

Workshop 'uniek door foutjes'

Introductie

Deze workshop is geïnspireerd op het onderzoek o.l.v. Joris Veltman en Han Brunner waarin zij aantonen dat veel verstandelijke handicaps niet erfelijk bepaald zijn, maar ontstaan als gevolg van spontane genetische veranderingen. Die veranderingen zijn het gevolg van foutjes tijdens het kopiëren van gezond erfelijk materiaal in de ei- of zaadcel van de ouders.

Dergelijke kopieerfoutjes zijn niet uitzonderlijk. Bij elke celdeling treden ze wel op, maar de gevolgen hoeven niet altijd ernstig te zijn. Het ontstaan van mutaties is in wezen de essentie van evolutie. Het maakt dat geen twee mensen hetzelfde zijn.

De workshop omvat een viertal activiteiten, waarin we de aard van ons erfelijk materiaal onderzoeken, en ervaren hoe dingen mis kunnen gaan bij het doorgeven, of kopiëren, van deze informatie. We hopen hiermee de deelnemende leerkrachten te inspireren tot, of bij, het opzetten van lesactiviteiten over erfelijkheid.

1 opdracht: uniciteit

De eerste activiteit is een inleidende opdracht waarmee de uniciteit van ieder mens geïllustreerd wordt. We gaan eerst als groep samen staan. Vervolgens zullen er eigenschappen genoemd worden, wanneer u deze eigenschap bezit splitst u zich van de groep af. Uiteindelijk zal iedere deelnemer alleen staan, kortom ieder mens bezit een unieke combinatie van eigenschappen.

Eigenschappen die genoemd worden:

- Armen over elkaar -> rechts / links boven?
- Tongrol -> ja / nee?
- Oorlelletje -> vast / los?
- Vingers spreiden -> wel / niet?
- Oorspronkelijke haarkleur -> licht / donker
- Widows peak -> wel / niet?
- Kuiltje in wangen -> wel / niet?
- Haarvorm -> krullend / steil?
- Handen verstrengeld -> linker-/ rechterduim boven?
- Kuiltje in kin -> ja / nee?
- Schrijfhand -> links / rechts?

2a DNA

Eigenschappen worden doorgegeven van ouder op kind, middels een 'bouwplan' waarin precies staat beschreven wat voor haar het kind krijgt, en of het in staat is zijn tong op te rollen of zijn vingers op een bepaalde manier te spreiden. Al die informatie wordt gecodeerd en opgeslagen in het DNA.

Het DNA is dus de informatiedrager. Het laat zich vergelijken met een boek, waarin informatie is opgeslagen via een code van 26 verschillende letters, waarmee woorden, zinnen en hoofdstukken gemaakt kunnen worden. Bij het DNA bestaat die code niet uit letters, maar uit vier bio-chemische elementjes of nucleotiden. De volgorde van de nucleotiden bepaalt de genetische informatie.

2b opdracht: maak je eigen DNA

Om beter te begrijpen hoe er bij het kopiëren van DNA fouten kunnen optreden, bekijken we eerst hoe die codering van informatie er precies uitziet. Daartoe bouwen we een stukje van ons DNA op een strook papier, waarbij de vier nucleotiden worden weergegeven door vier kleuren, in de vorm van stickertjes.

We geven nu elke eigenschap uit de eerste activiteit zijn eigen kleurcode. Linkshandigheid is bijvoorbeeld groen-rood-blauw. Op het werkblad ziet u welke code bij welke eigenschap hoort. Op deze wijze maakt u de strook DNA vol met uw tien eigenschappen uit de eerste opdracht. Zo maakt iedereen zijn eigen unieke reeks van $10 \times 3 = 30$ gekleurde stickertjes.

(Deze opdracht wordt visueel ondersteund door de powerpointpresentatie.)

3a DNA, een dubbele streng

Zoals reeds gezegd is een DNA-code opgebouwd uit vier nucleotiden. In de zojuist gemaakte opdracht zijn deze weergegeven met vier kleuren. Echter, DNA bestaat niet uit één streng, maar uit twee complementaire strengen die samen een soort wenteltrap vormen. De treden van die wenteltrap worden gevormd door de nucleotiden die paren vormen. De twee DNA-strengen passen op elkaar doordat er vaste combinaties zijn. De twee strengen zijn dus eigenlijk elkaars spiegelbeelden.

3b opdracht: DNA- streng completeren

Bij de volgende activiteit gaat u uw eigen DNA-code compleet maken. Dit doet u door de complementaire kleuren naast de kleuren die u al op uw strook heeft geplakt, te plakken. Hierbij is de afspraak dat rood complementair is aan groen en dat geel complementair is aan blauw. Het is de bedoeling dat u de twee rijen met stickers naast elkaar plakt.

(Ook deze opdracht wordt visueel ondersteund door de powerpointpresentatie.)

4a Het kopieerproces

Wanneer een cel zich gaat delen, worden de twee strengen van het DNA uit elkaar getrokken. De wenteltrap wordt als het ware open geritst. Hierbij wordt de koppeling tussen de nucleotide baseparen verbroken. Als de twee strengen uit elkaar gaan, ontstaan er twee losse DNA-strengen. Dan begint het kopiëren met de vaste combinaties. Zo wordt de streng weer opgebouwd en ontstaat er per streng een kopie.

