

Modeling Instruction™

in de klas

Natuurkunde is modellen bouwen

'Maar mijnheer, als er geen kracht naar rechts werkt, hoe kan die kar dan naar rechts bewegen?' Dit is geen ongewone leerlingenvraag, maar als hij gesteld wordt door een 6-vwo-leerling ben ik toch een beetje teleurgesteld. Al mijn uitleg, activiteiten en feedback ten spijt, denkt deze leerling nog steeds niet Newtoniaans. Op zoek naar een oplossing stuitte ik op 'Modeling Instruction', waarbij leerlingen actief betrokken worden bij het bouwen, evalueren en toepassen van hun eigen mentale modellen.

De didactiek is ontwikkeld in de jaren '80 van de vorige eeuw, naar aanleiding van een beroemd artikel van David Hestenes. Hij beschrijft hoe eerstejaars 'college students' de impact van het onderwijs van vier zeer verschillende docenten onderzochten: de een gebruikte vooral afleidingen, de tweede demonstratieproeven, nummer drie besprak vooral opgaven en de laatste begon pas net als docent en volgde het boek. Dit werd getest met een bekende, gekwalificeerde methode, gericht op het detecteren van misconcepten. De resultaten waren verbijsterend: lage scores en geen significante verschillen tussen de docenten. De manier van lesgeven en ervaring van de docent maakte kennelijk niet uit. Hestenes legde zich daar niet bij neer. Samen met de ervaren natuurkundedocent Malcolm Wells, ontwikkelde hij de eerste versie van wat nu Modeling Instruction heet.

Les 1

Na me eerst goed te hebben ingelezen, waag ik me aan een paar lessen in de geest van Modeling Instruction. De leerlingen krijgen een rechtopstaand afgesloten buisje te zien met een luchtbel erin. Mijn eerste vraag is:



Een luchtbel in een afgesloten buis, die je schuin zet, beweegt mooi met constante snelheid.

wat valt je op? Na een stilte komen er wat ideeën: hij is doorzichtig, hij beweegt langzaam en met een constante snelheid. Wacht even... hoe weet je dat eigenlijk? Na wat discussie worden we het eens dat hij in gelijke tijden gelijke afstanden aflegt. De volgende vraag: wat valt er aan deze beweging te meten? En wat heb je daarvoor nodig? De leerlingen komen met afgelegde afstand (liniaal), benodigde tijd (stopwatch) en snelheid (.... snelheidsmeter?) Helaas, die hebben we niet, maar gelukkig kan het ook met een liniaal en een stopwatch samen.

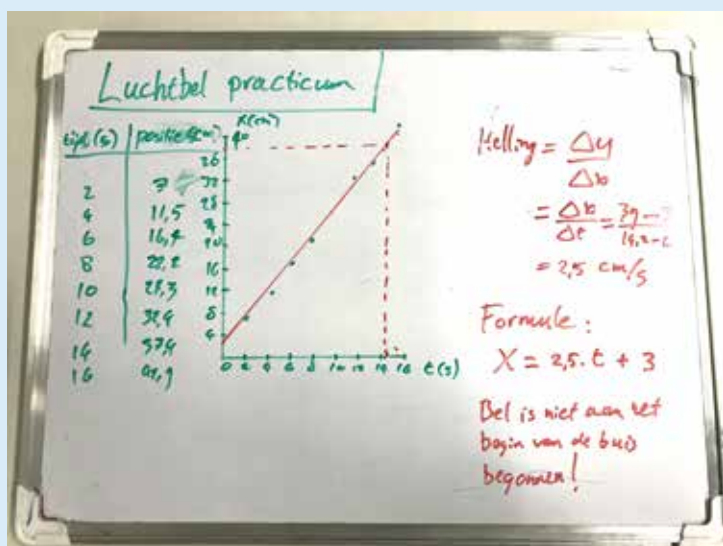
Tussen welke twee grootheden vermoed

je een verband? We komen uit op tijd en afgelegde afstand. Maar dan: wat meten we eigenlijk precies met een liniaal? Na een korte discussie worden we het eens dat we positie meten en geen afgelegde afstand. Nu gaan de leerlingen zelf aan de slag. Ze onderzoeken het verband tussen positie en tijd. De meetmethode mogen ze zelf bedenken. Leerlingen maken van de metingen een grafiek in hun schrift en schetsen vervolgens de vorm van deze grafiek op een klein whiteboard. Ook vraag ik hen om een formule op te stellen voor de beweging, zoals ze dat bij wiskunde hebben geleerd. Het bespreken gebeurt in een grote kring, met de borden naar het midden gericht. Vraag: wat is op ieder bord hetzelfde en welke verschillen zijn er? Het valt de leerlingen op dat alle grafieken 'recht' zijn (Wat bedoel je? Horizontaal? Nee, schuin en recht). Er zijn echter ook flink wat verschillen. De leerlingen zien sommige grafieken in de oorsprong beginnen, andere snijden de y-as of de x-as op een ander punt. Een groepje heeft, tot mijn vreugde, de liniaal andersom gelegd en krijgt dus een dalende lijn. In de kring wordt besproken wat de betekenis is van al deze verschillen. Ik zelf stel hierbij enkel vragen. De conclusies worden door de leerlingen getrokken. We kijken naar de formules die de leerlingen hebben opgesteld (dit gaat verrassend goed!) en welke betekenis de richtingscoëfficiënt heeft. Al snel oppert iemand dat die rc weleens de snelheid zou kunnen zijn.

