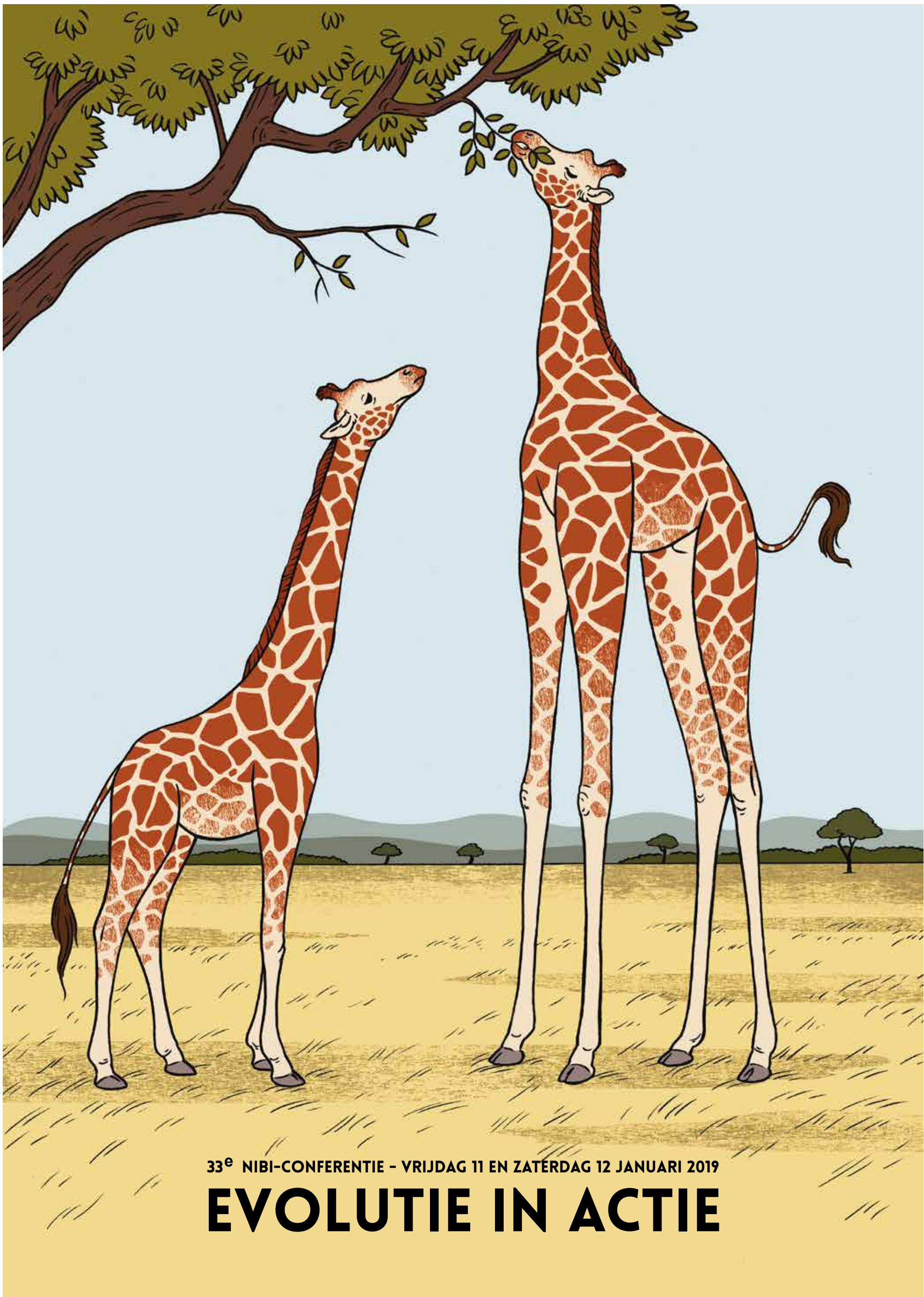




33^e NIBI-CONFERENTIE - VRIJDAG 11 EN ZATERDAG 12 JANUARI 2019

EVOLUTIE IN ACTIE

33^{ste} NIBI onderwijsconferentie

Evolutie in actie

11 en 12 januari 2019

Ontsnappen is niet mogelijk, ieder levend wezen op aarde doet mee aan de evolutionaire wedstrijd waarbij winnaars hun genen doorgeven aan volgende generaties en verliezers uitsterven. Het leven bestuderen zonder rekening te houden met evolutie slaat nergens op. Evolutie is wat ons levende wezens met elkaar bindt. Het is ook het onderdeel in de biologie waar leerlingen misschien wel de meeste misvattingen over hebben. Zo denken sommigen dat de mens ontstaan is uit chimpansees. Of dat soorten doelgericht evolueren. ‘Giraffen kregen een langere nek omdat ze hoger bij de bomen wilden komen want daar zaten nog sappige blaadjes.’ De waarheid van de toevalligheid is vaak slecht te rijmen met hun intuïtie dat er een doel achter zit. En dan is er de factor tijd. Soms gaat evolutie over enkele generaties en dan weer over miljoenen jaren terug in de tijd. Kortom evolutionair denken vergt heel wat van leerlingen. Het is toch ook wonderlijk dat al het leven op aarde is geëvolueerd uit een oerbacterie. Om goed evolutionair te kunnen denken dienen leerlingen verschillende biologische skills te combineren. Ze moeten kennis hebben van genetica, voortplanting, embryologie en ecologie en ook heen en weer kunnen denken tussen moleculen, cellen, organismen, populaties en eco-systemen.

Deze 33e NIBI-conferentie exploreren we de geschiedenis van het leven en de ontwikkeling van het individu. Beleef met ons deze levensreis in Lunteren!

- Organisatie**
- 1. Marinke van der Velde, docent lerarenopleiding Hogeschool Rotterdam.
 - 2. Ingeborg van der Neut, docent Ludgercollege Doetinchem.
 - 3. Anna Verdoes, lerarenopleiding Hogeschool Utrecht.
 - 4. Michiel Dam, lerarenopleiding Universiteit van Amsterdam.
 - 5. Tycho Malmberg, NIBI.
 - 6. Deniz Haydar, lerarenopleiding Rijksuniversiteit Groningen.
 - 7. Christine Knippels, Freudenthal Instituut Universiteit Utrecht.
 - 8. Caspar Geraedts, lerarenopleiding Vrije Universiteit Amsterdam.
 - 9. Marjoleine Vermeulen, ICLON Leiden.
 - 10. Evie Goossen, lerarenopleiding Universiteit van Amsterdam



Inhoudsopgave

L = lezing
W = workshop
iL = interactieve lezing
BW = buitenworkshop

VRIJDAG 11.30 - 12.45 UUR

VRIJDAG 14.00 - 15.15 UUR

VRIJDAG 15.45 - 17.00 UUR

ZATERDAG 09.00 - 10.15 UUR

ZATERDAG 10.45 - 12.00 UUR

L1	Darwin comes to town	4
L2	Evolutie voor mensen met haast	4
L3	Wat zegt dna over biodiversiteit uit 't verleden	5
L4	Dubois' zoektocht naar de <i>missing link</i>	5
L5	De evolutie van het plantenrijk	5
W6	Flipping the Classroom: evolutie in 't onderwijs	5
W7	Seksueel gedrag van mens en mensapen bekeken	6
W8	De kracht van natuurbeelden in het onderwijs	6
W9	Evolutie-simulatiepractica in de bovenbouw	6
W10	Leren zichtbaar maken met formatief evalueren	6
W11	Cellen onder de microscoop – in een nieuw jasje	7
W12	EvoScope – evolutie in de stad	7
L13	De razendsnelle evolutie van virussen	8
L14	Hoe krijg je malaria de wereld uit?	8
L15	Evolutie in actie bij micro-organismen	8
W16	De evolutie van de plantenlevenscyclus	8
iL17	Hoe <i>Nectar</i> evolueert van klas 1 t/m 6	9
W18	Evolutie uitbeelden in de klas	9
iL19	De evolutie van toetsing bij biologie	9
W20	<i>Spoken Word</i> om je lessen te verlevendigen	9
BW21	Fossielen zijn dichterbij dan je denkt!	10
W22	Exoot als drijfveer voor evolutie	10
W23	EvoScope – evolutie in de stad	10
W24	Cellen onder de microscoop – in een nieuw jasje	10
BW25	Omhoog leren kijken – door de bomen het bos zien	11
iL26	De start van het hart – van cel tot orgaan	11
L27	Evo-devo: hoe insecten hun vleugels kregen	11
L28	Luisteren met de kaak van een krokodil	11
W29	Bruidsschatten, liefdespijlen en sekuele selectie	12
W30	De evolutie van de plantenlevenscyclus	12
iL31	5 minuten biologie – om je les goed te starten	12
W32	Geloof in de evolutie – leer je leerlingen kennen	12
W33	Waarom lusten apen geen spruitjes?	13
BW34	Fossielen zijn dichterbij dan je denkt!	13
W35	Evolutionair Denken: we maken er een filmpje van!	13
W36	Ontstaan van leven nieuw leven inblazen	13
iL37	Evolutie in de chip maakt evolutie inzichtelijk	14
L38	De slang die Eva verleide	14
iL39	Evolutie zit in ons dna – Evo-Devo leert ons meer	14
W40	Hardy-Weinberg met evolutie en drift in een model	14
W41	Evolutie toegankelijk uitgelegd met spelvormen	15
W42	Bewuster formuleren met conceptcartoons	15
W43	Op avontuur in een figuur	15
W44	Evolutie in een superdiverse klas	15
W45	Experimenteren met slijmschimmels	16
W46	Darwins Peepshow – een sexy snijpracticum	16
BW47	Omhoog leren kijken: door de bomen het bos zien	16
W48	Endosymbionten, van de wal in de sloot!	16
iL49	Seksuele selectie beïnvloedt evolutie	17
L50	Ook kinderen zijn geëvolueerd	17
L51	Apen zijn net mensen – een kijkje in de spiegel	17
W52	De kracht van natuurbeelden in het onderwijs	17
W53	CRISPR/Cas9 begrijpen met modellen en simulaties	18
W54	Genen bestuderen met bio-informatica	18
W55	Vis, een zeer veelzijdig stukje leven	18
W56	Experimenteren met slijmschimmels	18
W57	Darwins Peepshow – een sexy snijpracticum	19
L58	De slang die Eva verleide	19
W59	Pubquiz en spelletjesavond	19

Programma vrijdag

09.00 – 10.00	Ontvangst en start informatiemarkt
10.00 – 10.15	Welkom
10.15 – 11.05	Lezing - plenair
11.05 – 11.30	Pauze & Informatiemarkt
11.30 – 12.45	1 ^{ste} ronde Workshops & Lezingen
12.45 – 14.00	Lunch & Informatiemarkt
14.00 – 15.15	2 ^{de} ronde Workshops & Lezingen
15.15 – 15.45	Pauze & Informatiemarkt
15.45 – 17.00	3 ^{de} ronde Workshops & Lezingen
17.00 – 18.30	Informatiemarkt & bar geopend
18.30 – 20.00	Diner
20.00 – 21.00	Avondlezing - plenair
21.15 – 01.00	Pubquiz en educatieve spelletjesavond en de band <i>Rosehip</i>

Programma zaterdag

08.00 - 09.00	Ontbijt
09.00 - 10.15	4 ^{de} ronde Workshops & Lezingen
10.15 - 10.45	Pauze
10.45 - 12.00	5 ^{de} ronde Workshops & Lezingen
12.15 - 12.30	Afsluiting
12.30 - 13.30	Lunch & vertrek

Let op! Belangrijke informatie

De inschrijving start maandag 19 november om 16:00 uur alleen voor NIBI-leden
Vanaf woensdag 21 november om 16:00 uur is de inschrijving open voor iedereen

Routebeschrijving Congrescentrum 'De Werelt'

Congrescentrum De Werelt
 Westhofflaan 2
 6741 KH Lunteren
 0318-484641

Contactpersoon is Anita Radstaat

Bereikbaarheid

Met de auto:

- Vanaf de A1 (Amsterdam–Apeldoorn/ Apeldoorn–Amsterdam)
 - afslag Barneveld/Ede (A30), richting Ede
 - afslag Lunteren (lees verder bij 'In Lunteren')
 - Vanaf de A12 (Utrecht– Arnhem/Arnhem– Utrecht)
 - afslag Ede-Noord/Barneveld (A30)
 - afslag Lunteren (lees verder bij 'In Lunteren')
 - Vanaf de A15 (Rotterdam–Nijmegen/ Nijmegen–Rotterdam)
 - afslag Kesteren (N233); richting Rhenen/ Veenendaal
 - bij volgende rotonde richting Veenendaal
 - bij volgende rotonde Veenendaal-West aanhouden (tweede afslag)
 - volg N224 tot aan A30
 - neem de A30 richting Lunteren
 - afslag Lunteren (lees verder bij 'In Lunteren')
- In Lunteren
- Volg 'Alle Richtingen' Rondweg Westzoom, dus niet door het centrum.
 - Aansluitend de ANWB-borden 'De Werelt' volgen.



Openbaar vervoer:

Per trein is Lunteren bereikbaar vanuit Amersfoort en Ede-Wageningen.

De wandeling vanaf NS-station Lunteren naar Congrescentrum De Werelt duurt ongeveer 15 minuten. Er rijden pendelbusjes van NS-station Lunteren naar De Werelt op vrijdag tussen 9:00 – 10:00 en terug van 20:15 – 21:30 uur.

De Europazaal waar 650 bezoekers in passen.

bvj

MAX METHODE BIOLOGIE

Nieuwe editie Biologie voor jou

voor de onderbouw

De kracht van Biologie voor jou

- Duidelijk onderscheid in kennis- en inzichtopdrachten
- Practicumleerlijn voor ontdekkend leren en onderzoeken
- Boek en online versterken elkaar
- Samenhang van de biologie als rode draad

Bestel je beoordelingsexemplaar bij de Malmbergstand of via www.biologievoorjou.nl.

MALMBERG
 a Sanoma company

**Kom
 verder**

Darwin comes to town

Evolutie in actie bij de natuur in de stad

**Menno Schilthuizen –
evolutiebioloog bij Naturalis
en de Universiteit Leiden en
schrijver**



Menno Schilthuizen (1965) is als evolutiebioloog en -onderzoeker verbonden aan Naturalis Biodiversity Center in Leiden en als hoogleraar aan de Universiteit Leiden. Hij schrijft regelmatig over evolutie en biodiversiteit voor allerlei binnen- en buitenlandse bladen, waaronder The New York Times, New Scientist en Science. Ook schreef hij Darwins peepshow. Zijn nieuwste boek Darwin in de stad werd bekroond met de Jan Wolkersprijs.

L1

**Plenaire ochtendlezing
vrijdag 10:15-11:05 uur**

Fossiele ammonieten of dinosauriërs als de Tyrannosaurus zijn iconen van evolutie. Bewijs dat de wereld er in de oertijd gans anders uitzag. Evolutie is dan ook iets van miljoenen jaren geleden en gaat traag denk je misschien. Trager dan de baardgroei van Darwin. Maar niets is minder waar. Want *Darwin comes to town*. In de stad kunnen we de evolutie in actie betrappen. In deze lezing neemt evolutiebioloog en schrijver Menno Schilthuizen je mee op safari door de stad. Want daar lijkt de evolutie een nieuwe wending te nemen. Hoe ziet deze stadsevolutie er uit? Zomaar een denkbeeldig balkonnetje ergens in Amsterdam-West. Hier heeft een vrouwtjesmerel een nest gebouwd met een nogal onorthodoxe constructie. De vogel is begonnen met een traditioneel ontwerp van takjes en mos, maar besloot toen kennelijk om eens iets gek te doen en gebruikte allerlei materialen die in de binnenstad makkelijk voorhanden zijn: slierten plastic, elastiekjes en staaldraad uit een vergane autoband. Zo'n merel, nestelend middenin een drukke menselijke omgeving, zag je anderhalve eeuw geleden echt niet. Toen was Turdus merula overal in Europa nog een bosvogel die zich zelden in de stad vertoonde. Maar ergens in de eerste helft van de negentiende eeuw begonnen merels in Duitsland zich in steden te vestigen. Daarvandaan breidde het urbane gedrag zich als een olievlek uit en tegen het midden van de twintigste eeuw waren er stadsmers in bijna alle Europese steden.



Deze voorliefde voor de stad is geen modegril. Onderzoekers ontdekten dat stadsmers op allerlei manieren zijn aangepast aan het urbane leven. Ze zingen met hogere tonen, waarmee ze boven het rumoer van het verkeer uit komen. Ze migreren niet meer; in de stad is er het hele jaar te eten. En ze zijn minder stressgevoelig, omdat de vadsige stadskat makkelijk te ontwijken is. Veel van deze verschillen hebben een erfelijke component. Met andere woorden: de stadsmers is een product van wat tegenwoordig Hirec wordt genoemd: Human-Induced Rapid Evolutionary Change. De stadsevolutie voltrekt zich niet alleen bij merels.

Stadsdruiven ontwikkelen een detox-verenkleed, brugspinnen ontwikkelen een erfelijke voorkeur om hun web in de buurt van lampen te bouwen waardoor insecten sneller in hun webben vliegen. En onkruid op straat krijgt een heel eigen type zaden. Dankzij evolutionaire aanpassing die zich voltrekt met snelheden waar Darwin niet van had durven dromen, raken mens en stadsnatuur steeds beter op elkaar ingespeeld en wordt een nieuw hoofdstuk in de evolutie van het leven op aarde ingeluid. Een hoofdstuk waarin, helaas, veel biodiversiteit verdwijnt, maar ook splinternieuwe dier- en plantensoorten het licht zullen zien.

Evolutie voor mensen met haast

van Darwin tot dna

L2

**Plenaire avondlezing
vrijdag 20:00-21:00 uur**

**Edwin Pos – evolutionair ecooloog
Universiteit Utrecht**



Edwin Pos (1987) is een evolutionair ecooloog aan de Universiteit Utrecht. Hij doet onderzoek naar de koppeling tussen evolutie en ecologie om patronen in de diversiteit van het leven te kunnen verklaren: van bomen in de Amazone tot honden, virussen en graslanden in ons eigen Nederland. Naast zijn onderzoek geeft hij les in de evolutiebiologie aan bijna 500 studenten per jaar in diverse cursussen en is hij af en toe te vinden het regenwoud van Zuid-Amerika.

Ooit wel eens afgevraagd in hoeverre je zelf verwant bent aan een boom? Of een vlinder? Wat dacht je van de hond van de burens? De evolutietheorie vertelt ons dat alle levende wezens op aarde en misschien zelfs wel op andere planeten aan elkaar verwant zijn. Vrijwel alles wat we in de natuurlijke wereld om ons heen waarnemen kunnen we goed verklaren aan de hand van deze theorie. Maar hoe werkt evolutie nou eigenlijk en hoe kunnen we dat zien?

Miljarden jaren geleden begon het leven als simpele zelf replicerende moleculen maar vanuit dat eenvoudige begin ontstonden er eindeloos mooie en meest wonderlijke organismen, allemaal aan elkaar verwant via de grote boom van het leven, door het proces van evolutie. En evolutie stopt nooit. Wij zijn allemaal verwant aan elkaar en ook nu zijn er nog steeds veranderingen. Evolutie is dus *altijd* in actie en zal dat blijven zolang er ergens leven is in ons universum. Maar evolutie heeft meestal geen haast. Het duurt vaak lang en verandering is niet altijd op het eerste gezicht goed te zien totdat generaties van kleine veranderingen zich opstapelen. In deze lezing van een uur gaan we dieper in op dit grootste spektakel dat deze wereld ooit heeft gezien of ooit zal zien. Een paar miljard jaar in een uur: over haast gesproken!

In een reis door ons eigen verleden en aan de hand van diverse voorbeelden neemt Edwin Pos jullie mee in deze abstracte wereld die normaal



over ontelbare hoeveelheden generaties plaats neemt. Hij laat zien dat natuurlijke selectie veel kan verklaren van wat we om ons heen zien, maar dat ook evolutie soms op een dood spoor terechtkomt of dat allerlei onverwachte gebeurtenissen deze richting aanzienlijk kunnen veranderen. In een uur gaan we van Darwin tot dna en alles wat er tussenin ligt om aan de hand van sprekende voorbeelden een live show te geven van evolutie waarbij ook het publiek niet stil zal zitten: niemand kan immers ontsnappen aan de veranderingen van het leven door evolutie...

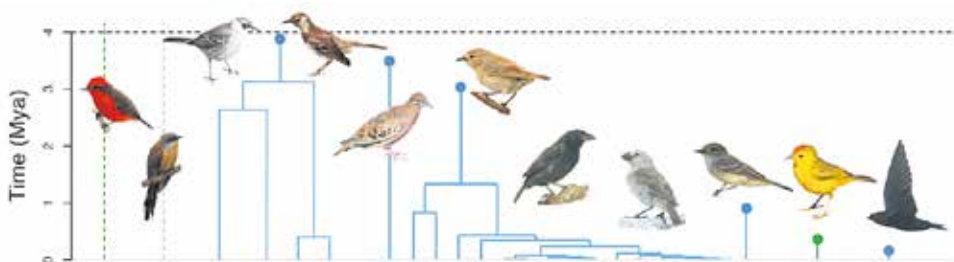
Wat zegt dna over biodiversiteit uit 't verleden

Rampal Etienne – hoogleraar theoretische en evolutionaire ecologie, Rijksuniversiteit Groningen

Doelgroep: docenten bovenbouw havo/vwo
Werkvorm: lezing
Materiaal: powerpoint komt beschikbaar via www.nibi.nl

L3

In de laatste 20 jaar heeft de moleculaire biologie een hoge vlucht genomen. We zijn nu in staat routinematig het dna van organismen te isoleren. Door dit van veel soorten te doen, kunnen we ons een beeld vormen van de evolutionaire relaties tussen individuen van dezelfde soort of verschillende soorten. Maar kunnen deze relaties ons ook iets vertellen over de aantallen soorten in het verleden bestonden? En kunnen we voorspellen of er een limiet is aan het aantal soorten? En wat is de invloed van de mens, in het verleden en in de toekomst? Tijdens deze presentatie zal ik jullie meenemen in mijn zoektocht naar het antwoord op deze vragen. Tijdens deze tocht maak ik gebruik van wiskundige modellen. Hoewel er nauwelijks wiskunde in de presentatie zal zitten, laat ik wel zien hoe de wiskunde ingezet kan worden in de biologie.



Dubois' zoektocht naar de 'missing link'

Paul Storm – antropobioloog met jarenlange ervaring in de Collectie Dubois van Naturalis en docent biologie bij de Hogeschool Rotterdam

Doelgroep: docenten biologie en anderen die geïnteresseerd zijn in de evolutie van de mens of het levenswerk van Eugène Dubois
Werkvorm: lezing
Materiaal: boek en artikelen kunnen vrij worden gedownload op de website www.oermens.nl

L4

Bezeten van het idee om de 'missing link' te vinden tussen mens-aap en mens, gaf Eugène Dubois (1858-1940) in 1887 zijn carrière in Nederland op en reisde met vrouw en kind naar Indonesië. Het was zoeken naar een speld in een hooiberg. Enorm veel doorzettingsvermogen heeft hem uiteindelijk bij het Javaanse plaatsje Trinil succes opgeleverd. Hier vond hij een kies, een schedelkapje en een dijbeen dat hij toeschreef aan één en hetzelfde wezen. Vanaf het moment dat hij zijn vondsten in 1894 presenteerde als zijnde de 'missing link', *Pithecanthropus erectus*, zijn ze onderwerp geweest van hevige discussies. Dubois is er in de verhalen die er over hem zijn geschreven niet altijd even goed vanaf gekomen. Dit vond Dubois zelf zorgwekkend; in 1931 merkte hij op: 'Nu ik oud ben denk ik terug aan mijn leven en tracht mijn eigen waarde te bepalen. Nu geloof ik dat ik altijd onderschat ben. In de meeste boeken word ik voorgesteld als de eerste de beste militaire arts die toevallig een belangrijke vondst deed.'



Dubois kan gezien worden als de vader of zo je wilt, één van de belangrijkste vaders van het vakgebied paleoantropologie. De ironie is dat dit wetenschapsgebied nauwelijks tot bloei is gekomen binnen onze landsgrenzen. Vraag is hoeveel mensen betrokken bij biologieonderwijs op de hoogte zijn van Dubois' bijdrage? Met andere woorden: hoog tijd om geïnteresseerden nader te informeren over Dubois' zoektocht naar de 'missing link'.

De evolutie van het plantenrijk

Roy Erkens – evolutiebioloog Universiteit Maastricht

Doelgroep: docenten biologie (en andere bètavakken) in bovenbouw havo/vwo
Werkvorm: lezing
Materiaal: powerpoint komt beschikbaar op www.nibi.nl

L5

De indeling van het plantenrijk heeft de laatste jaren grote verandering ondergaan. Dit heeft te maken met vernieuwde inzichten in de evolutionaire relaties tussen en binnen de grote groepen van het plantenrijk. Tot ongeveer dertig jaar geleden werden bijna alle evolutionaire relaties bepaald op basis van uiterlijke kenmerken, maar vandaag de dag op basis van *high throughput dna sequencing*. Deze technieken leveren een enorme hoeveelheid data en dragen bij aan het verder uitbouwen van onze kennis over de evolutie van het plantenrijk.

In deze lezing wordt een overzicht gegeven van de patronen in de evolutie van het plantenrijk. Welke grote groepen worden vandaag de dag erkend en wat zijn de relaties tussen deze groepen. Zo zijn bijvoorbeeld de begrippen 'mos' en 'gymnosperm' niet meer zo eenduidig als vroeger. Binnen de bloemplanten weten we nu dat niet de magnolia maar een plant uit Nieuw Caledonië de eerste (nog levende) aftakking is. Dat de monocotylen en dicotylen niet meer elkaars nauwste verwanten zijn, is misschien al bekend, maar hoe liggen de relaties dan? Deze en andere vragen zullen aan bod komen.

Tot slot, wordt ook ingegaan op het begrip *dna-barcoding*. Hoe makkelijk of ongemakkelijk is het om planten te herkennen aan een klein stukje dna, zoals dat bij dieren kan. Wat hebben we geleerd over de evolutie van plantengenomen en wat zijn enkele opvallende verschillen met het dna van dieren?



Flipping the Classroom: evolutie in 't onderwijs

Amina el Ouati – biologiedocent Artecollege Almere en Youtube juf (juf Aminozuur)

Doelgroep: docenten die meer willen weten van flipping the classroom
Werkvorm: introductie over flipping the classroom en daarna filmpje maken achter de laptop
Materiaal: ideeën voor flipping the classroom worden gedeeld

W6

Je wil het liefst je leerlingen zo goed mogelijk begeleiden. Daarbij hoort dat je ze zoveel mogelijk individueel en op hun eigen niveau verder helpt. Differentiëren in de les: helemaal van deze tijd. Althans, zo lijkt het. In de zeventiende eeuw werd op dorpsscholen ook al gedifferentieerd: leerlingen van alle leeftijden zaten bij elkaar en kregen van de meester een eigen opdracht. Zij kwamen twee keer per dag bij de lessenaar en daar werd de opdracht nagekeken. Hoofdelijk onderwijs werd dat genoemd. In 1806 werd dat verboden, toen de onderwijswet werd aangenomen. Wat is er sindsdien veranderd? Hoe zorgen we er nu voor dat leerlingen op hun eigen niveau les krijgen? Hoe kunnen we digitale middelen daarbij gebruiken? In deze workshop krijg je eerst een korte inleiding over de evolutie van het onderwijs en een instructie over Flipping the Classroom: hoe je zelf een filmpje opneemt en hoe je deze kunt inzetten om te differentiëren in de les. De rest van de workshop ben je achter de laptop en voor de camera in tweetallen aan het werk om een filmpje te maken over een onderwerp binnen de evolutie dat je straks in de les kunt gebruiken.

Deze workshop is bedoeld voor lesmateriaalontwikkelaars of docenten die zich willen ontwikkelen op het gebied van digitale didactiek, juist voor alle jaarlagen en niveaus van onderwijs. Je krijgt een stappenplan mee waarmee je het thuis of op school nog eens dunnetjes over kan doen.



Seksueel gedrag van mens en mensapen bekeken

Wim Launspach – auteur van de methode *Biologie? Zelf doen!*

Doelgroep:

docenten h/v onderbouw en bovenbouw

Werkvorm:

start met een interactieve lezing en dan een stamboom

Materiaal:

handout komt beschikbaar



W7

Nee, we stammen inderdaad niet af van de chimpansee! Maar we hebben wel een gemeenschappelijke voorouder. Is ons seksueel gedrag beter te verklaren, wanneer we meer over onze voorouders weten?

Ondanks een gemeenschappelijke voorouder vertonen chimpansees, bonobo's en mensen heel verschillend seksueel gedrag. Wanneer we de seksuele anatomie en seksueel gedrag van chimpansees, bonobo's en mensen en ook verdere verwanten als gorilla's en orang oetans door een evolutionaire bril bekijken ontstaat er een interessant beeld. In de workshop inventariseren we voorkennis, geef ik een korte interactieve lezing over de verschillen de mensapen en hun leefwijze. Ik zal zowel ingaan op anatomische als gedragsverschillen; hoezeer chimp, bonobo en mens lichamelijk ook op elkaar mogen lijken, rondom seks, machtsverhoudingen en kindersorg hebben ze in hun evolutie verrassenderwijs andere routes genomen. De kennis uit de lezing verwerken we in een stamboom van seksueel gedrag en machtsverhoudingen bij mensapen (werkblad uit *Biologie? Zelf doen!*). Tot slot bespreken we deze werkvorm.

Hoewel het werkblad voor 2-vwo gemaakt is, is het materiaal ook interessant voor de bovenbouw. Deze workshop geeft je een manier om (seksueel) gedrag door een evolutionaire bril te bekijken. Het geeft inzichten in verschillen tussen mensapen en het kan vragen oproepen bij leerlingen over menselijk seksueel gedrag.

De kracht van natuurbeelden in het onderwijs

Lotte van den Berg – netwerk-coördinator Bètapartners en mede-organisator van het Wildlife Film Festival Rotterdam

Doelgroep:

docenten biologie (en andere vakken) in onderbouw en bovenbouw die graag eigen onderwijs ontwikkelen

Werkvorm:

workshop. Korte inleiding over film in de klas, vervolgens zelf aan de slag met verschillende werkvormen om je lessen te verrijken, en tot slot een plenaire afsluiting waarin je je bevindingen deelt en feedback geeft op anderen

Materiaal:

handleiding is beschikbaar



W8

Natuurdocumentaires worden steeds populairder en komen ook steeds makkelijker beschikbaar, bijvoorbeeld op Netflix. Dit biedt geweldige mogelijkheden voor in de klas. Maar hoe pak je dat aan? Waar vind je de juiste film(clips), hoe laat je het goed aansluiten op de lesstof en hoe zorg je ervoor dat het niet een les 'video kijken' wordt waar niets van blijft hangen?

We gaan binnen het thema evolutie aan de hand van voorbeelden aan de slag om filmfragmenten te integreren in je lessen en daar relevante opdrachten bij te ontwikkelen. Je leert hoe je leerdoelen, (mis)concepten, context en beschikbaar filmmateriaal combineert tot uitdagende, verrijkende lessen die passen binnen het curriculum. En als bonus krijg je onbeschrijflijk mooie natuurbeelden te zien uit enkele films die op het Wildlife Film Festival Rotterdam gedraaid hebben.

Na deze workshop heb je een mooie opdracht ontwikkeld en daar feedback op gekregen, die je direct in de klas kunt inzetten. Dat niet alleen: door te hebben geoefend met deze werkvormen is het mogelijk om bij elk filmfragment een relevante opdracht verzinnen, zodat je thuis ook verder kunt. Tot slot zijn deze tools uitstekend in te zetten voor alerhande onderwijsontwikkeling, niet alleen waar het film betreft.

Evolutie-simulatiepractica in de bovenbouw

Ilse Adema en Frank van Wielink – docenten biologie, Pax havo/vwo, Druten

Doelgroep:

docenten biologie bovenbouw havo/vwo

Werkvorm:

korte algemene introductie, daarna practica uitvoeren in carrousel, korte nabespreking

Materiaal:

je krijgt de lessenserie op papier en digitaal mee naar huis



W9

Onze leerlingen krijgen een zeer praktische lessenserie over evolutie die we verzameld hebben uit allerlei bronnen. In deze workshop laten we vijf van deze praktische werkvormen zien. Ook krijg je zo een beeld dat je door goed gebruik te maken van allerlei beschikbaar lesmateriaal een leuke consistente lessenserie kunt maken. De lessenserie splitst zich grofweg in drie thema's uit: het proces van evolutie (opdracht 1), bewijzen voor het verloop van de evolutie (opdrachten 2, 3 en 4) en menselijke evolutie (opdracht 5).