4b opdracht: kopiëren

Bij deze opdracht richten we ons wederom op het kopieerproces. U krijgt de taak een enkele streng aan te vullen tot een volledige streng. Hierbij gebruikt u niet uw eigen DNA-kleurencode, maar vult u een voorgelezen kleurencode verder aan.

Kortom u plakt de complementaire kleur van de opgenoemde kleur op uw strook. Hierbij blijft de volgende afspraak gelden: rood is complementair aan groen en blauw is complementair aan geel. (visuele ondersteuning middels de powerpointpresentatie.)

Bij deze opdracht is een tijdselement ingebouwd, bij het voorlezen van de kleurencode wordt er

immers geen rekening gehouden met het individuele tempo van de deelnemers. Mogelijk heeft deze tijdsdruk foutjes in het kopiëren tot gevolg. We vergelijken de stroken van de deelnemers.

5a werken onder druk

Ook een cel staat voortdurend onder druk. In het laatste deel van deze workshop ervaren we hoe druk van invloed is op de nauwkeurigheid waarmee taken worden uitgevoerd. We doen dit door:

- * een wedstrijdelement toe te voegen
- * de opdracht complexer, of eigenlijk realistischer, te maken.

De kleurcode uit de vorige opdrachten gaan we nu vervangen door letters, overeenkomstig de wetenschappelijke aanduiding:

A (adenine)
C (cytosine)
G (guanine)
T (thymine)

Een enkele streng DNA ziet er dan bijvoorbeeld zo uit: **ACTGAGCTTGACCAT**

Om de enkele streng te completeren tot een dubbele zijn er weer vaste combinaties:

A krijgt altijd een U aan zich gekoppeld
C krijgt altijd een G
G krijgt altijd een C
T krijgt altijd een A

(Dat er opeens een **U** opduikt komt omdat we hier te maken hebben met een bijzonder stukje DNA, namelijk het RNA. Voor het uitvoeren van de activiteit in het primair onderwijs is die specificatie niet van wezenlijk belang; het gaat om de juiste koppelingen.)

5b opdracht: zoek de ziekte

Feitelijk bestaat de laatste activiteit uit vier deel-opdrachten. Ook in de cel is er immers voortdurend sprake van een complex samenspel van decoderen, complementeren, controleren en repareren. Om deze interactie te simuleren vormt u groepjes van vier en maakt u uw eigen taakverdeling.

De vier opdrachten worden geïllustreerd via de powerpoint.

De eerste opdracht:

Elke groep krijgt een blad met daarop een stuk van een DNA-code.

Completeer deze enkele streng tot een dubbele, volgens de vaste lettercombinaties.

De tweede opdracht:

Neem steeds drie opeenvolgende letters (codon) van de tweede streng.

Die drie letters vormen samen de code voor een aminozuur.

Zoek op de decodeerschijf de naam van het betreffende aminozuur.

U ziet dat het codon uit het voorbeeld, UCA, staat voor het aminozuur Serine.

De derde opdracht:

Zoek in de tabel de letter die correspondeert met het betreffende aminozuur.

Serine wordt bijvoorbeeld weergegeven door de letter S.

Schrijf deze letter op, en doe dat op deze wijze voor elke codon/aminozuur van jullie strook. Zo ontstaat een reeks van 15 letters.

De vierde opdracht:

Je hebt nu een reeks van 15 aminozuren, en die vormen samen een eiwit.

Dit eiwit is betrokken bij het ontstaan van een bepaalde ziekte of afwijking.

Ga naar de laptop en voer je reeks van 15 letters (zonder spaties) in bij google.

Als je het goed hebt gedaan zal google in die reeks een eiwit herkennen en je naar een pagina leiden waarop te vinden is welk eiwit dat is en welke ziekte of afwijking daarmee verbonden is. De groep die als eerste deze informatie heeft, is de winnaar.

Elk groepje ontvangt: een blad met een stuk van een DNA-code
een decodeerschijf
een lijst met aminozuren en corresponderende letter
een pen

De opdracht start op het moment dat elk groepje zijn pakketje heeft ontvangen.

Bijlage

In de map die u gedownload heeft vindt u de volgende bijlagen:

1. De powerpointpresentatie van de workshop
2. De werkbladen met de kleurencodes per eigenschap te gebruiken bij opdracht 2b

Te gebruiken bij opdracht 5b:

3. De codebladen
4. De aminozuurtabel
5. De decodeerschijf

Bronnen

Opdracht 5b komt van <http://www.nclark.net/>,
http://www.nclark.net/DNA_to_disease.doc

Colofon

De workshop en bijgeleverde materialen zijn ontwikkeld en/of samengesteld door het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen in samenwerking met basisschool 't Holthuis uit Huissen, basisschool de Lanteerne uit Nijmegen, een pabo-docent van de Hogeschool Arnhem en Nijmegen en onderzoekers van het UMC St Radboud Nijmegen en de Radboud Universiteit Nijmegen.

Copyright ©2012 Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen