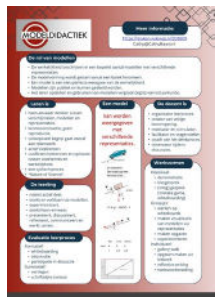
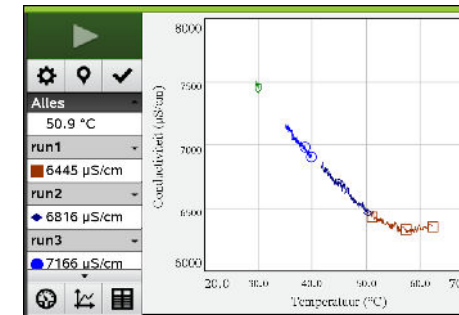
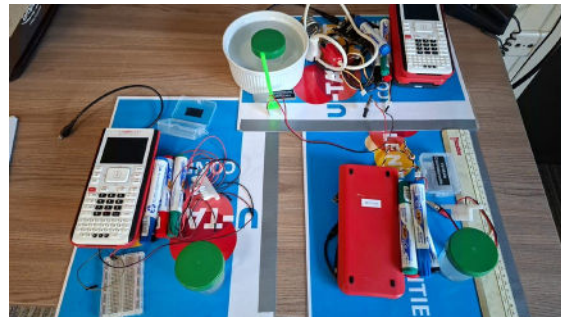
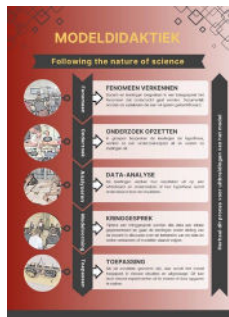


Workshop

Ervaar Modeldidactiek in de scheikunde

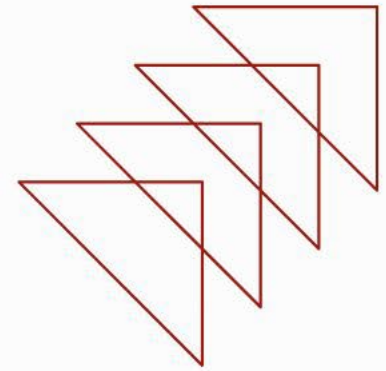
Cathy Baars



Introductie

- Docent natuurkunde bij het Martinuscollege in Grootebroek
- Docent natuurkunde en informatica bij U-Talent Utrecht
- Lid kernteam PLG Modeldidactiek
- Instructeur bij **T**eachers **T**eaching with **T**echnology (T³-Nederland)

