

43. NATUURLIJKE SELECTIE MET KRALEN

Natuurlijke selectie gaat uit van het idee dat organismen die beter aangepast zijn aan hun omgeving (dan hun soortgenoten in dezelfde populatie), een hogere kans hebben om te overleven en nakomelingen te produceren. In deze opdracht wordt het mechanisme van natuurlijke selectie gesimuleerd met kralen. Dit uitbeeldpracticum is gebaseerd op werk van Stebbins en Allen (1975)¹, en werd verder uitgewerkt door Ingeborg van der Neut (Ludger College, Doetinchem) en Caspar Geraedts (VU Lerarenacademie, Amsterdam).

duur	één lesuur (50 minuten), incl. voor- en nabespreking
doelgroep	bovenbouw havo/vwo (al kan een goede tweede of derde klas ook best met de basis van dit practicum uit de voeten)
doelen	<p>Leerlingen kunnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • uitleggen dat wanneer bepaalde varianten (fenotypen) in een populatie een hogere kans hebben om te overleven en nakomelingen te produceren de frequentie van die varianten binnen de populatie toeneemt (mits deze variatie in ieder geval deels erfelijk is); • uitleggen dat het veranderen van gen- en fenotypefrequenties in de populatie verantwoordelijk is voor het veranderen van soorten; • uitleggen dat door natuurlijke selectie de variatie binnen de populatie afneemt, maar dat door mutatie (en recombinatie) nieuwe variatie kan ontstaan; • (eventueel) uitleggen wat bedoeld wordt met de termen gene flow, seksuele selectie, het founder effect, en co-evolutie.
nodig	<ul style="list-style-type: none"> • een aantal bontgekleurde lappen, doeken of stukken tapijt • kleine strijkkralen in verschillende kleuren • (eventueel) zonnebrillen om het voor ‘de predatoren’ moeilijker te maken ‘de prooidieren’ te vinden; als je zonnebrillen met verschillend gekleurde glazen kunt vinden kun je nog een extra factor inbouwen (zie ook hieronder bij voorbereiding)

¹ Stebbins, R.C. & Allen, B. (1975). Simulating evolution, *The American Biology Teacher*. 37, 206-211.

voorbereiding

1. Voor dit practicum heb je een aantal bontgekleurde lappen, doeken of stukken tapijt nodig, ongeveer ter grootte van een tafel: deze stellen een eiland of een bepaalde leefomgeving voor.
2. Verder heb je verschillende kleuren (kleine) strijkkralen nodig: deze stellen een populatie organismen (van één soort) voor. Zorg voor minimaal vier verschillende kleuren, maar meer kan prima, zeker als je ook nieuwe varianten (als gevolg van mutaties of recombinitie) wilt laten ontstaan.
3. De precieze aantallen lappen en kralen zijn afhankelijk van hoe je dit practicum uitvoert. Je kunt dit practicum in tweetallen laten doen (zoals hier verder beschreven), maar ook in groepjes van drie tot vijf leerlingen. In dat geval vergroot je de omvang van de populatie (en zorg je indien nodig voor wat grotere lappen).
4. Ga (met collega's of een aantal leerlingen) na of de kralen niet té veel opvallen tegen de achtergrond van de lap. Het gaat er natuurlijk om dat sommige kleuren kralen veel minder goed zichtbaar zijn dan andere. Experimenteer eventueel met (verschillend gekleurde?) zonnebrillen om het nog wat lastiger te maken.
5. Verzamel voor elk tweetal (of groepje) de benodigde materialen: een lap en kralen in (minimaal) vier verschillende kleuren.

uitvoering

1. Vertel de leerlingen dat ze zo meteen tijdens het practicum de rol krijgen van predatoren die binnen hun leefgebied op jacht gaan naar kleine prooidieren (de kralen). Van deze prooidieren bestaan verschillende erfelijke varianten, maar ze behoren dus wel allemaal tot één en dezelfde soort. Het is niet perse noodzakelijk om de leerlingen van tevoren te vertellen dat het practicum gaat over natuurlijke selectie en evolutie. Dat kan ook prima nadat ze zelf hebben ervaren wat de resultaten van de simulatie zijn.
2. Eventueel kun je de context nog wat concreter maken, door te vertellen dat de verschillende lappen op de tafels een eilandengroep voorstellen, en dat op elk eiland een populatie organismen terecht komt (afkomstig van het vasteland).
3. Geef de leerlingen nu de volgende opdracht:
 - a. Per tweetal pak je één van de aanwezige lapjes, en een potje met kralen. Controleer of het potje met kralen 80 kralen bevat (20 van elke kleur).
 - b. Persoon A kijkt nu weg, terwijl persoon B van elke kleur 5 kralen neemt en de 20 kralen willekeurig verspreidt over de lap stof. Denk hier niet te veel bij na, maar verdeel de kralen snel over de hele lap.
 - c. Op een teken van persoon B draait persoon A zich om, en pakt zo snel mogelijk 10 kralen. Persoon A doet de gepakte kralen terug in het potje (zonder ze goed te bekijken) en draait zich weer om.
 - d. Persoon B vult de kralen op de lap aan *door voor elk van de 10 overgebleven kralen een kraal van dezelfde kleur toe te voegen*. Er liggen nu als het goed is weer 20 kralen op de lap. Persoon B vult in de tabel hieronder het aantal kralen per kleur in. Persoon B verdeelt de kralen ook weer over de lap.
 - e. Stap c en d worden herhaald totdat persoon A zeven keer 10 kralen heeft gepakt, en de tabel volledig is ingevuld.

aantal kralen	ROOD	BLAUW	PAARS	GROEN	totaal
begin	5	5	5	5	20
na ronde 1					20
na ronde 2					20
na ronde 3					20
na ronde 4					20
na ronde 5					20
na ronde 6					20
na ronde 7					20

(na)denkwerk

- Verzamel als de leerlingen zo'n beetje klaar zijn alle resultaten op het bord of smartboard. Bespreek de resultaten. Wat valt er op? Hoe kunnen we de uitkomsten verklaren? Zijn er onverwachte resultaten? Wat zou er gebeuren als er nog eens 7 rondes gedaan zouden worden?
- Laat de leerlingen heen en weer denken tussen de simulatie (het model) en het werkelijke biologische proces (natuurlijke selectie). Vraag of ze de volgende biologische begrippen terug kunnen zien in de simulatie: variatie, selectie, predatie, generatie, overlevingskans, voortplanting, omgeving, allerefficientie en survival of the fittest.
- Vertel dat de leerlingen nu hebben uitgebeeld hoe natuurlijke selectie werkt, en dat dat proces de drijvende kracht is achter evolutie en het veranderen van soorten. Benadruk dat evolutie dus niet het gevolg is van aanpassingen die tijdens het leven van individuen optreden en aan hun nakomelingen worden doorgegeven, maar dat de samenstelling van de populatie verandert (evolutie vindt plaats op populatieniveau).
- Bespreek ook in welk(e) opzicht(en) de simulatie verschilt van het werkelijke biologische proces. Er is bijvoorbeeld geen recombinatie, of zelfs niet echt geslachtelijke voortplanting (elke overblijvende ouder krijgt gewoon een identiek kind).

aanpassen/uitbreiden

- Een voor de hand liggende uitbreiding op deze simulatie is het laten ontstaan van mutaties. Per generatie worden dan één of enkele nakomelingen geboren die *niet* automatisch hetzelfde fenotype hebben als hun ouder(s) hebben, maar als het ware mutanten zijn. Hiertoe worden één of enkele kralen blind uit een bekertje met allerlei kleuren kralen gepakt. Een mutant kan dus een gunstiger maar ook een minder gunstig fenotype hebben in vergelijking met de ouder (het fenotype kan zelfs hetzelfde blijven, net als bij echte mutaties).
- Je kunt hetzelfde model (kralen op een lap) prima gebruiken om andere evolutionaire verschijnselen mee te simuleren. Laat de leerlingen één van de onderstaande begrippen kiezen, en zelf een manier bedenken om dat begrip met de kralen en de lap uit te beelden: mutatie, gene flow, seksuele selectie, het founder effect, en co-evolutie.