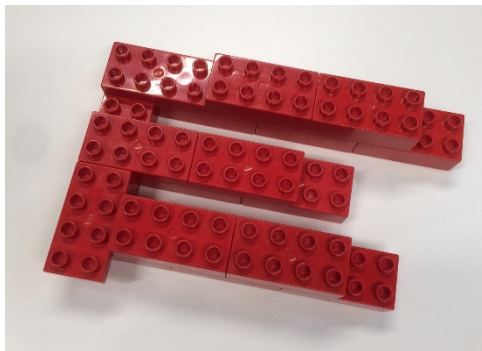


27. SPIJSVERTERING MET DUPLO®

Duplo®-brokken door de klassendarm

Dit uitbeeldpracticum is leuk én leerzaam omdat de leerlingen met z'n allen een spijsverteringskanaal vormen waarin ook echt sappen worden toegevoegd, moleculen worden afgebroken, en water wordt geresorbeerd. Dit uitbeeldpracticum is ontwikkeld door Gee van Duin (Cartesius Lyceum, Amsterdam).

duur	één lesuur (50 minuten), met klaarzet-voorbereiding van 30 minuten
doelgroep	bovenbouw havo/vwo
doelen	<p>leerlingen weten:</p> <ul style="list-style-type: none">• functie en ligging van organen in het spijsverteringssysteem;• productieplaats en functionele samenstelling van betrokken sappen;• effect van enzymen op biochemische afbraak van de voedingsstoffen koolhydraat, eiwit en vet. <p>leerlingen kunnen:</p> <ul style="list-style-type: none">• samenwerken in een expertsysteem;• de spijsvertering als één doorlopend proces zien door de dynamiek en driedimensionaliteit.



nodig

- Duplo®-blokken (zie bij voorbereiding)
- 2 doorzichtige plastic zakken (grote pedaalemmerzak)
- 5 bekertjes/bekerglazen, met groot opschrift: SPUUG, MAAGSAP, GAL, ALVLEESSAP en DARMSAP
- 2 plastic bakken of emmers (liefst transparant)
- 9 als naambordjes gevouwen A4-vellen (120 grams) met aan twee kanten de volgende teksten: MOND, SLOKDARM, MAAG, PORTIER, TWAALFVINGERIGE DARM, DUNNE DARM, BLINDE DARM, DIKKE DARM, ANUS. Dat zijn de orgaanplaatsen.
- een rol toiletpapier of keukenpapier
- het schoolboek over spijsvertering of kopieën van onderdelen, Binas, of andere bronnen
- eventueel gele huishoudhandschoenen (zie aanpassen/uitbreiden)

voorbereiding

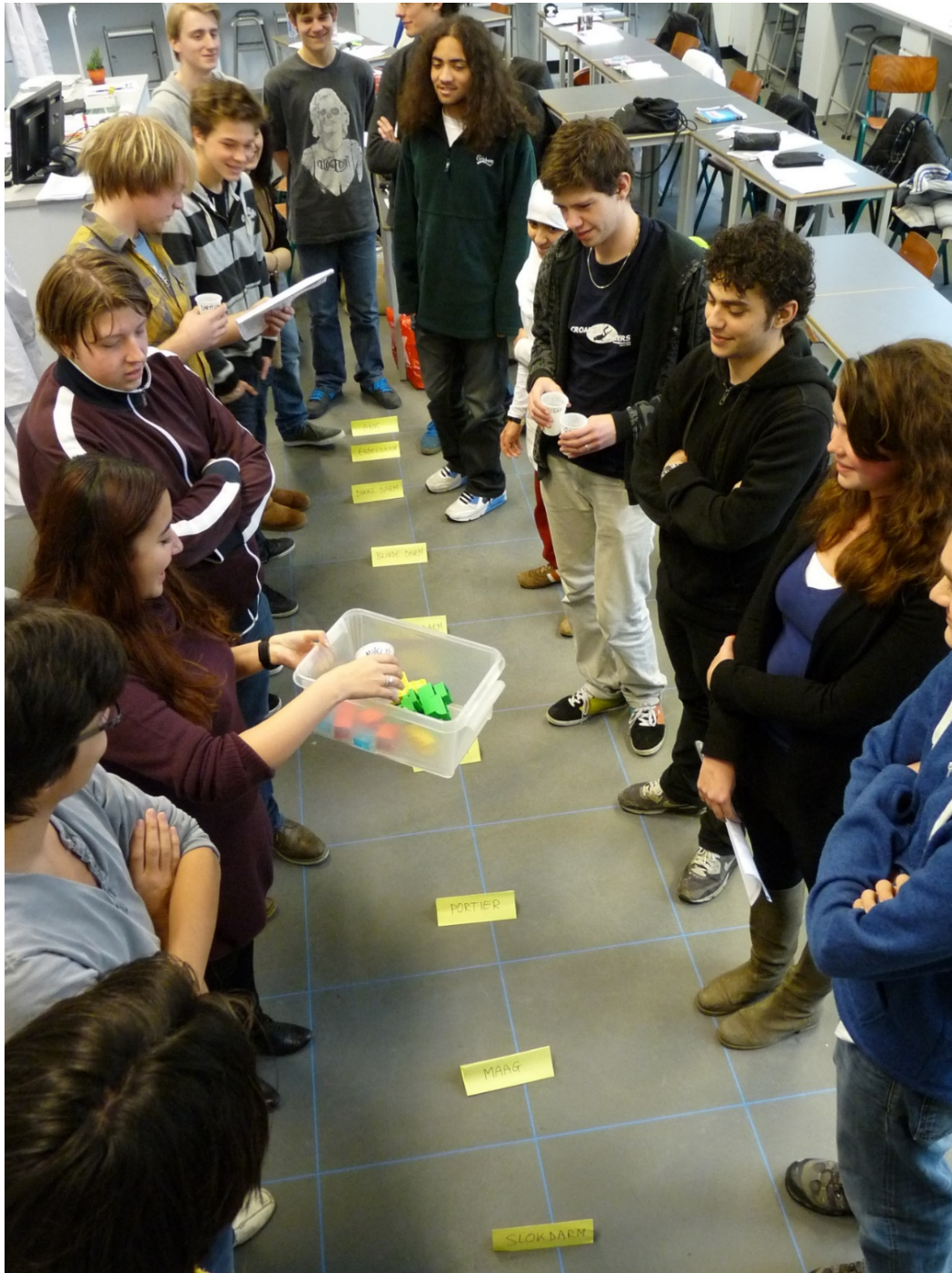
1. Bouw vóór de les de voedingsstoffen van Duplo®. Gebruik per categorie een andere kleur!
 - eiwit van één kleur blokjes (liefst groen vanwege die kleur voor N bij scheikunde) met veel verschillende vormen blokjes. Maak er één groot 'molecuul' van dat bestaat uit verschillende aminozuren. (= elk los blokje in andere vorm);
 - koolhydraat van één kleur blokjes, maar dan alleen 2x4 (kruislings bevestigd) of 2x2 (op elkaar): dat is zetmeel, bestaand uit allemaal glucosemoleculen;
 - vet van één staaf van 2 x 8 (of 2 van 2 x 4 achter elkaar) (= glycerol) met daar dwars op drie blokjes van verschillende lengte en in een andere kleur (=vetzuren); eventueel kun je nog experimenteren met cis- en trans-vetten, of verzadigde en onverzadigde;
 - het is leuk om nog weer andere kleuren en vormen blokjes toe te voegen als symbool voor bacteriën, onverteerbare vezels, mineralen etc.
2. Leg plastic bakken en zakken klaar. Doe de pedaalemmerzakken in elkaar (tegen lekkage).
3. Vul de bekertjes met water.

uitvoering

1. Leg in grote lijnen uit wat er gaat gebeuren: lezen van selectie, vertellen / uitbeelden in 'darm'. Hou ongeveer het volgende tijdschema aan:
 - introductie en uitdelen teksten - 5 minuten
 - leerlingen lezen en bereiden presenteren - 15 minuten
 - uitvoeren - 20 minuten
 - nabespreken 10 minuten
2. Verdeel de klas in 8 (of 7 of 9) groepjes via de genummerde-hoofden-methode: 1-2-3-4-5-6-7-8 | 1-2-3-4-5-6-7-8 | 1-2-3-4-5-6-7-8.
3. Schrijf op het bord de nummers en daarachter de namen van de organen/onderdelen (mond, slokdarm enz.). Let op: groep 2 die de slokdarm heeft, moet in het geval van 8 groepen als dubbelrol ook de anus zijn, dus na het getal 8 komt weer een 2. Variaties in groepsgrootte zijn denkbaar afhankelijk van klassengrootte.
4. Leerlingen gaan in expertgroepjes bij elkaar zitten. Elk groepje bestudeert dát deel van het lesboek (of een andere bron) dat over het orgaan gaat dat bij het nummer hoort (dus de maaggroep leest alléén het stuk over de maag, en niet over de portier etc., tenzij ze heel snel klaar zijn). Opdracht voor de leerlingen: elk groepslid moet (zonder boek of blaadje) kunnen vertellen hoe het orgaan er uit ziet, en wat er in dat orgaan gebeurt (richtvragen: Wordt er spijsverteringssap afgegeven? Zo ja, welke enzymen bevat het spijsverteringssap? Welke voedingsstoffen worden door deze enzymen afgebroken? Welke andere stoffen dan enzymen worden afgegeven? Worden er stoffen opgenomen? Zo ja, welke? Zijn er andere processen die in dit orgaan plaatsvinden? Zo ja, welke?).
5. Terwijl de leerlingen lezen zet je in de gang, of in het midden van het lokaal, de orgaankaartjes in een rij, met 0,5 à 1 meter tussenruimte. Aan weerszijden moeten de leerlingen tegenover elkaar kunnen staan, met een meter tussenruimte.
6. Peil of ze klaar zijn met lezen, jut op waar nodig, en roep ze dan naar de rij met orgaankaartjes.
7. Leerlingen gaan aan weerszijden van de kaartjes staan en vormen zo met hun lichamen een levend 'spijsverteringskanaal', met de namen van de onderdelen op de vloer ertussen.
8. Vraag nu welke organen sappen afgeven. Die krijgen een bekertje water: mond, maag, twaalfvingerige darm (2x!), dunne darm.
9. Toon de verschillende voedingsstoffen, leg uit hoe ze zijn opgebouwd en doe ze in de plastic zak. Dat is het voedingsmiddel. Voeg naar eigen inzicht eventueel ook wat zwarte blokjes toe (onverteerbare resten, voedingsvezel), witte (mineralen), en/of Duplo®-poppetjes of -diertjes (bacteriën).
10. Geef de zak aan het eerste orgaan (de 'mondige' leerlingen) en wijs telkens één leerling van een orgaangroepje aan die het woord voert. Als er sappen in het spel zijn moet een andere leerling dat erbij doen.
11. Telkens leggen leerlingen uit wat er in hun 'orgaan' gebeurt. Bijvoorbeeld: in mond kauwen (mechanische vertering is lastig; evt. zak wat schudden), door amylase in spug (beker

water in de zak!) van zetmeel telkens setjes van twee blokjes afhalen: maltose (maar hou wat over voor in de twaalfvingerige darm).

12. Bij de gal is het van belang dat de emulgerende werking wordt getoond door *niet* het vet af te breken.
13. Vraag in de twaalfvingerige darm ook waarom er (in verschillende organen) twee eiwit-afbrekende enzymen zijn, pepsine en trypsine, die min of meer hetzelfde doen (dat heeft te maken met het pH-optimum).
14. In de dunne darm moeten alle stoffen in hun basale bestanddelen zijn gesplitst. Die worden nu buiten de rij in een plastic bak gelegd; dat is opname in het bloed.
15. In de dikke darm wordt het water zoveel mogelijk uit de zak gegoten in de andere plastic bak achter de rij leerlingen (dat is resorptie), en dan blijven er nog wat restjes achter die de anus uitgaan (plastic zak leeggieten in wasbakje bijvoorbeeld).
16. Je kunt als afsluiting nog even de peristaltische beweging nadoen met de klassendarm (of zie het vorige practicum).



Hierboven zie je een versie waarin geen pedaalemmerzakken worden gebruikt maar een bak.

(na)denkwerk

- Bij de uitvoering is het van belang dat het verhaal per orgaan helder en juist is. Vraag de anderen fouten te corrigeren en check of iedereen het kan horen en zien. Laat dingen herhalen door leerlingen van een ander orgaan.
- In de nabespreking kun je vragen naar waar de simulatie te simpel is, en wat er beter zou kunnen. Nucleïnezuren (DNA, RNA) komen bijvoorbeeld niet in het model voor, maar die zitten natuurlijk wél gewoon in je voeding (dus niet alleen GMO's bevatten DNA).
- Als afsluiting en verwerking kan je nog de bladzijden uit Binas of ScienceData (met name Binas 82E, 82F en 82G) projecteren en het gedane werk daarmee vergelijken.

aanpassen/uitbreiden

- Het idee van de vertering kan op deze manier ook in onderbouw worden uitgevoerd zonder dat je de moleculaire bouw van de voedingsstoffen zo modelleert. Het kunnen gewoon (door leerlingen zelfgebouwde?) Duplo®-blokkenbrokken zijn.
- Voor 6 vwo kun je iets dieper ingaan op de rol van specifieke enzymen. Enzymen beeld je uit met plastic huishoudhandschoenen (dat is het actieve centrum van de leerling-enzymen!). Schrijf de namen van de enzymen op de handschoenen (één handschoen per enzym), en laat leerlingen deze handschoenen tijdens het uitbeelden dragen. Beperk je hierbij tot de volgende enzymen: aminopeptidase, amylase, carboxypeptidase, lipase, maltase, nuclease, pepsine en trypsine (zie ook Binas 82E, 82F en 82G).
- Het practicum kan eventueel worden uitgebreid met een herhaling van de simulatie per tafel met kleine Lego®. Het spijsverteringskanaal staat dan op een vel A3-papier getekend.