1. Practicum selectie (selectie door mimicry, variant op het 'kralenpracticum')
 2. Fossielen: reconstructie van een fossiel van *Ambulocetus sp.* (uit de BOS-evolutielessenserie van Horst Wolter en Rob van Woerkom)
 3. Verwantschap herkennen in anatomie: dissectie sprinkhaan (*Locusta migratoria*) met toelichting over de evolutionaire positie (naar eerstejaarspractica biologie RU)
 4. Homologie in dna/eiwitten: Bio-informatica-opdracht waarin je zelf een alignment en fylogenetische stamboom maakt van een eiwit naar keuze (eigen opdracht met behulp van het Navigene-instrument van www.bioinformaticaindeklas.nl)
 5. Migratieroute mens bepalen aan de hand van SNP's (single nucleotide polymorphisms –in dit geval in mtdna en Y-dna) (van Biowetenschappen en Maatschappij, cahier 'Evolutie zit in je genen').
- Er zal te weinig tijd zijn om in de workshop alle practica geheel uit te voeren, je zult dus moeten kiezen. De handleidingen krijg je mee naar huis zodat je zelf ook praktisch aan de slag kunt met je leerlingen.

Leren zichtbaar maken met formatief evalueren

Sofie Faes – docent biologie Heerbeek college mavo, havo, vwo

Doelgroep:

docenten biologie

Werkvorm:

eerste deel is een interactieve lezing, daarna zelf materiaal ontwikkelen.

Materiaal:

diverse les ideeën, powerpoint presentatie met bronnen, zelftest over formatief evalueren

W10

Formatief evalueren is een actueel thema. Maar hoe pas je dit eenvoudig toe in je eigen lessen? In de deze workshop ervaar je verschillende werkvormen waarmee je snel het leren van je leerlingen zichtbaar kunt maken. Ook kijken we naar de inzet van formatieve toetsen als middel om leerlingen meer zelf sturing te laten geven aan hun leerproces. De voorbeelden gaan over diverse thema's zoals ademhaling, voeding en evolutie.

De uitleg bevat veel voorbeelden uit de klas waarvan je er een aantal zelf gaat ervaren. Aansluitend is er tijd om de ideeën in eigen materialen om te zetten die komende week direct bruikbaar zijn.

Deelnemer over deze workshop:

'Leuke workshop die me veel nieuwe ideeën heeft gegeven! Met name om de uitdaging aan te gaan om meer feedback zonder cijfer te formuleren voor mijn leerlingen!'



Cellen onder de microscoop in een nieuw jasje

Piet Blankers en Rob Sanders
– biologiedocenten Heerbeeck College Best

Doelgroep:
docenten die hun microscopiepracticum willen updaten

Werkvorm:
microscopiepracticum met cellen en camera's en laptops

Materiaal:
practicumhandleiding wordt uitgedeeld

W11

'De cellen van prokaryoten zijn veel kleiner dan die van eukaryoten. Organellen zijn ontstaan door endosymbiose. Het volume van een cel is ongeveer 1 picoliter. Plastiden kunnen van de ene vorm in de andere vorm overgaan.'

Dit soort beweringen laten we leerlingen leren. Maar het blijft abstracte theorie. Die theorie proberen we wat minder abstract te maken door leerlingen met de microscoop te laten werken. En vaak zijn dit dezelfde practica: cellen van de uienrok; cellen van het wangslijmvlies; gistcellen. Maar heb je er ooit bij stil gestaan waarom bijvoorbeeld die uienrokcellen favoriet zijn in de microscopie? Hebben cellen inderdaad het volume dat de theorie beweert? En als chloroplasten van een tomaat bij het rijpen veranderen in chromoplasten, blijven ze dan even groot?

De vakgroep biologie van het Heerbeeck College in Best heeft het microscopieprogramma in een nieuw jasje gestoken. We gebruiken de (klassieke) microscoop en combineren dat met software op onze laptops. Leerlingen onderzoeken in teams hoe groot verschillende typen cellen en organellen. We meten en rekenen in micrometers (μm). Aan de hand van aangeboden theorie en onderzoeksvragen dwingen we leerlingen om kritisch na te denken over hun resultaten.

In deze workshop leert je hoe je gebruik kunt maken van microscopen met een webcam en gratis software van MiCam.



EvoScope - evolutie in de stad

Niels Kerstes – onderzoeker EvoScope Naturalis Biodiversity Center
Jeroen van der Brugge – educatief ontwikkelaar Naturalis Biodiversity Center

Doelgroep:
docenten biologie havo en vwo

Werkvorm:
uitvoeren en bespreken van enkele activiteiten uit het citizen science programma rond evolutie in de stad: EvoScope

Materiaal:
informatie over EvoScope en onderzoeksmaterialen

W12

2019 start Naturalis Biodiversity Center met het evolutieproject EvoScope. Aan de hand van zes kleine citizen science-modules kunnen leerlingen en andere geïnteresseerden bijdragen aan het onderzoek naar evolutie van planten- en diersoorten in de stadse jungle.

In zijn boek *Darwin in de stad* beschrijft Naturalis-onderzoeker (en key-note speaker op deze NIBI-conferentie) Menno Schilthuizen hoe allerlei soorten planten en dieren overleven in de stad en zich aanpassen aan de vele uitdagingen die in de stad aanwezig zijn, zoals een overmaat aan licht, geluid, warmte, verstening en vervuiling.

De EvoScope citizen science modules geven een inkijkje in de eisen die de stad stelt aan haar bewoners en hoe de natuur daar mee omgaat. Door mee te doen aan het onderzoek maak je evolutie van heel dichtbij mee. Verschuift de kleur en bandering op de huisjes van tuinslakken door temperatuurstijging? Verandert het gewicht en de vorm van zaden van paardenbloemen door verstening van de ondergrond? Maar ook veranderingen in gedrag bij kauwtjes en koolmezen om zo de kansen die de stad ook biedt, te benutten.

Ben je benieuwd wat EvoScope jouw leerlingen te bieden heeft? Meld je dan aan voor deze workshop en laat je informeren, probeer een module uit en help ons verder met je commentaar.



Nectar

Nectar brengt samenhang tussen biologische onderwerpen

Nectar is de enige methode die samenhang aanbrengt tussen de verschillende biologische onderwerpen. U kunt elke leerling op zijn eigen niveau meenemen in de wondere wereld van de biologie door de vele mogelijkheden tot differentiëren in het boek en online.

Wilt u Nectar zelf ervaren? Kom naar onze stand en vraag het beoordelingspakket aan of kijk op nectar.noordhoff.nl.

'Door differentiatie leren leerlingen met meer plezier en dat zie je terug in de resultaten.'

Docent biologie tijdens marktonderzoek Nectar

Noordhoff Uitgevers

Iedereen leert



De razendsnelle evolutie van virussen

Ron Fouchier – viroloog, Erasmus universiteit

Doelgroep:
docenten h/v bovenbouw

Werkvorm:
lezing

Materiaal:
de razendsnelle evolutie van virussen

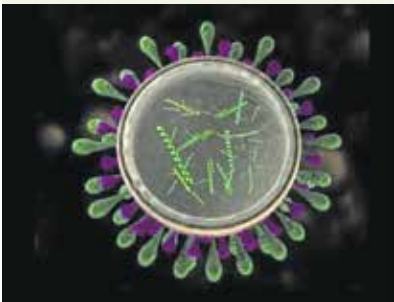
L13

Virussen evolueren razendsnel. Zo snel zelfs, dat we hun evolutie 'in real time' kunnen bestuderen en dus niet afhankelijk zijn van fossielen. De hoge mutatie-frequentie, snelle voortplanting en enorme populatiegrootte van virussen maakt ze tot geweldige studieobjecten om evolutieprocessen in detail in het lab te onderzoeken. De snelle evolutie van virussen heeft daarnaast ook grote consequenties voor de volksgezondheid, wat een tweede belangrijke reden is voor veel onderzoek aan virus-evolutie om onze kennis te vergroten.

Door de snelle evolutie van HIV is AIDS niet te behandelen met 1 geneesmiddel; er zijn 3 middelen of meer nodig om ontwikkeling van resistentie van het virus tegen virusremmers tegen te gaan.

Voor griepvirussen moet de griepvaccin bijna jaarlijks worden aangepast omdat ook griepvirussen continu muteren en het vaccin van dit jaar dus slecht bescherming biedt tegen de virussen van volgend jaar. De dreiging van (griep-)virussen uit dieren die overspringen naar mensen om in deze nieuwe gastheer vervolgens voor wereldwijde uitbraken (pandemieën) te zorgen is ook een schoolvoorbeeld van natuurlijke selectie, waarbij 'mutanten' een voordeel hebben ten opzichte van het 'wildtype' en zo voor problemen kunnen zorgen.

In deze lezing zal ik aan de hand van griepvirussen uitleggen hoe 'mutaties' en 'natuurlijke selectie' uit de evolutieleer kunnen leiden tot nieuwe inzichten, met belangrijke implicaties voor volksgezondheidsvraagstukken. Daarnaast komen saillante details aan de orde over de rol van virussen bij onze eigen evolutie; hoe komen wij eigenlijk aan een placenta?



Hoe krijg je malaria de wereld uit?

Bart Knols – medisch entomoloog, Radboud Universiteit

Doelgroep:
docenten biologie havo/vwo bovenbouw

Werkvorm:
lezing

Materiaal:
slides met uitleg worden beschikbaar gesteld voor gebruik in de klas

L14

Malaria is een parasitaire infectieziekte die jaarlijks nog steeds veel slachtoffers eist, met name jonge kinderen en zwangere vrouwen in Afrika. Ondanks het feit dat we klamboes hebben, insecticiden, en goedwerkende medicijnen. Hoe kan , dan malaria nog steeds zo'n groot probleem vormen? Hoe krijgen we malaria de wereld uit?

Het antwoord op deze vraag is niet makkelijk en kent vele aspecten, maar is in ieder geval het gevolg van evolutie. Deze drijvende kracht zorgt ervoor dat de parasiet telkens weer resistent wordt tegen (nieuwe) medicijnen, en dat muggen niet langer gedood worden door oude en nieuwe insecticiden. Maar ook de ecologische en biologische interacties tussen mens, mug en parasiet is een evolutionair slagveld. We zullen verschillende voorbeelden belichten tijdens deze lezing.

- Waarom bijt een Afrikaanse malariamug bij voorkeur volwassenen? Evolutie.
- Waarom manipuleert de parasiet het gedrag van de malariamug? Evolutie.
- Hoe zijn sikkelcelziekte en malaria verweven? Evolutie.

We zullen stapsgewijs aan de slag gaan: Eerst malaria's levenscyclus doornemen, dan vanuit historisch perspectief kijken naar oplossingen voor bestrijding, en dan de lange reeks van valkuilen bespreken waardoor die bestrijding stagneert. Uiteindelijk gaan we gezamenlijk op zoek naar duurzame oplossingen die 'evolution-proof' zijn. De lezing zal zo worden ingericht dat die nadien (met behulp van slides en ondersteunend materiaal) ook in de klas kan worden gegeven.



Evolutie in actie bij micro-organismen

Arjan de Visser – hoogleraar evolutionaire genetica, Wageningen Universiteit

Doelgroep:
docenten biologie (en andere bètavakken) in de bovenbouw havo/ vwo

Werkvorm:
lezing

Materiaal:
powerpoint komt beschikbaar op www.nibi.nl

L15

Nieuwe infectieziekten, kanker en het probleem van antibioticum-resistentie laten zien dat evolutie dagelijkse realiteit is. Maar snelle evolutie van micro-organismen is niet alleen een bedreiging; het biedt ook de mogelijkheid om 'evolutie in actie' in het laboratorium te onderzoeken onder gecontroleerde omstandigheden. Dankzij dit onderzoek krijgen we steeds beter zicht in de mechanismen die evolutie sturen. Dit biedt zelfs mogelijkheden toekomstige evolutie te voorspellen, zodat we waar nodig kunnen ingrijpen in evolutionaire processen die ongewenst zijn.

In mijn lezing laat ik zowel de problemen als de onderzoeksmogelijkheden van evolutie in actie met micro-organismen aan bod komen. Centraal staat de vraag in welke mate het verloop van evolutie voorspelbaar is en wat dit verloop van evolutie bepaalt. Ik zal dit toelichten aan de hand van ons onderzoek aan de evolutie van antibioticumresistentie bij bacteriën.



De evolutie van de plantenlevenscyclus

Roy Erkens –evolutiebioloog Universiteit Maastricht

Doelgroep:
docenten biologie (en andere bètavakken) in bovenbouw havo/vwo

Werkvorm:
korte inleiding en dan in tweetallen aan de slag met met mossen, varens en bloemplanten. Met korte nabespreking over de inpasbaarheid van de opdrachten in de klas

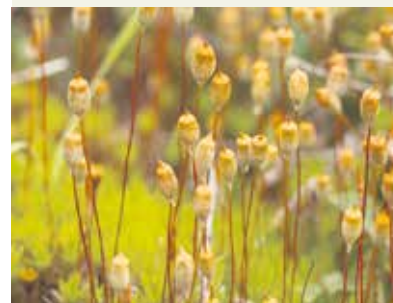
Materiaal:
de gebruikte opdrachten komen beschikbaar op www.nibi.nl

W16

De bloemplanten zijn de meest soortenrijke groep binnen het plantenrijk. De bloem is de meest belangrijke evolutionaire aanpassing van deze groep en bestaat in vele varianten. Bloemen zijn het product van een lange evolutionaire lijn, die begon bij de groene algen. Alhoewel de anatomie van de bloem relatief eenvoudig lijkt, is het begrijpen van het proces van bestuiving en bevruchting vaak lastig. De vele structuren en termen zorgen voor veel verwarring bij leerling en docent!

Voor een goed begrip van de processen van bestuiving en bevruchting, kan het kijken naar eerdere evolutionaire vormen helpen. Door het bestuderen van vier hoofdgroepen van het plantenrijk, die ook in Nederland voorkomen, kunnen de evolutionaire stappen die hebben geleid naar de bloem worden geïllustreerd. Hierbij wordt duidelijk dat een toeneemende aanpassing aan droogte en een verbeterde bescherming van het embryo (wat samenhangend met de eerste trend), twee belangrijke factoren zijn geweest het ontstaan van bloemen (naast de co-evolutie met bestuivers).

Bij deze workshop ga je zelf levend materiaal bestuderen van mossen, varens, naaldbomen en bloemplanten. Aan de hand van een basisschema van een plantenlevenscyclus ontdek je hoe de verschillende voortplantingsstructuren bij deze groepen met elkaar samenhangen. Je zult ook zien dat bloemplanten nog steeds twee multicellulaire fases hebben in hun levenscyclus, net zoals mossen en varens. Uiteindelijk begrijp je de complexiteit van bloemplanten vanuit de eenvoudige principes zichtbaar bij mossen.



Hoe *Nectar* evolueert van klas 1 t/m 6

Petra van der Zanden – senior Uitgever Biologie Noordhoff Uitgevers

Doelgroep: docenten onderbouw en tweede fase
Werkvorm: interactieve lezing
Materiaal: *Nectar* boeken + online



iL17

Wil je ideeën opdoen voor je lessen Evolutie? Kom dan naar de workshop over *Nectar* en maak kennis met de inspirerende opdrachten voor de onderbouw en de tweede fase die deze methode biedt. Hoe overleven Tibetanen op een hoogte van 4000 meter en kun je met gericht fokken tamme vossen krijgen? Je leerlingen krijgen antwoord op deze en vele andere vragen als zij werken met *Nectar*.

Natuurlijk is Evolutie geen op zichzelf staand onderwerp. *Nectar* legt daarom expliciet verbanden met de stof die al behandeld is en zo leren leerlingen over de samenhang tussen de talrijke concepten. En wil je graag differentiëren? Dan zit je hier goed, want vanaf de allereerste paragraaf is differentiatie aanwezig zowel voor de leerling die wat extra hulp kan gebruiken als voor de leerling die toe is aan extra uitdaging. En wil je volledig digitaal werken, of uit het boek of met een combinatie van beide? Met *Nectar* beslis je dit zelf en werk je met het materiaal dat het beste bij je past.

Nieuwsgierig? Kom dan naar deze workshop en maak kennis met het nieuwste lesmateriaal voor de onder- en bovenbouw van *Nectar*. Na afloop van de workshop kun je boeken meenemen naar huis om ze nog eens rustig te bekijken.

Evolutie uitbeelden in de klas

Caspar Geraedts – lerarenopleider, Vrije Universiteit Amsterdam Ingeborg van der Neut – docent Ludgercollege, Doetinchem

Doelgroep: docenten biologie (met name bovenbouw) die hun repertoire aan activerende werkvormen rondom dit thema willen uitbreiden
Werkvorm: workshop; verschillende activerende opdrachten uitproberen; ervaringen uitwisselen over hoe deze opdrachten het meest effectief zijn in te zetten
Materiaal: kant- en klaar lesmateriaal komt beschikbaar



W18

Natuurlijke selectie is een bijzonder complex proces, waar verschillende concepten op allerlei organisatieniveaus bij betrokken zijn. Een uitleg in woorden wordt daardoor al snel wat taai. En natuurlijke selectie is ook nog eens moeilijk in een plaatje te vatten. Maar gelukkig zijn er ook manieren om leerlingen natuurlijke selectie (en andere evolutionaire processen) zelf te laten ervaren. Net als de afgelopen vier NIBI-conferenties gaan we aan de slag met een aantal zogenoemde *uitbeeldpractica*: werkvormen waarbij leerlingen met tastbaar materiaal zelf biologische structuren en processen uitbeelden. Wij zijn er van overtuigd dat dergelijke werkvormen tot krachtige leerervaringen kunnen leiden. Regelmatig komen leerlingen er tijdens het doen achter dat ze nog niet precies begrepen hadden hoe het nou echt werkt. En voor docenten zijn dit soort werkvormen waardevol omdat ze het leren van de leerling, inclusief eventuele misconcepten, goed zichtbaar maken.

We willen nog niet alles verklappen, maar we kruipten deze workshop in ieder geval in de huid van een paleontoloog, en gaan in lagen sediment op zoek naar fossielen van *Ferridae* (de ijzerwarenfamilie). Op basis van de gevonden fossielen wordt vervolgens een stamboom geconstrueerd. In een ander practicum simuleren (en bestuderen) we het evolutionaire succes van verstopt-strategieën van eekhoortjes. Kortom, we gaan vooral heel doen deze workshop, en we maken daarbij zoveel mogelijk gebruik van huis-, tuin- en keukenmateriaal zodat je de ontwikkelde practica direct kunt toepassen in de klas.

De evolutie van toetsing bij biologie

René Westra – Westra Bio Education Öland (Zweden) (oud-docent biologie en toetsontwikkelaar)

Doelgroep: docenten biologie van vmbo, havo en vwo of hogeschool die geïnteresseerd zijn in de toegenomen mogelijkheden van toetsing in hun onderwijs
Werkvorm: interactieve lezing
Materiaal: allerlei toetsen en bijbehorende formats



iL19

Een toets kan laten zien in hoeverre leerlingen/studenten datgene kennen en/of kunnen wat we ze willen leren. Maar wat zijn specifieke voordelen, nadelen en/of mogelijkheden om digitaal te toetsen? En kan er ook volledig digitaal formatief getoetst worden in plaats van alleen maar summatief? In het biologieonderwijs wordt er al geruime tijd digitaal getoetst. Zo waren er de digitaal afgenomen Compex eindexamens op vmbo, havo en vwo in de jaren 2001-2010. Maar ook is er het CBT-systeem voor vmbo en sinds 2018, na een pilot, een compleet FACET-examen biologie voor vmbo-BB en KGT, ontwikkeld door Cito. Wanneer summatieve en formatieve toetsen digitaal worden afgenomen, dan bestaan er steeds meer mogelijkheden om tekeningen, foto's, maar ook video's, geluidsfragmenten en computermodellen in te zetten. Dat maakt de toetsen breder, minder talig en spectaculairder dan papieren toetsen. Bovendien zijn ze eenvoudiger te corrigeren en te analyseren dan de papieren versie. En voor het creëren van een individuele leerweg biedt digitaal toetsen veel meer en snellere mogelijkheden voor het geven van feedback dan toetsen op papier. Kortom: er is veel te verwachten op het gebied van digitaal toetsen en in de toekomst zal dit naar verwachting alleen maar toenemen. In deze interactieve lezing ga ik in op de verschillende ontwikkelingen en laat zien hoe digitaal toetsen er in de (nabije) toekomst uit zou kunnen zien, ook op jouw school of opleidingsinstituut. Materialen voor eigen toetsontwerp, maar ook voor direct gebruik zijn aanwezig.

Spoken Word om je lessen te verlevendigen

Peter 't Jong (Peter Spreekt) – docent biologie op Het Zuiderpark College in Rotterdam, auteur van de dichtbundel Leerdingen en Spoken Word Artiest

Doelgroep: iedereen die tekstschrijven wil inzetten in zijn of haar biologie- of mentorlessen
Werkvorm: workshop waarin je zelf teksten gaat schrijven
Materiaal: je eigen tekst en een mooie ervaring



W20

*'Als je b*tch wil chillen, is 't geen probleem
Dan ga ik erheen, ik kom niet alleen
Want ik heb drank en drugs, ik heb drank en drugs'*

Een stukje tekst uit muziek die populair is onder de leerlingen. Taal en rijm zitten bij de leerlingen ingebakken. Hoe mooi is het als je die drive kunt gebruiken om nieuwe teksten te creëren die gaan over je vak en hun toekomst in plaats van over drank en drugs?

Wil je met je leerlingen in een taalrijke omgeving aan de slag met je vak? Laat ze teksten schrijven, rapteksten, spoken word, geef het een naam. Als je met je leerlingen een stuk uit het tekstboek of een voorwerp kunt gebruiken als uitgangspunt voor een stuk poëzie, gedicht, spoken word dan biedt dat openingen tot een andere kijk op het onderwerp en wellicht ook tot een betere band onderling. Om dit proces in je lessen goed te kunnen begeleiden, is het fijn als je zelf ook gestoeid hebt met het schrijven van spoken word. In deze workshop zul je vanuit verschillende invalshoeken veel in de pen klimmen. Want verandering van perspectief kan je focus herstellen.

*'Alles wat ik doe, het lijkt misschien niet fair,
maar kijk even wat beter, gebruik je oculair
misschien denk je wel, die 't Jong, dat is geen lieve,
maar kijk nou eens een keertje goed, gebruik je objectieven.'*

Fossielen zijn dichterbij dan je denkt!

Petra van Zijtveld – docent biologie Windesheim Zwolle
Willeke Wijnhuizen – docent biologie Candea College Duiven

Doelgroep:
 docenten biologie, lesmateriaal-ontwikkelaars

Werkvorm:
 we gaan op de fiets op zoek naar fossielen in Lunteren

Materiaal:
 de opdracht komt digitaal beschikbaar

BW21

Fossielen zijn leuk om te gebruiken bij het behandelen van de theorie. Om met leerlingen fossielen te gaan zoeken is een hele onderneming. Opgravingen liggen meestal niet naast de deur en op excursie naar een opgraving of bijzondere plek in het buitenland past meestal niet in het PTA of budget. Maar: fossielen vind je dichterbij dan je denkt. Kijk eens in je vensterbank, leg je neus eens op de drempel, ga eens op je knieën bij een stoeprand. Met de juiste aanwijzingen vind je de mooiste fossielen in natuursteen. Gewoon in school, thuis of in je eigen dorp of stad. Hoe bijzonder is het voor leerlingen om zelf fossielen te zoeken en te vinden!

We gaan op de fiets naar Lunteren voor een korte excursie zoals je die in de praktijk met leerlingen zou kunnen uitvoeren. Van vensterbank tot stoeprand bekijken we natuursteen. En ontdekken we – aan de hand van zoekkaarten – welke fossielen we tegenkomen. Als er tijd over is, kunnen we ook nog een bezoek brengen aan Het Museum Lunteren waar een mammoetjong te zien is. Je gaat uiteindelijk naar huis met tips om een les over fossielen voor leerlingen boeiend en actief te maken. Uiteraard komt alle materiaal digitaal beschikbaar.



Exoot als drijfveer voor evolutie

Annerie Rutenfrans – docent Science op Montessori College Nijmegen en eigenaar van Beleef & Weet, adviesbureau duurzaamheidseducatie

Doelgroep:
 docenten bovenbouw havo/vwo en mbo-groen niveau 3/4

Werkvorm:
 workshop waarbij er in groepjes gewerkt wordt met computers en lesmateriaal

Materiaal:
 docentenhandleiding en lesmateriaal worden uitgedeeld; computers zijn beschikbaar

W22

De reuzenpad (*Rhinella marina*), ook suikerrietpad genoemd, uit Midden- en Zuid-Amerika werd in 1935 in Australië geïntroduceerd om de suikerrietplant te beschermen tegen de beruchte suikerkever (*Dermolepida bohirtum*). Deze giftige pad deed niet waarvoor hij geïntroduceerd was: meer dan tachtig jaar veroverde deze soort grote delen van Noord-oost Australië en liet een spoor van verwoesting achter. Roofdieren als slangen, krokodillen, hagedissen en buidelmarters stierven massaal door het eten van giftige padden.

Hoe komt het dat de introductie van deze invasieve exoot in Australië compleet mis ging? Zijn inheemse dieren daar inmiddels geëvolueerd waardoor ze kunnen overleven in aanwezigheid van de reuzenpad? Welke lessen zijn te leren van de introductie van de reuzenpad? Hoe zit het met de introductie en de gevolgen van invasieve exoten in Nederland? Hoe erg is het probleem hier? Hoe kunnen we jonge burgers informeren over de oorzaken, gevolgen en aanpak van biologische invasies?

In deze workshop maak je kennis met actueel, interactief lesmateriaal over invasieve exoten in Nederland. Dit lesmateriaal bestaat uit LINVEXO (een computerondersteunde Leeromgeving INvasieve EXOten), een basisles en twee verdiepingslessen. Tijdens de lessen worden veel verschillende werkvormen gebruikt zoals 'mindmapping', werken met expertgroepen en met casussen. De lessen, ontwikkeld in opdracht van de NVWA, kunnen onafhankelijk van elkaar gebruikt worden en zijn gratis te downloaden. Kruip in de huid van een leerling en doe mee!



EvoScope - evolutie in de stad

Niels Kerstes – onderzoeker EvoScope Naturalis Biodiversity Center
Jeroen van der Brugge – educatief ontwikkelaar Naturalis Biodiversity Center

Doelgroep:
 docenten biologie havo en vwo

Werkvorm:
 uitvoeren en bespreken van enkele activiteiten uit het citizen science programma rond evolutie in de stad: EvoScope

Materiaal:
 informatie over EvoScope en onderzoeksmaterialen

W23

2019 start Naturalis Biodiversity Center met het evolutieproject EvoScope. Aan de hand van zes kleine citizen science-modules kunnen leerlingen en andere geïnteresseerden bijdragen aan het onderzoek naar evolutie van planten- en diersoorten in de stadse jungle.

In zijn boek *Darwin in de stad* beschrijft Naturalis-onderzoeker (en key-note speaker op deze NIBI-conferentie) Menno Schilthuizen hoe allerlei soorten planten en dieren overleven in de stad en zich aanpassen aan de vele uitdagingen die in de stad aanwezig zijn, zoals een overmaat aan licht, geluid, warmte, verstenen en vervuiling.

De EvoScope citizen science modules geven een inkijkje in de eisen die de stad stelt aan haar bewoners en hoe de natuur daar mee omgaat. Door mee te doen aan het onderzoek maak je evolutie van heel dichtbij mee. Verschuift de kleur en bandering op de huisjes van tuinslakken door temperatuurstijging? Verandert het gewicht en de vorm van zaden van paardenbloemen door verstenen van de ondergrond? Maar ook veranderingen in gedrag bij kauwtjes en koolmezen om zo de kansen die de stad ook biedt, te benutten.

Ben je benieuwd wat EvoScope jouw leerlingen te bieden heeft? Meld je dan aan voor deze workshop en laat je informeren, probeer een module uit en help ons verder met je commentaar.



Cellen onder de microscoop in een nieuw jasje

Piet Blankers en Rob Sanders – biologiedocenten Heerbeek College Best

Doelgroep:
 docenten die hun microscopiepracticum willen updaten

Werkvorm:
 microscopiepracticum met cellen en camera's en laptops

Materiaal:
 practicumhandleiding wordt uitgedeeld

W24

'De cellen van prokaryoten zijn veel kleiner dan die van eukaryoten. Organellen zijn ontstaan door endosymbiose. Het volume van een cel is ongeveer 1 picoliter. Plastiden kunnen van de ene vorm in de andere vorm overgaan.'

Dit soort beweringen laten we leerlingen leren. Maar het blijft abstracte theorie. Die theorie proberen we wat minder abstract te maken door leerlingen met de microscoop te laten werken. En vaak zijn dit dezelfde practica: cellen van de uienrok; cellen van het wangslijmvlies; gistcellen. Maar heb je er ooit bij stil gestaan waarom bijvoorbeeld die uienrokcellen favoriet zijn in de microscopie? Hebben cellen inderdaad het volume dat de theorie beweert? En als chloroplasten van een tomaat bij het rijpen veranderen in chromoplasten, blijven ze dan even groot?

De vakgroep biologie van het Heerbeek College in Best heeft het microscopieprogramma in een nieuw jasje gestoken. We gebruiken de (klassieke) microscoop en combineren dat met software op onze laptops. Leerlingen onderzoeken in teams hoe groot verschillende typen cellen en organellen. We meten en rekenen in micrometers (µm). Aan de hand van aangeboden theorie en onderzoeksvragen dwingen we leerlingen om kritisch na te denken over hun resultaten.

In deze workshop leert je hoe je gebruik kunt maken van microscopen met een webcam en gratis software van MiCam.



Omhoog leren kijken: door de bomen het bos zien

Hielke Alsemgeest – biologiedocent Utrechts Stedelijk Gymnasium (USG)

Doelgroep:
iedereen die beter naar bomen wil kijken met een evolutionaire bril op

Werkvorm:
boswandeling, pas je kleding en schoenen hierop aan!

Materiaal:
niet van toepassing



BW25

‘Een boom is een gewas met een houtige stam die zich op enige hoogte vertakt’. Zelfs van Dale is vaag over de definitie van een boom. En dat is niet raar, want een wat betere blik de hoogte in doet je beseffen dat geen boom gelijk is. Bob Ross kon een beuk schilderen met drie penseelstreken. Maar werd de streek net te hoekig, dan was het ineens een eik. Zo heeft elke boom een eigen uitstraling. Van kruin tot aan de grond is de verscheidenheid enorm. Toeval? Ik denk het niet. Zelfs het lobje van het eikenblad heeft een functie.

In deze buitenexcursie leer je door omhoog te kijken het bos kennen. In de frisse buitenlucht gaan we bomen analyseren, van de kruin tot aan de grond. Er wordt ingegaan op de functie en vorm van een boom, zijn stam, kroon en bladeren. Welke evolutionaire kenmerken zien we terug? Hoe beïnvloeden bomen elkaar? Welke strategieën hebben bomen ontwikkeld om zoveel mogelijk licht te vangen of zich tegen predatie te weren? In een frisse boswandeling door het bos nabij Lunteren worden je ogen geopend en krijgen bomen (nog) meer karakter.

Tip! We gaan het bos in dus pas je kleding en schoenen hier op aan.

De start van het hart van cel tot orgaan

Marco C. de Ruiter – hoogleraar ontwikkelingsbiologie, Universiteit Leiden

Doelgroep:
docenten biologie havo/vwo bovenbouw

Werkvorm:
interactieve lezing

Materiaal:
powerpoint wordt beschikbaar gesteld



iL26

Het hart is het eerste functionele orgaan van een embryo. Het begint in de tweede week van de ontwikkeling als een plat plaatje dat zich in zeer kort tijdsbestek remodelleert tot een enkelvoudig kloppend buisje. In de vier weken daarna ontwikkelen o.a. de kleppen, geleidingssysteem en de kransslagaderen terwijl tegelijkertijd de definitieve boezems en kamers ontstaan door ingewikkelde morfologische septatieprocessen.

