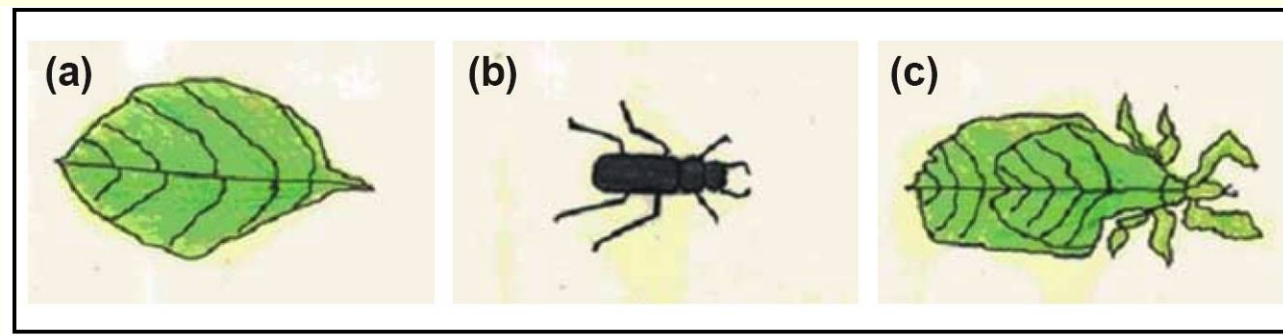
essentialisme

- essentialisme: de idee dat aan soorten een onveranderlijke essentie ten grondslag ligt die hun ontwikkeling en gedrag stuurt
- nuttig om dieren en planten te klasseren volgens soort
- folk-taxonomieën zijn gebaseerd op essentialistische principes (e.g., Atran 1998, Barrett 2005)



essentialisme

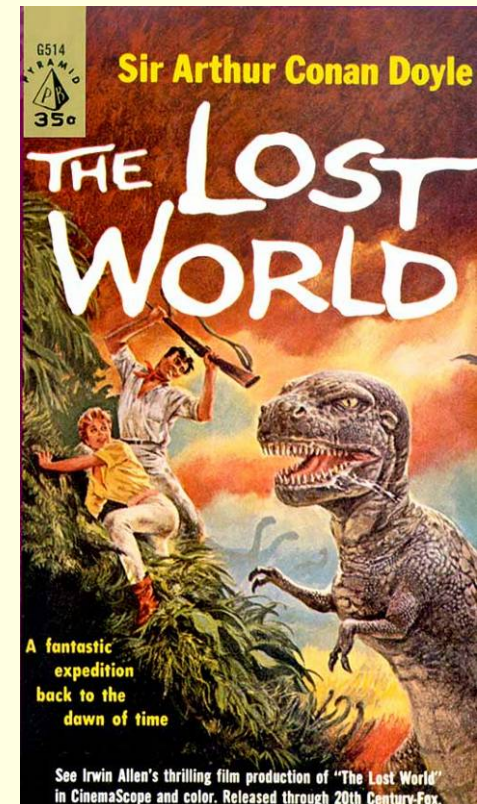
- essentialisme bij jonge kinderen (Gelman & Wellman 1991, Gelman 2004)
- kinderen denken essentialistischer dan volwassenen



is het wandelend blad (c) meer zoals het blad (a) of zoals het insect (b) (Gelman 2004)?

essentialisme

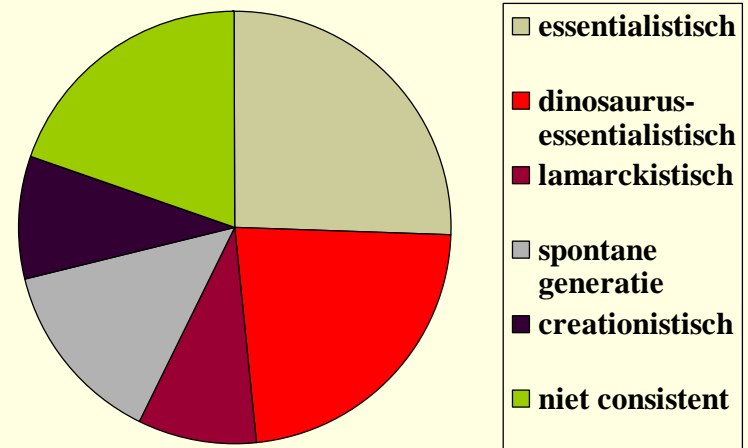
- essentialisme in biologie lang standgehouden (Hull 1964, Stamos 2005)
 - anomalie: fossielen
 - idee dat soorten uitsterven nog steeds contra-intuïtief (Poling & Evans 2004)



het geloof dat dinosauriërs niet echt zijn uitgestorven...

cognitieve belemmeringen

- menselijke brein is niet goed uitgerust om evolutietheorie te begrijpen



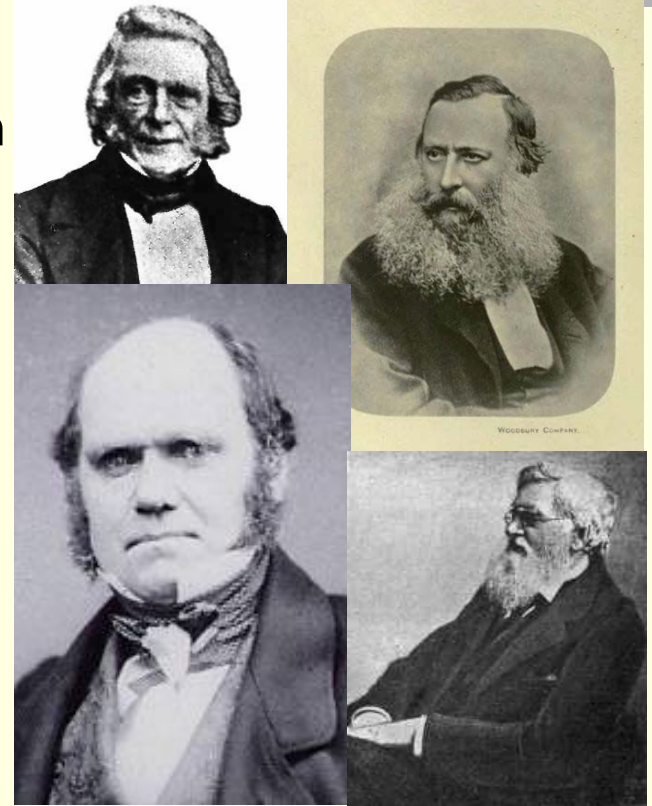
ideeën over het ontstaan van soorten bij 12-jarigen (afgeleid uit data van Samarapungavan & Wiers 1997). Merk op dat er geen evolutietheorie bij is.

cognitieve belemmeringen

- wereldwijd ook problemen in secundair onderwijs (Bardapurkar 2008)
 - leerlingen maken geen onderscheid tussen functionele en causale verklaringen
 - geen besef dat natuurlijke selectie op zich niet doelgericht werkt, maar een selectieve retentie is van toevallige mutaties
 - zelfs kinderen die kennis hadden van genetica bleven lamarckistische verklaringen geven

mogelijke oplossingen?

- evolutietheorie is moeilijk te begrijpen
- maar: diverse auteurs hebben onafhankelijk van elkaar (elementen van) natuurlijke selectie bedacht (Patrick Matthew, Edward Blyth, Charles Darwin, Alfred Wallace)
- geen uitgebreide wiskundige kennis vereist om natuurlijke selectie te begrijpen of uit te leggen
- evolutietheorie kan een manier zijn om aan te leren wat wetenschap is



bedenkers van (elementen van) natuurlijke selectie: Matthew, Blyth Darwin en Wallace

mogelijke oplossingen?

1. POPULATIEDENKEN

- leerlingen wijzen op natuurlijke variatie is expliciet ingaan tegen
 - intuïtieve teleologie
 - ontwerpstanze
 - intuïtief essentialisme
- populatiedenken: soorten zijn geen geïdealiseerde klassen, maar groepen individuen die van elkaar verschillen



mogelijke oplossingen?

2. HISTORISCH INZICHT

levende wezens als
product van een
historisch proces
(vergelijk gebouwen,
domesticatie)



mogelijke oplossingen?

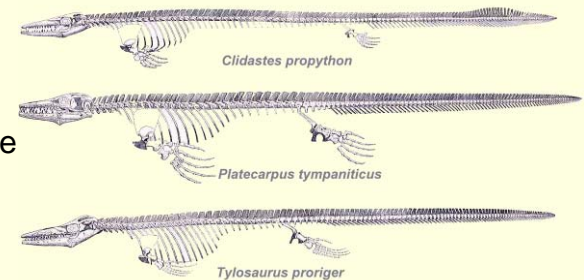
3. CONCRETE VOORBEELDEN

- mensen zijn geneigd concrete, levendige voorbeelden als meer waarschijnlijk aan te nemen (Wakslak et al. 2006)
- concrete voorbeelden in onderwijs evolutietheorie (e.g., adaptieve radiatie)

Adaptive radiation in Galapagos finches



adaptieve radiatie
mosasauriërs
(Williston 1898)



mogelijke oplossingen?

4. KENNIS OVER WETENSCHAP

- leerlingen die begrijpen wat wetenschap is, hebben de beste kennis over evolutietheorie (Lombrozo et al. 2008)
 - wetenschap wordt bedreven in groep
 - theorieën zijn betrouwbaar, maar niet onfeilbaar
 - wetenschappers testen theorieën indirect via hulphypothesen
 - wetenschappers kunnen het oneens zijn met elkaar
- betere kennis van wat wetenschap is, maakt jongeren minder vatbaar maken voor creationistische drogredeneringen

conclusie

- cognitieve belemmeringen die het begrip van de evolutietheorie kunnen bemoeilijken
- toch kunnen leerlingen de evolutietheorie begrijpen
 - vertrouwd maken met populatiedenken
 - historisch perspectief leren toepassen op levende wezens
 - concrete case-studies onderzoeken
 - zich een correct beeld kunnen vormen van de aard van wetenschap

Paley's iPod

COGNITIEVE BELEMMERINGEN VOOR EEN BEGRIP VAN DE EVOLUTIETHEORIE



Johan De Smedt
Vakgroep wijsbegeerte en moraalwetenschap
Universiteit Gent
johan.desmedt@ugent.be