Les 2

In de tweede les introduceer ik de 'motion-map' als nieuwe representatie van een beweging, waarvoor we een paar afspraken maken:

- Alle objecten geven we weer als een punt.
- We tekenen de punten met vaste tijdsintervallen.
- We geven de bewegingsrichting aan met



Een voorbeeld van een uitwerking van het luchtbep practicum.

een snelheidsvector

- We maken onderscheid tussen kwalitatieve en kwantitatieve motionmaps. Voor die laatste moet een schaal worden afgesproken. We bespreken ook expliciet dat dit een andere representatie van hetzelfde model is. Het model krijgt nu ook een naam: het 'Deel-tje-met-een-Constante-Snelheid-Model'. We oefenen het maken van kwantitatieve motionmaps met een videometing (voorlopig nog even door mij gedaan) van een rijdend speelgoedautootje. Daarna zet ik twee autootjes tegenover elkaar. Van beide meten we apart de snelheid. Vervolgens gaan de leerlingen de beweging van beide autootjes op hun whiteboards in vier representaties weergeven: in woorden, een motionmap, een x,t-grafiek en een formule. Ze kiezen vervolgens één representatie om te voorspellen op welke positie de botsing zal plaatsvinden. Leuk dat ik meerdere juiste voorspellingen te horen krijg en dat sommigen de motionmap gebruiken en anderen de grafiek.

Kenmerken van Modeling Instruction

Het eerste kenmerk is dat de les met een proef begint, terwijl de leerlingen nog blanco zijn. Door zelf na te denken over wat er bij die proef gemeten zou kunnen worden en welke verbanden er kunnen zijn, wordt het model vanaf de grond opgebouwd. Het tweede kenmerk: het zijn de leerlingen die de proef bedenken, uitvoeren en de resultaten interpreteren. De docent is hierbij sterk sturend maar beperkt zich ook tot het stellen van vragen. Bij de bespreking is het belangrijk

dat leerlingen op elkaar reageren en vragen stellen over wat anderen zeggen.

Het derde kenmerk is dat de leerlingen leren om ieder model in verschillende representaties weer te geven. Het heen en weer kunnen denken tussen twee representaties lukt alleen maar als je het model goed begrijpt.

De praktijk

Er zijn een paar punten waarop mijn les niet in overeenstemming was met Modeling Instruction. Ik had namelijk ook een paar huiswerkopgaven opgegeven. Had ik de didactiek strikt gevolgd, dan hadden de leerlingen deze opgaven in de les op whiteboards uit moeten werken en met elkaar moeten bespreken. Het idee is immers dat ze alle conclusies zelf trekken. Daar is heel veel voor te zeggen, maar het duurt te lang! Ik kan het me niet veroorloven om voor het hoofdstuk beweging drie weken extra te nemen.

Wat ik verder merkte was, dat het leiden van een discussie tussen leerlingen, een vaardigheid op zich is. Soms gaat het vanzelf; maar vaak vallen er stiltes, weten leerlingen hun gedachten niet te verwoorden of gaat simpelweg de bel. Ik heb enkele malen aan de noodrem moeten trekken door het dan toch maar uit te leggen. Ons systeem, met een vast curriculum in de bovenbouw, verhoudt zich slecht met een didactiek die meer tijd kost.

Modeling in Nederland

Het is niet eenvoudig om als docent in Nederland Modeling Instruction onder de knie te krijgen. Daarom wil ik bij deze een oproep

plaatsen. Ik ben op zoek naar docenten, lerarenopleiders en andere geïnteresseerden die zich zouden willen verdiepen in Modeling Instruction. Met hen wil ik gaan kijken of er mogelijkheden zijn om een ervaren workshopleider hier in Nederland uit te nodigen voor een ééndaagse workshop op 2 juni 2022. Dr. Dan McIsaac van SUNY Buffalo State College is dan in Duitsland en hij is bereid ons deze workshop te geven. We zouden kunnen nadenken over het toepassen van Modeling Instruction in de onderbouw, bij het vak nlt of (in aangepaste vorm) toch ook in de bovenbouw. Als je geïnteresseerd bent, stuur dan een mailtje naar oslooten@mendelcollege.nl.

Om een betere indruk te krijgen van Modeling Instruction kan je op de volgende plekken terecht:

Het blog van Kelly O'Shea

(<https://kellyoshea.blog/>). Zij heeft het verloop van hele lessen uitgetypt.

Opgaven in de klas (https://www.mimodelinginstruction.org/uploads/6/7/9/8/6798898/pata-11mins_-_converted_with_clipchamp_670.mp4) (<http://physicsed.buffalostate.edu/rtop/videos/RTOP4/RTOP4play.html>)

Podcast over modeling instruction (Science Modeling Talks op ieder podcast platform)

Een filmpje over het startexperiment van het CVPM.

(https://www.youtube.com/watch?v=2Qcg-Gn_CPpw).

BRONNEN

- Halloun, I. and Hestenes, D. The Initial Knowledge State of College Physics Students, *Am. J. Phys.* 53, 1043-1055 (1985).
- Hestenes, D., Wells, M. and Swackhamer, G. Force Concept Inventory, *The Physics Teacher* 30, 141-158 (1992).
- Slooten, O. Werken met whiteboards, *NVOX* (7), 2019, 350-351
- Wells, M., Hestenes, D. and Swackhamer, G. A modeling method for high school physics instruction, *Am. J. Phys.* 63 (7), 606 (1995)
- <https://www.modelinginstruction.org/>