Onderliggend zijn er verschillende signaleringsprocessen in de vele celtypen van het hart, die allen een bijdrage leveren en in tijd en ruimte nauwkeurig op elkaar afgestemd moeten zijn. Een kleine deviatie in het proces resulteert gemakkelijk in een afwijkende ontwikkeling met grote gevolgen. In Nederland heeft 1% van het aantal geboren kinderen een structurele aangeboren hartafwijking.

In deze interactieve lezing zal ingegaan worden op de normale en abnormale ontwikkeling van het hart en welke nieuwe methoden gebruikt worden om de bijdrage van niet-hartcellen (extracardiale cellen) aan het ontwikkelende hart te bestuderen.

Evo-devo: hoe insecten hun vleugels kregen

Maurijn van der Zee – assistant professor, Universiteit Leiden

Doelgroep:
iedereen die meer wil leren van evo-devo

Werkvorm:
lezing

Materiaal:
powerpoint met links naar data en software komt beschikbaar



L27

Hoe is de slang zijn poten kwijt geraakt? Hoe is de nek van de giraf langer geworden? Welke genen zijn daar veranderd? *Evolutionary developmental biology* (evo-devo) probeert de genetische en ontwikkelingsbiologische basis van evolutionaire veranderingen te achterhalen. In deze lezing bekijken we ontwikkelingen in dit veld. Bijna alle dieren blijken een gemeenschappelijke set aan ontwikkelingsgenen te delen. Evolutionaire verschillen tussen dieren ontstaan dus meestal niet door verschillende genen, maar door verschillen in regulatie van dezelfde genen (eiwitten). We kijken hoe dit soort regulatoire netwerken ontrafeld worden en hoe genomics en transcriptomics worden ingezet in evo-devo. Al dit soort genomdata zijn beschikbaar en publiekelijk toegankelijk. Concrete tips en voorbeelden volgen over hoe dit soort sequence data in de klas te gebruiken zijn.

Alles wordt opgehangen en geïllustreerd aan de hand van de evolutie van insecten. Insecten stammen af van crustaceën en zijn de succesvolste groep op aarde met meer dan een miljoen soorten. Waar komen hun vleugels vandaan? Hoe zijn ze hun pootjes op het achterlijf kwijtgeraakt? En hoe hebben ze de transitie naar leven op het land gemaakt? Bij dat laatste lijken innovaties in het ei een sleutelrol te hebben gespeeld.

Luisteren met de kaak van een krokodil

Jelle Reumer – hoogleraar vertebratenpaleontologie Universiteit Utrecht en schrijver

Doelgroep:
biologiedocenten die meer willen weten van de evolutionaire geschiedenis van onze anatomie

Werkvorm:
lezing

Materiaal:
powerpoint komt beschikbaar op www.nibi.nl



L28

Ons menselijk lichaam is een bonte verzameling van evolutionaire noviteiten, maar huisvest ook de nodige herinneringen aan een lang vervlogen verleden. Rudimenten als het staartbeetje en het kippenvel kent iedereen, maar hoe zit het precies met onze schedel? Ogenschijnlijk is dat een harde ronde benen bal waar wat handige gaten in zitten voor ogen, oren en zenuwen en waar een bewegelijke onderkaak aan hangt. In werkelijkheid is die bal opgebouwd uit elementen van zeer verschillende evolutionaire herkomst. Er zit nog een echte kieuwopening in, die we zelfs dagelijks dankbaar gebruiken. Sommige onderdelen zijn afgeleid van het pantser van Devonische vissen, andere van de eerste of tweede kieuwboog van kwastvinnige beenvissen. De onderkaak van een vis, amfibie, reptiel of vogel (excuus, een vogel is natuurlijk ook een reptiel) hangt op geheel andere manier aan de schedel bevestigd dan die van een zoogdier. Als gevolg van een ingewikkelde verbouwingsoperatie nemen zoogdieren geluiden waar met precies dezelfde botten als waarmee een krokodil zijn prooi grijpt. En dat waren ooit beenplaten van een Devonische pantservis. Wanneer je als paleontoloog naar je eigen schedel kijkt, wordt ineens alles anders.

Bruidsschatten, liefdespijlen en sekuele selectie

Joris Koene – evolutiebioloog, Vrije Universiteit Amsterdam

Doelgroep:
docenten biologie in bovenbouw havo/vwo

Werkvorm:
workshop

Materiaal:
lesmateriaal



W29

De natuur zit vol met voorbeelden van seksuele voortplanting waarbij de evolutionaire belangen van de geslachten niet volledig overlappen. Dit vindt zijn origine in *anisogamie*: verschillen tussen de geslachtscellen (gameten) van de beide seksen. Immers, terwijl mannetjes meestal een bijna oneindige hoeveelheid spermacellen aan kunnen maken, is de productie van de vrouwelijke gameten (de eicellen) vaak sterk afhankelijk van de beschikbare energie. Als gevolg hiervan kunnen de paringsstrategieën van beide seksen sterk verschillen.

In deze workshop zal ik allereerst een aantal verschillende paringsstrategieën kort de revue laten passeren. Niet alleen de tot de verbeelding sprekende bruidsschatten in insecten komen aan bod, maar ook de liefdespijlen (harpoenachtige structuren van kalk) die sommige hermafrodiete slakken vóór de paring op elkaar afschieten. Vervolgens gaan we aan de slag met een spel – *The Mating Game* (Moore et al., 2012) – waarbij leerlingen anisogamie, en de verschillende mannelijke/vrouwelijke voortplantingsstrategieën die daaruit voortvloeien, zelf simuleren. Door de (simpele) regels van het spel te volgen ervaren leerlingen aan den lijve dat verschillen tussen mannelijke en vrouwelijke gameten ervoor zorgen dat mannetjes meestal zullen wedijveren om partners, terwijl vrouwtjes hun partners selectief kiezen. Bij het bespreken van de uitkomsten van de simulatie komen begrippen als seksuele selectie, fitness en spermacompetitie aan bod.

De evolutie van de plantenlevenscyclus

Roy Erkens –evolutiebioloog Universiteit Maastricht

Doelgroep:
docenten biologie (en andere bètavakken) in bovenbouw havo/vwo

Werkvorm:
korte inleiding en dan in tweetallen aan de slag met met mossen, varens en bloemplanten. Met korte nabespreking over de inpasbaarheid van de opdrachten in de klas

Materiaal:
de gebruikte opdrachten komen beschikbaar op www.nibi.nl



W30

De bloemplanten zijn de meest soortenrijke groep binnen het plantenrijk. De bloem is de meest belangrijke evolutionaire aanpassing van deze groep en bestaat in vele varianten. Bloemen zijn het product van een lange evolutionaire lijn, die begon bij de groene algen. Alhoewel de anatomie van de bloem relatief eenvoudig lijkt, is het begrijpen van het proces van bestuiving en bevruchting vaak lastig. De vele structuren en termen zorgen voor veel verwarring bij leerling en docent!

Voor een goed begrip van de processen van bestuiving en bevruchting, kan het kijken naar eerdere evolutionaire vormen helpen. Door het bestuderen van vier hoofdgroepen van het plantenrijk, die ook in Nederland voorkomen, kunnen de evolutionaire stappen die hebben geleid naar de bloem worden geïllustreerd. Hierbij wordt duidelijk dat een toenemende aanpassing aan droogte en een verbeterde bescherming van het embryo (wat samenhangend met de eerste trend), twee belangrijke factoren zijn geweest het ontstaan van bloemen (naast de co-evolutie met bestuivers).

Bij deze workshop ga je zelf levend materiaal bestuderen van mossen, varens, naaldbomen en bloemplanten. Aan de hand van een basisschema van een plantenlevenscyclus ontdek je hoe de verschillende voortplantingsstructuren bij deze groepen met elkaar samenhangen. Je zult ook zien dat bloemplanten nog steeds twee multicellulaire fases hebben in hun levenscyclus, net zoals mossen en varens. Uiteindelijk begrijp je de complexiteit van bloemplanten vanuit de eenvoudige principes zichtbaar bij mossen.

5 minuten biologie om je les goed te starten

Cees Mulder – redacteur BVJ Actueel en docent Kaj Munk College Eugene Wijnhoven – Biologie voor Jou / Malmberg

Doelgroep:
docenten onderbouw en bovenbouw

Werkvorm:
workshop/ interactieve lezing

Materiaal:
beoordelingsexemplaren van *BvJ* zijn gratis te bestellen



iL31

Begin elke les met een ‘5 minuten biologie’ en geen les zal hetzelfde meer zijn! Bijvoorbeeld: ‘Hoe slapen dolfijnen onder water zonder dat ze verdrinken?’ en ‘Waarom is urine geel?’

In media, documentaires en populair wetenschappelijke tijdschriften kom je vaak boeiende biologische onderwerpen tegen. In de schoolboeken kom je deze echter nauwelijks tegen. Toch is het erg leuk en leerzaam om elke les aandacht te schenken aan dit soort spannende, interessante en dagelijkse onderwerpen en vragen. Je hebt direct de aandacht van de klas!

In deze workshop leer je hoe je snel zelf een leuke 5 minuten biologielees kunt verzinnen door anders naar een biologisch onderwerp te kijken. En hoe je leerlingen zelf een 5 minuten biologie kunt laten verzinnen en presenteren. Uiteraard ontbreken de tips en tops niet. Je kunt er meteen zelf mee aan de slag in je lessen.

Ook *BVJ Actueel* en de nieuwe *Biologie voor jou* onderbouw passeren heel kort de revue.

Heb je tijdens het Nationale Docentencongres Biologie deze populaire sessie ‘5 minuten Biologie’ gemist? Pak nu je kans om deze workshop alsnog bij te wonen.

Kom naar de Malmbergstand en bestel gratis beoordelingsexemplaren van de nieuwste *Biologie voor jou*.

Geloof in de evolutie - leer je leerlingen kennen

Gee van Duin – docent biologie, Cartesius Lyceum, Amsterdam Ikram Sarti – masterstudent biomedische wetenschappen, UvA, en docent biologie Cartesius Lyceum leerlingen van het Cartesius Lyceum

Doelgroep:
bovenbouwdocenten die leerlingen met religieuze (m.n. islamitische) achtergrond ook persoonlijk bij evolutielessen willen betrekken

Werkvorm:
workshop met discussies onderling en vooral met leerlingen

Materiaal:
studiewijzer en essayopdracht op papier; dat en meer op www.nibi.nl



W32

‘Ik geloof in de evolutie.’ Zo verwoordt een atheïstische leerling het; in haar levensbeschouwing is daar volop ruimte voor. Maar hoeveel evolutie past er in het geloof van leerlingen voor wie Allah/God de Schepper is? Als je die persoonlijke overtuiging in je onderwijs de ruimte geeft, creëer je ook ruimte voor evolutie én voor een persoonlijker relatie met je leerlingen en tussen je leerlingen onderling. Wat mijn leerlingen na de periode over evolutie in essays schreven over de spanning tussen levensbeschouwing en evolutie, was voor mij als docent op twee manieren een openbaring: enerzijds was ik geraakt door hun openhartigheid, anderzijds bleek ook dat hun levensbeschouwing nogal ‘onwankelbaar’ is, zij het dat evolutie er een bewuste plek in had gekregen. Vandaar de vraag:

Hoe gaan leerlingen om met (les over) evolutie in relatie tot hun eigen levensbeschouwing, en die van anderen?

Je stelt die vraag ook letterlijk aan elkaar, aan een gevarieerde selectie van leerlingen van het Cartesius Lyceum en aan Ikram Sarti, moslima, biologiedocent en biologiestudent. Na een inleiding waarin je een aantal onderzoeksresultaten hoort, de opzet van de lessenserie ziet en fragmenten van essays hoort, bestaat de hoofdmoot uit discussies in kleine groepen. Elke openhartige docent met interesse in leerlingdenkbeelden is welkom. Je beeld van ideeën van leerlingen (én van collega’s natuurlijk...) wordt verrijkt, en je krijgt materiaal om ‘geloof in de evolutie’ vorm te geven.

Waarom lusten apen geen spruitjes?

Cathelijne Reincke, Charlotte Zwetsloot en Melanie Rosenhart van de Reizende DNA-labs en ABE Nederland

Doelgroep:
docenten biologie bovenbouw havo/vwo

Werkvorm:
dna practicum om het fenotype van bitterproeven te achterhalen

Materiaal:
practicumhandleiding wordt uitgedeeld



W33

Waarom vinden sommige mensen spruitjes vreselijk vies en kunnen andere ze wel waarderen? Is het simpelweg een verschil in voorkeur, of is er een wetenschappelijke verklaring te vinden? En waarom verschillen mensen hierin van apen?

In deze workshop demonstreren wij een nieuw lesprogramma dat ingaat op deze vragen. Docenten kunnen het programma zelf in de klas uitvoeren. Ze lenen daartoe een zogenaamde leskist, die zowel lesmateriaal als practicumbenodigdheden bevat. Leerlingen leren dat het vermogen om de smaak bitter te proeven genetisch bepaald is. Het gen TAS2R38 codeert voor een smaakreceptor die de organische bittere verbinding PTC (Phenylthiocarbamide) detecteert. Door een polymorfisme van dit gen bestaan er tussen mensen verschillen in het vermogen bitter te proeven. Mensen met twee kopieën van het proever gen zijn meestal superproevers, mensen met één proever gen en één niet-proever gen zijn normale proevers, en mensen met twee niet-proever genen zijn niet-proever. Veel aapachtigen zijn proevers. In de natuur is bitter namelijk geassocieerd met giftige planten. Het vermogen om bittere smaken te proeven kan voor bijvoorbeeld apen dus van levensbelang zijn.

Leerlingen proberen in de les zelf uit te vinden wat voor soort proever ze zijn. Enerzijds door hun eigen dna te onderzoeken, anderzijds door het doen van een smaaktest met PTC-papier. De resultaten van beide worden met elkaar vergeleken. In de workshop maak je alvast kennis met de smaaktest en voer je bepaalde onderdelen van het dna-onderzoek uit.

Fossielen zijn dichterbij dan je denkt!

Petra van Zijtveld – docent biologie Windesheim Zwolle
Willeke Wijnhuizen – docent biologie Candea College Duiven

Doelgroep:
docenten biologie, lesmateriaal-ontwikkelaars

Werkvorm:
we gaan op de fiets op zoek naar fossielen in Lunteren

Materiaal:
de opdracht komt digitaal beschikbaar



BW34

Fossielen zijn leuk om te gebruiken bij het behandelen van de theorie. Om met leerlingen fossielen te gaan zoeken is een hele onderneming. Opgravingen liggen meestal niet naast de deur en op excursie naar een opgraving of bijzondere plek in het buitenland past meestal niet in het PTA of budget. Maar: fossielen vind je dichterbij dan je denkt. Kijk eens in je vensterbank, leg je neus eens op de drempel, ga eens op je knieën bij een stoeprand. Met de juiste aanwijzingen vind je de mooiste fossielen in natuursteen. Gewoon in school, thuis of in je eigen dorp of stad. Hoe bijzonder is het voor leerlingen om zelf fossielen te zoeken en te vinden!

We gaan op de fiets naar Lunteren voor een korte excursie zoals je die in de praktijk met leerlingen zou kunnen uitvoeren. Van vensterbank tot stoeprand bekijken we natuursteen. En ontdekken we – aan de hand van zoekkaarten – welke fossielen we tegenkomen. Als er tijd over is, kunnen we ook nog een bezoek brengen aan Het Museum Lunteren waar een mammoetjong te zien is. Je gaat uiteindelijk naar huis met tips om een les over fossielen voor leerlingen boeiend en actief te maken. Uiteraard komt alle materiaal digitaal beschikbaar.

Evolutionair Denken: we maken er een filmpje van!

Annemieke Gemmink - docent biologie en NWO, Christelijk Lyceum Veenendaal

Doelgroep:
beta docenten bovenbouw havo/vwo

Werkvorm:
korte intro over de module evolutionair denken en dan uitwerken van een storyboard. Na de creatieve fase bespreken we kort de resultaten en valkuilen

Materiaal:
vooraf krijg je leeswerk toegestuurd. Achteraf is het mogelijk om al het materiaal van de module Evolutionair Denken te ontvangen



W35

In deze workshop mag je zelf ervaren hoe leerzaam het is om een tekst over evolutie van een behoorlijk niveau om te zetten in een storyboard dat geschikt is voor het maken van een filmpje. Vragen als; Wat is eigenlijk de rode draad van het verhaal? Hoe ga ik dat op een aantrekkelijke manier duidelijk maken aan de kijker? Hoe zorg je dat je boodschap ook overkomt? moeten worden beantwoord.

Leerlingen vinden het omzetten van een (pseudo) wetenschappelijke tekst in een samenvatting of mindmap al lastig genoeg. Door het maken van storyboard in een groepje en het verfilmen ervan met een hele klas worden de leerlingen gedwongen tot werkelijk gezamenlijk begrip van de tekst. Doordat het verfilmen met een klas tegelijk plaatsvindt kan elke leerling de voor hem comfortabele rol kiezen van acteur, regisseur, decor, grime of cameraman/vrouw. Daarbij kunnen ze uitblinken door hun unieke talent in te zetten; meedoen levert een hoop plezier op! Achteraf kunnen ze een deel van de toets leren met behulp van hun eigen filmpje. Deze werkvorm is een vorm van flipping the classroom; ze lezen thuis en werken in de les aan de opdracht.

Deze module werd geschreven binnen het vak NWO (vroeger ANW) om leerlingen te laten stoeien met een pittige tekst en met het concept evolutionair denken. Dat evolutionaire denken is iets wat wij allemaal doen maar waar we ons niet bewust van zijn.

Ontstaan van leven nieuw leven inblazen

Jan W. de Leeuw – senior wetenschapper Biogeochemie Koninklijk NIOZ en em./gasthoogleraar Aardwetenschappen UU

Lutz Lohse – vakdidacticus biologie UvA en biologiedocent OSG De Hogeberg, Den Burg, Texel

Doelgroep:
docenten biologie havo/vwo bovenbouw

Werkvorm:
in onze workshop gaan jullie na een inleidende lezing met uiteenlopende werkvormen aan de slag om het ontstaan van leven in de klas “nieuw leven” in te blazen

Materiaal:
diverse doe-, denk- en maakopdrachten, die (digitaal-) aan de deelnemers beschikbaar gesteld worden



W36

In deze workshop nemen we jullie mee naar de belangrijkste vraag in de biologie: Hoe is het leven ontstaan? De biologieboeken refereren nog steeds aan het achterhaalde oersoep experiment van Urey-Miller. Ruim tien jaar geleden is er echter een robuuste theorie ontwikkeld over het ontstaan van leven. Hierbij ontstond het leven ca. 4 miljard jaar geleden in basische, onderzeese warmwaterbronnen te midden van een zuurstofloze, zure en veel CO2 bevattende oceaan, omstandigheden die het ontstaan van protonengradiënten bevorderden. Deze natuurlijke protonengradiënten zijn o.a. nodig voor de synthese van ATP en bleken cruciaal voor het ontstaan van de eerste cellen en vervolgens LUCA (Last Universal Common Ancestor).

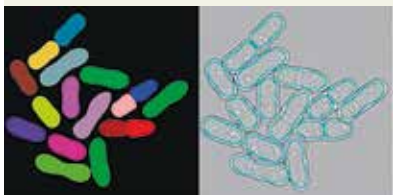
LUCA staat aan het begin van elke evolutionaire stamboom. Ook de eerste stamboom van Darwin ging uit van een universele gemeenschappelijke voorouder. De genetische basis van deze stamboom kwam door de ontwikkeling van moleculairbiologische technieken dertig jaar geleden in een stroomversnelling. Carl Woese construeerde in 1990 een fylogenetische ‘Tree of life’ die werd onderverdeeld in Eukaryoten, Eubacteriën en Archaea. Laatstgenoemden werden aanvankelijk beschouwd als extremofiele bacteriën, maar al gauw bleek dat Archaea alom aanwezig zijn en dat ze een cruciale rol in de evolutie speelden.

Recente inzichten laten zien dat de evolutionaire stamboom zich ontwikkelde op basis van slechts twee domeinen. Eukaryoten ontstonden ruim twee miljard jaar geleden via horizontale genenoverdracht en uit twee eenmalige endosymbioses.

Evolutie in de chip maakt evolutie inzichtelijk

Douwe Molenaar – microbioloog/ systeembioloog, Vrije Universiteit Amsterdam

Doelgroep: docenten biologie in bovenbouw havo/vwo, ontwikkelaars van lesmateriaal
Werkvorm: interactieve lezing
Materiaal: handout en modellen



L37

‘Wat is het nut van zwaartekracht?’ is een rare vraag. Maar biologen stellen voortdurend vragen over het nut van lichaamskenmerken en gedragingen van organismen. Wij zijn in dat opzicht een uitzondering onder de natuurwetenschappers. De gedachte is natuurlijk dat natuurlijke selectie als een soort strenge econoom alle mutaties voortdurend beoordeelt op hun voor- en nadelen, en daaruit de voordeligste selecteert. Zo ontstaan eigenschappen die een doel lijken te dienen. Maar vaak ligt het helemaal niet voor de hand welke eigenschappen de beste zijn. Soms zie je eigenschappen die helemaal niet nuttig lijken. Gisten bijvoorbeeld verteren de suikers die ze opnemen meestal maar half, en scheiden het restant, alcohol, gewoon uit. Volledige verbranding zou veel meer energie opleveren. Een ander voorbeeld zijn zuivelcultures waarin valsspelende mutanten de boel overnemen waardoor de cultuur nauwelijks meer in melk kan groeien. Om de trukendoos van de evolutie beter te begrijpen maken wij modellen die helpen om de balans van kosten en baten te berekenen, precies zoals natuurlijke selectie dat doet. Voorspellingen daaruit testen we weer bij micro-organismen in het lab. Door het gedrag van deze modellen te bestuderen begrijpen we waarom sommige niches het ontstaan van valsspelende mutanten tegengaan, terwijl andere niches valsspelers juist alle kans geven. We begrijpen nu ook waarom in sommige omgevingen, zoals ziekenhuizen, evolutie versneld wordt en tot antibioticaresistentie leidt. Verder blijkt dat het ook voor gistcellen soms nuttiger is om alcohol te maken dan kooldioxide.

De slang die Eva verleidde

Eric Mulder – paleontoloog en conservator bij museum Natura Docet Wonderryck Twente, Denekamp

Doelgroep: docenten biologie in bovenbouw havo/vwo en andere geïnteresseerden
Werkvorm: (interactieve) lezing
Materiaal: powerpoint komt beschikbaar op www.nibi.nl



L38

Slangen behoren als gewervelde dieren bij de reptielen. De meeste soorten leven op het land. Toch hebben ze geen poten. Al meer dan tweeduizend jaar wordt de mensheid door dit verschijnsel geïntrigeerd. Oude culturen in het Nabije Oosten zagen het ontbreken van poten bij slangen als een straf van God. De lezing begint daarom met een stukje kunstgeschiedenis als inleiding tot het natuurwetenschappelijke gedeelte. Daarna is er aandacht voor het evolutionaire voordeel om een slang te worden, voor fossielen die de overgang van viervoeter naar pootloos dier illustreren en voor mutaties in Hoxgenen, welke hebben geleid tot het verlies van poten in combinatie met verlenging van het slangenlichaam. De ontdekkingstocht naar de evolutie van slangen is een schoolvoorbeeld van de synthese van embryologie, moleculaire genetica en paleontologie; in het Engels *evolutionary developmental biology*, kortweg *evodevo* genoemd. Lang was het onduidelijk, waar we de oorsprong van de slang moeten zoeken. Lag die in zee of leefden de voorouders op het land en zijn de zeeslangen pas later aangepast aan een leven in een marien milieu? Het groeiend inzicht in het ontstaan van slangen laat zien hoe het zelfcorrigerend systeem van wetenschap werkt: onjuist gebleken hypothesen verdwijnen. Het kan geen kwaad om leerlingen daarop te wijzen. Laat zien wat wetenschap is. Dankzij medewerking van tamme koningspython Loesje krijg je gelegenheid, om zelf haar minuscule nageltjes naast de cloaca, dus de restanten van de achterpoten, te bekijken.

Evolutie zit in ons dna - Evo-Devo leert ons meer

Renée van Amerongen – moleculair celbioloog aan de Universiteit van Amsterdam

Doelgroep: docenten vwo onder- en bovenbouw en lesmateriaalontwikkelaars
Werkvorm: interactieve lezing
Materiaal: handout van de presentatie & lesvoorbeelden komt beschikbaar

www.vanamerongenlab.nl



iL39

Van zeekomkommer tot vogelbekdier, van fruitvlieg tot de mens; dieren komen in alle soorten en maten. Eén van de grote vragen in de biologie is hoe deze grote variatie aan levensvormen gedurende de evolutie is ontstaan. Het proces van evolutie speelt zich af op een tijdschaal die maar moeilijk intuïtief te bevatten is – laat staan dat je er in het lab mee kunt experimenteren. Uiteindelijk ligt de unieke vorm van elk organisme opgesloten in het dna van de soort. Tijdens de embryonale ontwikkeling bepaalt de genetische sequentie dat een muis wél en een slang géén poten krijgt. ‘Evo-Devo’ (afkorting van *evolutionary developmental biology*) is het vakgebied dat de ontwikkeling van verschillende organismen vergelijkt om zo uit te vogelen hoe nieuwe eigenschappen ontstaan. Tijdens deze interactieve lezing duik je in het dna van verschillende dieren en leer je hoe wetenschappers de geheimen van het dna proberen te ontrafelen. Want welke informatie zit er allemaal verborgen in het dna? En waar zit die informatie precies? Welke veranderingen in het dna zorgden ervoor dat onze hersenen zich uiteindelijk heel anders ontwikkelden dan het brein van een chimpansee? Na afloop kun je leerlingen uitgebreid vertellen waarom een muis wél en een slang géén poten heeft. Je kunt daarbij de belangrijkste moleculaire regelmechanismen uitleggen. Bovendien kun je precies aangeven hoe het gebruik van nieuwe technologieën, zoals CRISPR/Cas genome editing, wetenschappers in staat stelt om specifieke eigenschappen in het lab te veranderen.

Hardy-Weinberg met evolutie en drift in een model

Jasper Croll - promovendus in theoretische ecologie aan de Universiteit van Amsterdam

Doelgroep: docenten h/v bovenbouw (vanaf 3e klas)
Werkvorm: deelnemers werken zelf op een computer met het model en denken na over contexten voor het model. Theoretische aspecten van het model en Hardy-Weinberg evenwichten worden vooraf en tussendoor centraal besproken
Materiaal: model in Excel en Coach 7, achtergrond en toelichting kunnen online beschikbaar gemaakt worden



W40

Wat gebeurt er als de wet van Hardy-Weinberg, selectie en drift tegelijk een rol spelen in een populatie?

Eigenlijk is het meer regel dan uitzondering dat al deze drie processen tegelijk actief zijn in een populatie. Toch wordt de wet van Hardy-Weinberg vaak gezien als een serie formules die niet in verband gebracht kunnen worden met selectie en drift. Dit komt doordat Godfrey Harold Hardy en Wilhelm Weinberg strikte aannames gedaan hebben bij het opstellen van hun theorie in 1908. In deze workshop laten we een aantal aannames van de oorspronkelijke wet van Hardy-Weinberg los en bestuderen we een model waarin alle frequenties ook onderhevig zijn aan selectie en drift.

We starten deze workshop met een introductie waarin we gezamenlijk de regels, formules en aannames van de wet van Hardy-Weinberg ophalen en vergelijken met de realiteit in biologische populaties. Vervolgens ga je zelf aan de slag met een model in Coach of Excel waarin de wet van Hardy-Weinberg, selectie en drift gecombineerd worden. Wanneer iedereen een beeld heeft van het model zal er een centrale uitleg gegeven worden over de wiskunde achter het model en de exacte interpretaties van verschillende parameters. Vervolgens krijg je de tijd om in groepen zelf een onderzoek te bedenken met het model en deze uit te voeren. We sluiten af door deze onderzoekjes met elkaar te delen zodat iedereen een breed scala aan toepassingen voor het model heeft.

Evolutie toegankelijk uitgelegd met spelvormen

Peter Wolfs – onderwijsontwikkeling, Rijksuniversiteit Groningen / docent Biologie CSG Wessel Gansfort
Maaïke de Heij en Joppe Rijpstra – Science LinX, Rijksuniversiteit Groningen

Doelgroep:
docenten biologie in onder- en bovenbouw havo/vwo

Werkvorm:
workshop waarbij de deelnemer leert om eenvoudige middelen en spelvormen in te zetten om evolutieprocessen uit te leggen

Materiaal:
handleiding met uitleg spelvormen en lijst met materialen



W41

Hoe leg je als docent op een simpele en inzichtelijke manier ‘Evolutie’ uit? En dan vooral de processen die hier een rol bij spelen? Evolutie is een in basis eenvoudig proces dat onderhevig is aan toeval, maar het heeft complexe gevolgen. Door deze paradox kan het voor leerlingen een moeilijk te begrijpen onderwerp zijn. Evolutie speelt zich niet alleen af op verschillende organisatieniveaus, er zijn daarnaast ook nog eens tal van concepten – zoals genetische drift en het founder effect – die het beeld dat leerlingen proberen te krijgen van evolutie vertroebelen.

Het doel van deze workshop is het leren inzetten en inventief gebruiken van (makkelijk) toegankelijk materiaal in de schoolomgeving om complexe processen voor de leerling te verduidelijken. De inzet van eenvoudige spelvormen en het zelf laten ervaren/ontdekken staan hierbij centraal. De workshop zal afwisselen tussen ontdekken, discussiëren en het geven van toelichting. Aan het eind van de workshop worden kort een aantal digitale programma’s gepresenteerd, die evolutionaire processen op een heel inzichtelijke manier uitleggen.

Bewuster formuleren met conceptcartoons

Evie Goossen – vakdidacticus Biologie, Universiteit van Amsterdam

Doelgroep:
docenten die lesgeven in de onder- en/of bovenbouw

Werkvorm:
workshop waarin we conceptcartoons analyseren en zelf ontwerpen

Materiaal:
voorbeelden en ter plekke gemaakte conceptcartoons worden met elkaar gedeeld



W42

Uit welke van de volgende drie leerling antwoorden op de toets blijkt dat de leerling de leerstof begrijpt: 1. ‘IJsberen hebben zich aangepast aan hun omgeving’ 2. ‘De ijsbeer is aangepast aan zijn natuurlijke omgeving.’ of 3. ‘IJsberen met een donkerdere vacht hebben een grotere overlevingskans in gebieden zonder sneeuw.’ Het onderwerp evolutie is vrij talig in tekstboeken en op toetsen. De vaardigheid van leerlingen zich juist uit te drukken wordt daarmee op de proef gesteld.

Om hier meer grip op te krijgen, is het inzetten van een werkvorm met conceptcartoon geschikt. Bij conceptcartoons gaan leerlingen zelf en met elkaar na of uitspraken zoals bovenstaande drie zinnen kloppen. Daarbij worden leerlingen uitgedaagd om zowel goed op de inhoud en de formulering te letten, als zelf te herformuleren. Naast het talige element is deze werkvorm geschikt om misconcepten op te sporen en leerlingen te activeren.

In deze workshop zullen we een aantal voorbeelden van conceptcartoons over evolutie bespreken en analyseren, waarna we komen tot voorwaarden voor goede conceptcartoons. Ook kun je voor je eigen leerlingen een of meerdere conceptcartoons ontwerpen en bespreken we op welke wijze cartoons effectief kunnen worden ingezet in de klas.

Gegarandeerd dat je aan het eind van de workshop zin hebt om in een volgende les een conceptcartoon in te zetten!

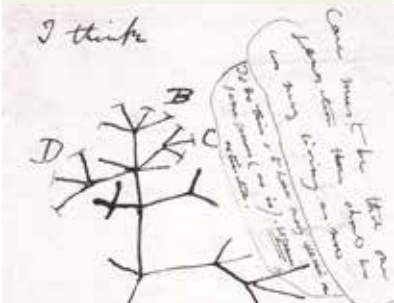
Op avontuur in een figuur

Deniz Haydar – vakdidacticus biologie, Rijksuniversiteit Groningen

Doelgroep:
docenten biologie in onder- en bovenbouw havo/vwo

Werkvorm:
workshop waarbij je gereedschap krijgt aangereikt om je leerlingen te ondersteunen bij het lezen van grafieken en diagrammen

Materiaal:
een didactische aanpak toegepast op grafieken binnen het thema evolutie



W43

Raken jouw leerlingen ook in paniek bij het zien van een ingewikkelde grafiek? Begrijp je niet waarom ze niet zien hoe je informatie kunt halen uit diagrammen in *BiNaS*, grafieken bij toetsvragen of figuren in het boek? Leerlingen blijken – anders dan experts – de ondersteunende afbeeldingen in het boek vaak over te slaan bij het lezen van de tekst. Ze vinden grafieken en diagrammen complex, weten niet waar ze moeten beginnen, en laten ze daarom links liggen. De pracht van bijvoorbeeld een fylogenetische boom, waarin je in één oogopslag de verwantschap tussen soorten kunt zien, gaat dus aan hen voorbij.

In deze workshop krijg je didactische handvatten aangereikt om je leerlingen met elkaar op avontuur te laten gaan in een figuur. Ze verwonderen zich over de vorm en de inhoud van de figuur, en gaan met elkaar op zoek naar het verhaal van de grafiek. Dat verhaal kun je niet vertellen zonder kennis van de inhoud: in deze workshop heeft de inhoud van het gesprek het overkoepelende thema evolutie. Je ervaart hoe het is om als leerling met deze aanpak te werken, en je ziet verschillende voorbeelden van de toepassing van deze didactiek. Deze neem je mee naar huis, en hopelijk kijken jouw leerlingen daarmee voortaan met nieuwsgierigheid naar grafieken en kunnen ze zich optimaal aanpassen aan de omstandigheden van de biologieles in de 21e eeuw!

Evolutie in een superdiverse klas

Freke Heideman – opleidingscoördinator Tweedegraads lerarenopleiding Biologie Hogeschool van Amsterdam
Naila Lachkar – biologiedocent Berlage Lyceum Amsterdam

Doelgroep:
iedereen die wil meepraten over hoe je evolutie lesgeeft in de superdiverse klas

Werkvorm:
kringgesprek en ervaringen uitwisselen

Materiaal:
niet van toepassing



W44

Praten in de klas over evolutie, hoe doe je dat eigenlijk? En wat doe je met al die verschillende levensovertuigingen van de leerlingen in je klas? Klassen worden steeds heterogener, vooral in de grootstedelijke context. Grootstedelijke scholen tellen soms meer dan honderd verschillende nationaliteiten. Leerlingen onderscheiden zich in etnische, culturele, religieuze en talige identiteit (Fukink en Oostdam, 2016).

Maar wat heeft dat voor invloed op de manier waarop wij het onderwerp evolutie bespreken in de klas? Moet je rekening houden met al deze diverse achtergronden of is het gewoon de taak van de biologiedocent om evolutie te onderwijzen gebouwd op wetenschappelijke inzichten en religie daarbuiten te laten?

Of is het onze taak om een open gesprek te voeren met leerlingen en daar alle overtuigingen een plek te geven? Hoe ga jij in gesprek met jouw klas? In deze workshop bespreken we hoe je met klassen in gesprek kunt gaan over evolutie, over het verband of de tegenstelling tussen evolutie en religie en over de rol van levensovertuigingen in dit gesprek.

En dat doen we in deze workshop net als in de klas, in een kringgesprek. Met ruimte, vragen, suggesties en ervaringen. Praat jij mee?

Experimenteren met slijmschimmels

Per-Ivar Kloen en Marten Hazelaar – docenten van de Populier in Den Haag

Doelgroep:
iedereen die wil experimenteren met slijmschimmels

Werkvorm:
interactieve lezing met workshop

Materiaal:
practicum ideeën en een levende en gedroogde slijmschimmel krijg je mee naar huis



W45

Slijmschimmels zijn moeilijk in een hokje te duwen. Allereerst klopt het hokje slijmschimmel niet. Er zitten organismen in die weliswaar op elkaar lijken, maar toch nauwelijks aan elkaar verwant zijn. Het zijn in ieder geval geen schimmels. Een deel van de levenscyclus bestaan slijmschimmels uit losse amoëbe-achtige cellen, maar afhankelijk van de omstandigheden zoeken deze cellen elkaar op en vormen ze een plasmodium, een centimeters grote blob die bij veel soorten niet uit losse cellen bestaat en rondkruipt om organische stoffen en micro-organismen te verzwelgen. Dit gaat met een snelheid die bijna met het blote oog zichtbaar is. Ze vertonen gedrag: ze maken voedselkeuzes, zijn ontsnappingskunstenars en vertonen zelfs leergedrag. Ze kunnen wiskundige problemen oplossen die supercomputers nauwelijks aankunnen.

En dan is ook nog een van die slijmschimmels het ideale practicumorganisme, waarvan het voedsel in elke supermarkt verkrijgbaar is en die minstens een jaar in een plastic zakje te bewaren is. Bij deze lezing/workshop kom je wat te weten over de biologie van slijmschimmels en in het bijzonder de slijmschimmel *Physarum polycephalum*. We leggen uit hoe deze slijmschimmel op school te kweken is en welke experimenten (van brugklas tot V6) er mee te doen zijn. Je kunt een paar van die experimenten inzetten en 's avonds al het resultaat zien. Je krijgt dus een levende slijmschimmel mee naar huis, maar ook een zakje met gedroogde *Physarum*.

Darwins Peepshow – een sexy snijpracticum

Menno Schilthuizen - hoogleraar evolutiebiologie (Univ. Leiden), onderzoeker (Naturalis) en auteur

Doelgroep:
docenten die graag via een dissectiepracticum iets willen doceren over de functie en evolutie van geslachtsorganen bij andere dieren dan de mens

Werkvorm:
kort college (25 min.) en dissectiepracticum

Materiaal:
dissectiehandleiding, dissectiemateriaal op alcohol, boek *Darwins Peepshow* (te koop)



W46

Spermaschepjes, liefdespijlen, spermaopslagorgaantjes... De geslachtsorganen van mens en dier zitten vol evolutionaire verrassingen. In een lezing getiteld *Darwins Peepshow* (gebaseerd op het gelijknamige boek; te koop tijdens de workshop) vertelt evolutiebioloog Menno Schilthuizen hoe de geslachtsorganen een toneel zijn van allerlei dramatische evolutionaire gebeurtenissen, aangedreven door het eeuwige spel van liefde, verleiding, en seksuele wapenwedlopen. Aansluitend kunnen sommige van deze structuren door de deelnemers zelf worden ontdekt tijdens een ontleedpracticum.

Met behulp van de aanwezige dissectie-binoculaires en beknopte handleidingen die met enige aanpassing ook voor lessen gebruikt kunnen worden, kunnen de deelnemers zelf aan de slag. Geconserveerd materiaal van enkele ongewervelde dieren (voornamelijk weekdieren en insecten) kan worden ontleed en enkele voor hen kenmerkende geslachtsorganen (bv. een liefdespijl, een endofallus en een explosieve spermatofoor) worden bekeken. Aan de hand van het inleidende college wordt duidelijk hoe deze organen functioneren en ook hoe ze via seksuele selectie kunnen zijn ontstaan en vormgegeven.

Omhoog leren kijken: door de bomen het bos zien

Hielke Alsemgeest – biologiedocent Utrechts Stedelijk Gymnasium (USG)

Doelgroep:
iedereen die beter naar bomen wil kijken met een evolutionaire bril op

Werkvorm:
boswandeling, pas je kleding en schoenen hierop aan!

Materiaal:
niet van toepassing



BW47

'Een boom is een gewas met een houtige stam die zich op enige hoogte vertakt'. Zelfs van Dale is vaag over de definitie van een boom. En dat is niet raar, want een wat betere blik de hoogte in doet je beseffen dat geen boom gelijk is. Bob Ross kon een beuk schilderen met drie penseelstreken. Maar werd de streek net te hoekig, dan was het ineens een eik. Zo heeft elke boom een eigen uitstraling. Van kruin tot aan de grond is de verscheidenheid enorm. Toeval? Ik denk het niet. Zelfs het lobje van het eikenblad heeft een functie.

In deze buitenexcursie leer je door omhoog te kijken het bos kennen. In de frisse buitenlucht gaan we bomen analyseren, van de kruin tot aan de grond. Er wordt ingegaan op de functie en vorm van een boom, zijn stam, kroon en bladeren. Welke evolutionaire kenmerken zien we terug? Hoe beïnvloeden bomen elkaar? Welke strategieën hebben bomen ontwikkeld om zoveel mogelijk licht te vangen of zich tegen predatie te weren? In een frisse boswandeling door het bos nabij Lunteren worden je ogen geopend en krijgen bomen (nog) meer karakter.

Tip! We gaan het bos in dus pas je kleding en schoenen hier op aan.

Endosymbionten, van de wal in de sloot!

Peter Visser – DOT-coach biologie Van Hall Larenstein
Gepke van der Wal – docente/ TOA biologie Dockinga College

Doelgroep:
toa's en docenten bovenbouw havo/vwo

Werkvorm:
practicum waarbij we met microscoop cyanobacteriën gaan zoeken en bekijken

Materiaal:
lessenserie *Een burger van eendenkroos!* is beschikbaar



W48

Twee jaar lang duurde het ontwerpen van de lessenserie *Een burger van eendenkroos!*. Als DOT biologie verbonden aan de hogeschool Van Hall Larenstein hadden we, docenten en toa's, ons als doel gesteld bovenbouwleerlingen havo/vwo enthousiaster aan de slag te krijgen met de stikstofkringloop. Dat leverde een lessenserie op met daarin de N-kringloop als rode lijn en met als centrale context een teeltopzet voor het innovatieve en alternatieve gewas eendenkroos.

In deze workshop duiken we in één onderdeel van de N-kringloop. We zullen een concurrent van eendenkroos letterlijk gaan uitpluizen, groot kroosvaren (*Azolla filiculoides*). Kroosvaren doet namelijk aan stikstoffixatie, nou eigenlijk zijn symbiont een cyanobacterie (*Anabaena azollae*). Om deze cyanobacterie draait een microscopiepracticum uit de lessenserie. Tijdens de workshop zullen we cyanobacteriën onder de gewone lichtmicroscoop zichtbaar maken. Tenslotte gaan we op zoek naar de oorsprong van de endosymbiontentheorie. Ooit heeft immers een eukaryote cel een cyanobacterie opgenomen en dat gaf zoveel selectievoordeel dat we er het plantenrijk aan hebben te danken. Kunnen we de overeenkomsten tussen chloroplasten en cyanobacteriën zichtbaar krijgen?

Kom langs, kruip zelf weer eens achter de microscoop en neem een concrete werkvorm mee naar je school.

In de workshop zal kort aandacht geschonken worden aan de lessenserie *Een burger van eendenkroos!* en vandaaruit ga je aan de slag met de microscopie opdracht. De lessenserie is gratis beschikbaar.

Seksuele selectie beïnvloedt evolutie

Marie José Duchateau – gedragsbioloog, Universiteit Utrecht

Doelgroep: bovenbouw havo/vwo
Werkvorm: interactieve lezing
Materiaal: hand-outs

iL49

In het dierenrijk zie je vaak grote verschillen in het uiterlijk tussen mannen en vrouwen. Bij pauwen hebben mannen prachtige veren die ze uitgebreid tentoonspreiden als een vrouwtje in de buurt komt. Het vrouwtje zelf ziet er maar onooglijk uit. Bij edelherten hebben mannen grote geweien en de vrouwen niet. Het prachtige kwaakconcert van de mannelijke kikkers, de artistieke prieelnesten gemaakt door de priefvogel, of de vreemd gevormde penissen bij insecten: het zijn allemaal voorbeelden van eigenschappen die ontstaan zijn door seksuele selectie. Bij dieren met seksuele reproductie vindt er naast natuurlijke selectie (*survival of the fittest*) ook seksuele selectie (*mating by the best*) plaats. De basis daarvan ligt in een seksueel conflict tussen mannen en vrouwen dat voortkomt uit een verschil in ouderinvestering tussen mannen en vrouwen. Dat conflict uit zich niet alleen in uiterlijke verschillen, maar ook in gedrag zoals bijvoorbeeld het schudgedrag bij hennen na de paring.

Tijdens deze interactieve lezing zal je door middel van filmpjes en vragen, die in groepen besproken worden, achterhalen waarom er verschil is in ouderinvestering, en waarom dit leidt tot een conflict tussen mannen en vrouwen. Je komt te weten hoe via seksuele selectie die grote verschillen in uiterlijk ontstaan zijn. Of er soms juist niet zijn zoals bij zwanen. Je leert meer over hoe ver dat conflict gaat, met strategieën die weer geleid hebben tot counterstrategieën, een soort wapenwedloop tussen man en vrouw.



Foto: Kenneth Lu / Flickr

Apen zijn net mensen – een kijkje in de spiegel

Liesbeth Sterck – hoogleraar gedragsbiologie Universiteit Utrecht en BPRC

Doelgroep: docenten die meer willen weten over de evolutionaire benadering van gedrag
Werkvorm: lezing
Materiaal: de powerpoint komt beschikbaar op www.nibi.nl

L51

Mensen hebben zowel goede als slechte kanten. Onze neiging tot agressie, geweld en oorlog zou je slecht kunnen noemen. Vaak wordt gezegd dat dit slechte gedrag verankerd zit in onze natuur, terwijl onze goede gedrag, zoals samenwerking en sociaal gedrag, een uiting van cultuur en menselijke moraal zou zijn. Dit plaatje klopt echter niet als we naar onze naaste verwanten kijken. Apen zitten vaak genoeglijk te vlooien en zijn dan heel aardig naar elkaar.

Verwanten lijken op elkaar, zeker evolutionair verwante soorten zoals (mens)apen. Dit betreft niet alleen uiterlijke kenmerken of de werking van het lichaam, maar ook het gedrag. Daarom is het niet raar om te verwachten dat mensen en apen ook wat betreft gedrag op elkaar lijken. Door vergelijkend gedragsonderzoek van apen en mensen kan bepaald worden of er een evolutionaire basis is van menselijk sociaal gedrag. Inderdaad blijkt dat aap en mens veel met elkaar gemeen hebben. Ten eerste leven zowel mensen als apen in groepen. Daarnaast maken beide ruzie en kunnen elkaar de tent uitvechten. Maar beiden hebben ook vrienden. Apen vlooien elkaar uitgebreid en mensen hebben appjes en sociale media. De nieuwste inzichten geven aan dat niet alleen agressie zorgt dat je dingen voor elkaar krijgt, zoals voedsel of kunnen paren en uiteindelijk meer nakomelingen, maar dat vriendschappelijk gedrag ook hierin kan resulteren. Dit geeft aan dat onze neiging om vrienden te maken geëvolueerd is en van nature in ons zit.



Ook kinderen zijn geëvolueerd

Annemie Ploeger – evolutionair-ontwikkelingspsycholoog, Universiteit van Amsterdam

Doelgroep: docenten biologie
Werkvorm: lezing
Materiaal: powerpoint komt beschikbaar op www.nibi.nl; boek *De evolutie van een kind: Hoe elke ontwikkelingsfase een functie heeft* kan aangeschaft worden

L50

Baby's die veel huilen. Peuters met driftbuien. Kinderen met ADHD. Scholieren met angst voor toetsen. Pubers die gaan roken en drinken. Elke fase in de ontwikkeling van kinderen is bijzonder, maar brengt ook weer nieuwe problemen met zich mee. Problemen die we liever kwijt zijn dan rijk. Toch komen ze veel voor – wat een indicatie kan zijn dat deze gedragingen een functie hebben. Als we de functie van probleemgedrag kennen, dan kunnen we het beter begrijpen, herkennen, erkennen en misschien zelfs veranderen. Als je vanuit een evolutionair-functioneel perspectief naar gedrag kijkt, dan gaat er een wereld voor je open.

In mijn lezing zal ik eerst een aantal nieuwe inzichten laten zien die je krijgt als je met een evolutionair-functionele blik naar probleemgedrag kijkt. Daarna zal ik ingaan op de vraag hoe je leerlingen op een goede, wetenschappelijke manier kunt leren nadenken over functionaliteit van gedrag. Welke criteria hanteer je? Dit betekent dat je niet alleen maar nadenkt over mogelijke functies van gedrag, maar ook over manieren om je gedachten hierover te toetsen. Dat is niet altijd gemakkelijk, maar wel noodzakelijk. Anders blijft je gedachte een leuk hersenspinsel, maar is het nog geen goed onderbouwde theorie.

Ik hoop dat je na afloop van deze lezing twee nieuwe dingen hebt geleerd: 1) op een nieuwe, functionele manier kijken naar probleemgedrag van kinderen en 2) je eigen leerlingen op een goede, wetenschappelijke manier laten nadenken over de functies van gedrag.



De kracht van natuurbeelden in het onderwijs

Lotte van den Berg – netwerk-coördinator Bètapartners en mede-organisator van het Wildlife Film Festival Rotterdam

Doelgroep: docenten biologie (en andere vakken) in onderbouw en bovenbouw die graag eigen onderwijs ontwikkelen
Werkvorm: workshop. Korte inleiding over film in de klas, vervolgens zelf aan de slag met verschillende werkvormen om je lessen te verrijken, en tot slot een plenaire afsluiting waarin je je bevindingen deelt en feedback geeft op anderen
Materiaal: handleiding is beschikbaar

W52

Natuurdocumentaires worden steeds populairder en komen ook steeds makkelijker beschikbaar, bijvoorbeeld op Netflix. Dit biedt geweldige mogelijkheden voor in de klas. Maar hoe pak je dat aan? Waar vind je de juiste film(clips), hoe laat je het goed aansluiten op de lesstof en hoe zorg je ervoor dat het niet een les 'video kijken' wordt waar niets van blijft hangen?

We gaan binnen het thema evolutie aan de hand van voorbeelden aan de slag om filmfragmenten te integreren in je lessen en daar relevante opdrachten bij te ontwikkelen. Je leert hoe je leerdoelen, (mis)concepten, context en beschikbaar filmmateriaal combineert tot uitdagende, verrijkende lessen die passen binnen het curriculum. En als bonus krijg je onbeschrijflijk mooie natuurbeelden te zien uit enkele films die op het Wildlife Film Festival Rotterdam gedraaid hebben.

Na deze workshop heb je een mooie opdracht ontwikkeld en daar feedback op gekregen, die je direct in de klas kunt inzetten. Dat niet alleen: door te hebben geoefend met deze werkvormen is het mogelijk om bij elk filmfragment een relevante opdracht verzinnen, zodat je thuis ook verder kunt. Tot slot zijn deze tools uitstekend in te zetten voor alerhande onderwijsontwikkeling, niet alleen waar het film betreft.



CRISPR/Cas9 begrijpen met modellen en simulaties

**Caspar Geraedts –
lerarenopleider, Vrije Universiteit
Amsterdam**

Doelgroep:
docenten biologie (met name bo-
venbouw) die hun repertoire aan
activerende werkvormen rondom
dit thema willen uitbreiden

Werkvorm:
verschillende uitbeeldpractica
uitproberen

Materiaal:
kant- en klaar lesmateriaal; de uit-
beeldpractica die aan bod komen
sluiten naadloos aan bij de stem-
pelset dna, maar zijn ook prima los
te gebruiken



W53

CRISPR/Cas9 is onmiskenbaar één van de belangrijkste molecu-
laire biologische ontdekkingen van
de afgelopen jaren. Onderzoekers verwachten dat
CRISPR/Cas9 voor een revolutie binnen de biotech-
nologie zal zorgen, onder andere door toepassingen
als *genome editing* en *gene drive*. Hoewel CRISPR/
Cas9 (nog) niet in de lesboeken of het eindexamen-
programma staat, zullen genoemde technieken in
de toekomst naar verwachting wel een grote rol
gaan spelen. Het ligt daarom voor de hand om in
onze lessen ook enige aandacht aan CRISPR/Cas9
te besteden. Bovendien vormen veel biotechnolo-
gische onderwerpen goede contexten om meer ba-
sale biologie aan bod te laten komen.

Als je met leerlingen dergelijke complexe biologie
wilt bespreken dan vormen driedimensionale mo-
dellen en simulaties een waardevolle aanvulling
op de vaak moeilijk interpreteerbare plaatjes en
animaties. In deze workshop gaan we aan de slag
met voorbeelden van zogenoemde *uitbeeldprac-
tica*: werkvormen waarbij leerlingen met tastbaar
materiaal zelf biologische structuren en processen
uitbeelden. Om grip te krijgen hoe CRISPR/Cas9 in
E. coli functioneert werken we met papieren model-
len, die geknipt, gevouwen en geplakt kunnen wor-
den, en waarmee de werking van het Cas9-enzym
kan worden uitgebeeld. Vervolgens gebruiken we
datzelfde model om te laten zien hoe CRISPR/Cas9
bij *genome editing* wordt ingezet. Tenslotte gebrui-
ken we Lego om te simuleren hoe CRISPR/Cas9 mo-
gelijk ingezet kan worden bij het verspreiden van
(gunstige) mutaties op populatieniveau.

Genen bestuderen met bio-informatica

**Marinke van der Velde – bio-
logiedocent Lerarenopleiding
Biologie aan de Hogeschool
Rotterdam**

**Gerianne Koeman - van der
Velde – biologiedocent Utrechts
Stedelijk Gymnasium**

Doelgroep:
docenten h/v bovenbouw

Werkvorm:
workshop

Materiaal:
lesmateriaal komt beschikbaar op
www.nibi.nl



W54

Veel menselijke genen zijn terug te voeren op een voorouder maar hadden bij die voorouder een andere functie dan dat ze nu bij ons hebben. Neem het gen voor het eiwit lactalbumine dat zoogdieren gebruiken voor het maken van melksuiker. Dat stamt eigenlijk af van een veel ouder eiwit, namelijk lysozym. Een eiwit dat de celwanden van bacteriën kan afbreken en dat we uitscheiden in zweet, tranen, speeksel en moedermelk.

In dit bio-informatica practicum besturen we de overeenkomsten en verschillen in de aminozuur-sequenties waarvoor verschillende genen coderen. Hierdoor is het mogelijk om uitspraken te doen over de evolutie van deze genen en over de fylogenie van verschillende soorten organismen. Zo blijkt het gen voor lactalbumine een duplicatie te zijn van het gen voor lysozym dat na duplicatie onderhevig is ge-
raakt aan verandering en een nieuwe functie heeft
verworven.

Het vergelijken van de aminozuursequenties van eiwitten levert ook farmaceutische toepassing op. In het verleden werd bijvoorbeeld het gen voor insuline bij verschillende organismen bestudeerd om te bepalen welk organisme geschikt was voor de productie van insuline als medicijn. Tegenwoordig richten wetenschappers zich op het geschikt maken van het insuline-gen voor gentherapie. Ook hiervoor is bio-informatica als tool nodig.

Het resultaat van deze workshop is dat je het practicum zelf ervaren hebt, de achterliggende theorie kent en het practicum kunt toepassen in jouw onderwijs!

Vis, een zeer veelzijdig stukje leven

**Yuri Stevens – Pallas Athene
College, Ede**

Doelgroep:
docenten biologie in bovenbouw
havo/vwo

Werkvorm:
workshop

Materiaal:
een papieren exemplaar van de
module *Joost, de Guppykweker*,
inclusief docentenhandleiding



W55

Gevlekte cavia's, roze erwtenplan-
ten of kleurenblinde hemofiliepa-
tiënten met al dan niet rollende
tongen. Je kunt de gekke contexten inmiddels
dromen. Elk voorbeeld lijkt bij zijn eigen speci-
fieke onderdeel binnen het domein erfelijkheid te
horen. Lapjeskatten? Dan gaat het om X-chromo-
somale overerving. Bloedgroep A+? Intermediaire
fenotypen. Gele muizen? Lethale allelen. Voorspel-
baar, weinig creatief en het geeft leerlingen een
verkeerd beeld van wat er tijdens het eindexamen
van hen verwacht zal worden.

Tijdens deze workshop ga je zelf aan de slag met
een module rondom guppenkweker Joost. Joost is
zijn kostbare notitieboek kwijtgeraakt en hij heeft
hulp nodig. Want het kweken van een 'mooie' gup
doe je namelijk niet zomaar. Binnen deze context
leren leerlingen over mono-, di- en zelfs tetrahybri-
de kruisingen. Kruisingsschema's, stambomen,
rekenregels, X- en Y-chromosomale overerving,
lethale allelen en crossing-over. Alles omtrent de
Mendelse genetica passeert de revue. De module
bevat veel kleurrijke afbeeldingen en veel links
naar animaties en uitleg via YouTube. Bovendien is
de module flexibel inzetbaar. Als docent kun je zelf
bepalen welke opdrachten je door de leerlingen
laat maken. Laat je ze alleen hun kennis opfrissen,
of wil je ze uitdagen zelf een kruisingsexperiment
op te zetten om de ultieme gup te kweken? De mo-
dule komt ook digitaal beschikbaar en kan worden
uitgebreid naar moleculaire erfelijkheid, populatie-
genetica en evolutie.

Experimenteren met slijmschimmels

**Per-Ivar Kloen en Marten
Hazelaar – docenten van de
Populier in Den Haag**

Doelgroep:
iedereen die wil experimenteren
met slijmschimmels

Werkvorm:
interactieve lezing met workshop

Materiaal:
practicum ideeën en een levende
en gedroogde slijmschimmel krijg
je mee naar huis



W56

Slijmschimmels zijn moeilijk in een hokje te duwen. Allereerst klopt het hokje slijmschimmel niet. Er zitten organismen in die weliswaar op el-
kaar lijken, maar toch nauwelijks aan elkaar ver-
want zijn. Het zijn in ieder geval geen schimmels.
Een deel van de levenscyclus bestaan slijmschim-
mels uit losse amoëbe-achtige cellen, maar afhan-
kelijk van de omstandigheden zoeken deze cel-
len elkaar op en vormen ze een plasmodium, een
centimeters grote blob die bij veel soorten niet uit
losse cellen bestaat en rondkruipt om organische
stoffen en micro-organismen te verzwellen.

Dit gaat met een snelheid die bijna met het blote
oog zichtbaar is. Ze vertonen gedrag: ze maken
voedselkeuzes, zijn ontsnappingskunstenaars en
vertonen zelfs leergedrag. Ze kunnen wiskundige
problemen oplossen die supercomputers nauwe-
lijks aankunnen.

En dan is ook nog een van die slijmschimmels het ideale practicumorganisme, waarvan het voedsel in elke supermarkt verkrijgbaar is en die minstens een jaar in een plastic zakje te bewaren is.

Bij deze lezing/workshop kom je wat te weten over de biologie van slijmschimmels en in het bijzonder de slijmschimmel *Physarum polycephalum*. We leggen uit hoe deze slijmschimmel op school te kweken is en welke experimenten (van brugklas tot V6) er mee te doen zijn. Je kunt een paar van die experimenten inzetten en 's avonds al het resultaat zien. Je krijgt dus een levende slijmschimmel mee naar huis, maar ook een zakje met gedroogde *Physarum*.

Darwins Peepshow – een sexy snijpracticum

Menno Schilthuizen - hoogleraar evolutiebiologie (Univ. Leiden), onderzoeker (Naturalis) en auteur

Doelgroep: docenten die graag via een dissectiepracticum iets willen doceren over de functie en evolutie van geslachtsorganen bij andere dieren dan de mens

Werkvorm: kort college (25 min.) en dissectiepracticum

Materiaal: dissectiehandleiding, dissectiemateriaal op alcohol, boek *Darwins Peepshow* (te koop)



W57

Spermaschepjes, liefdespijlen, spermaopslagorgaantjes... De geslachtsorganen van mens en dier zitten vol evolutionaire verrassingen. In een lezing getiteld *Darwins Peepshow* (gebaseerd op het gelijknamige boek; te koop tijdens de workshop) vertelt evolutiebioloog Menno Schilthuizen hoe de geslachtsorganen een toneel zijn van allerlei dramatische evolutionaire gebeurtenissen, aangedreven door het eeuwige spel van liefde, verleiding, en seksuele wapenwedlopen. Aansluitend kunnen sommige van deze structuren door de deelnemers zelf worden ontdekt tijdens een ontleedpracticum.

Met behulp van de aanwezige dissectie-binoculaires en beknopte handleidingen die met enige aanpassing ook voor lessen gebruikt kunnen worden, kunnen de deelnemers zelf aan de slag. Geconserveerd materiaal van enkele ongewervelde dieren (voornamelijk weekdieren en insecten) kan worden ontleed en enkele voor hen kenmerkende geslachtsorganen (bv. een liefdespijl, een endofallus en een explosieve spermatofoor) worden bekeken. Aan de hand van het inleidende college wordt duidelijk hoe deze organen functioneren en ook hoe ze via seksuele selectie kunnen zijn ontstaan en vormgegeven.

De slang die Eva verleidde

Eric Mulder – paleontoloog en conservator bij museum Natura Docet Wonderryck Twente, Denekamp

Doelgroep: docenten biologie in bovenbouw havo/vwo en andere geïnteresseerden

Werkvorm: (interactieve) lezing

Materiaal: powerpoint komt beschikbaar op www.nibi.nl



L58

Slangen behoren als gewervelde dieren bij de reptielen. De meeste soorten leven op het land. Toch hebben ze geen poten. Al meer dan tweeduizend jaar wordt de mensheid door dit verschijnsel geïntrigeerd. Oude culturen in het Nabije Oosten zagen het ontbreken van poten bij slangen als een straf van God.

De lezing begint daarom met een stukje kunstgeschiedenis als inleiding tot het natuurwetenschappelijke gedeelte. Daarna is er aandacht voor het evolutionaire voordeel om een slang te worden, voor fossielen die de overgang van viervoeter naar pootloos dier illustreren en voor mutaties in Hoxgenen, welke hebben geleid tot het verlies van poten in combinatie met verlenging van het slangenlichaam. De ontdekkingstocht naar de evolutie van slangen is een schoolvoorbeeld van de synthese van embryologie, moleculaire genetica en paleontologie; in het Engels *evolutionary developmental biology*, kortweg *evodevo* genoemd.

Lang was het onduidelijk, waar we de oorsprong van de slang moeten zoeken. Lag die in zee of leefden de voorouders op het land en zijn de zeeslangen pas later aangepast aan een leven in een marien milieu? Het groeiend inzicht in het ontstaan van slangen laat zien hoe het zelfcorrigerend systeem van wetenschap werkt: onjuist gebleken hypothesen verdwijnen. Het kan geen kwaad om leerlingen daarop te wijzen. Laat zien wat wetenschap is.

Dankzij medewerking van tamme koningspython Loesje krijg je gelegenheid, om zelf haar minuscule nageltjes naast de cloaca, dus de restanten van de achterpoten, te bekijken.

Pubquiz en educatieve spelletjesavond

VRIJDAGAVOND
21:15 – 23:30 uur

Doelgroep: iedereen die van quizen en spelletjes houdt

Werkvorm: tijdens deze spelletjesavond kun je verschillende spellen uittesten en bekijken

Materiaal: de pubquiz bestanden worden gedeeld en ideeën om aan deze spellen te komen worden verspreid



W59

Dit jaar is er op vrijdagavond na de avondlezing om 21:15 uur nog iets leuks te doen voor wie dat wil. Je kunt namelijk meedoen met een pubquiz in zaal Afrika. Test in kleine groepjes je biologische kennis onder het genot van een drankje.

Ben je niet van de pubquiz maar houdt je wel van spelletjes? Kom dan met een paar collega's lekker educatief verantwoorde spelletjes spelen! Een aantal docenten heeft meer of minder bekende gezelschapsspellen omgebouwd tot een biologische variant die je in de klas kunt gebruiken. Soms onderwerp-gebonden, soms algemeen biologisch.

Tijdens dit uurtje kun je binnenlopen, de spellen bekijken en uitproberen. Er zijn mensen aanwezig die de spellen kunnen demonstreren.



Je vak bijhouden met *Bionieuws* en de rekening naar de school?

Regel een sectielidmaatschap (vanaf 3 personen)

- *Bionieuws* thuis, factuur naar de school, te verantwoorden als permanente nascholing
- 80 euro per persoon
- Vanaf 10 personen gratis advertentieruimte in *Bionieuws*
- Mail Leen van den Oever (vandenoever@nibi.nl) de naw-gegevens van je collega's en het factuuradres



JONG LEREN ETEN

Jong Leren Eten

Wil je op school een snelle start maken met gezonde en duurzame voedselkeuzes? Ga voor tips, links naar lesmateriaal en voedsel-experiences in de buurt zoals een boerderijbezoek, gastlessen of een kookworkshop naar www.jonglereneten.nl

GEEF

PLASSEN OVER KWALLENBETEN

CADEAU

Een topcadeau voor in de zak of onder de boom. Bestel je (veelvouden) van 10 boekjes vóór 23 november en je hebt ze 30 november in huis. Dus 10 boeken voor 59 euro (inclusief verzendkosten).

www.nibi.nl