Idee



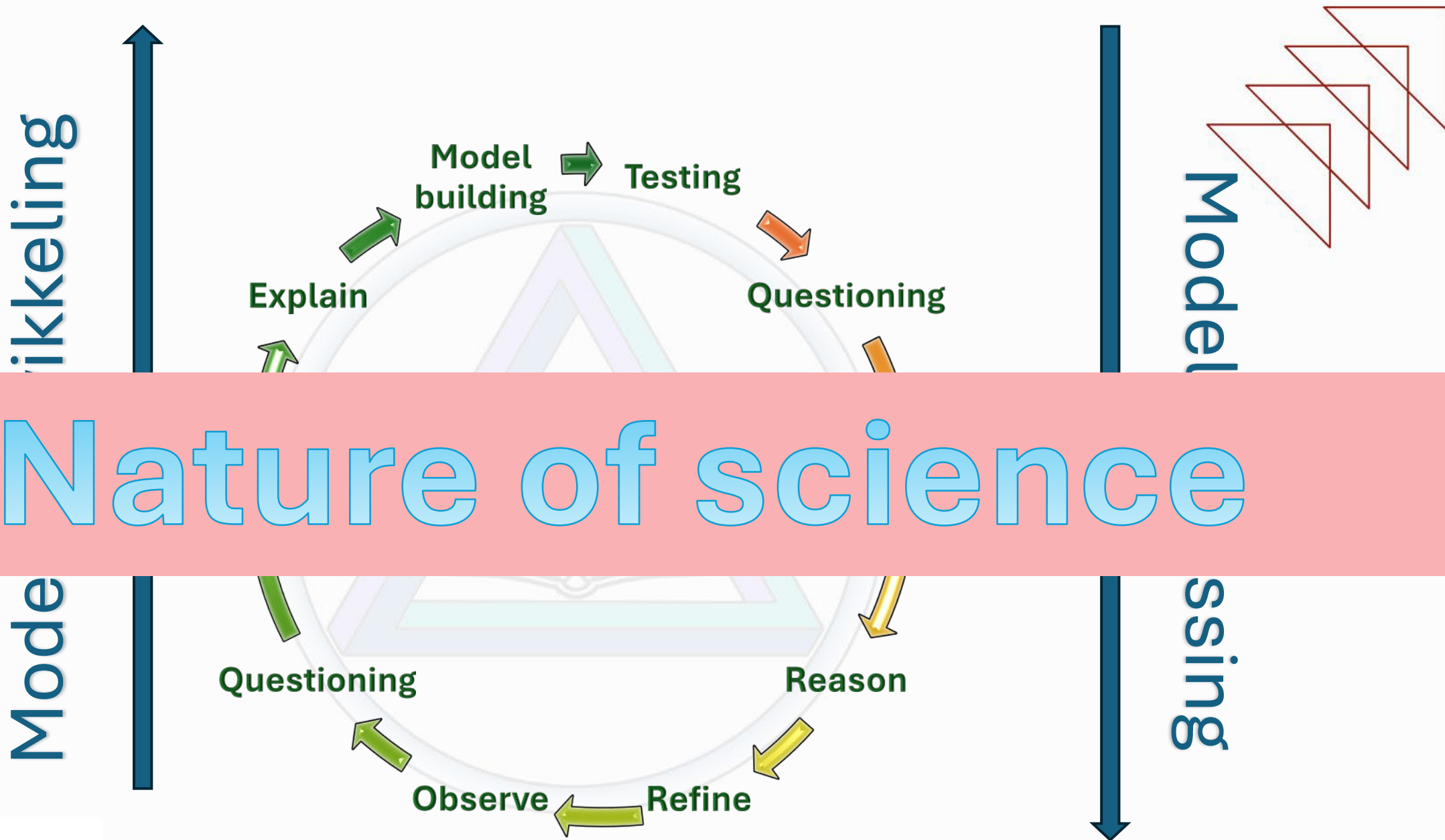
Modeldidactiek introduceren bij scheikunde

Helaas weinig aanmeldingen

Alternatieve benadering:

- Uitleg over modeldidactiek
- Zelf experimenten uitvoeren
- Overleg of deze experimenten bruikbaar zijn in combinatie met Modeldidactiek

Nature of science



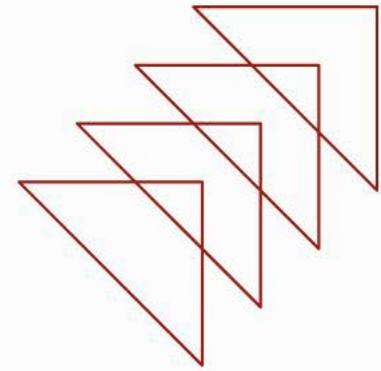
Waarom Modeldidactiek

10.00 – 10.15



- Natuurkunde zonder practicum?
- Onderzoekend leren?
- Modeling instruction (juni 2022)
- 3,5 jaar ervaring
- Ook geschikt voor andere vakken?

Ruzie in de academische wereld !



De strijd:

- Directe (expliciete) instructie
 - Voorkomt cognitieve overload
 - Kennis komt niet vanzelf
- Onderzoekend leren
 - Leren door doen
 - Kijk naar kleine kinderen

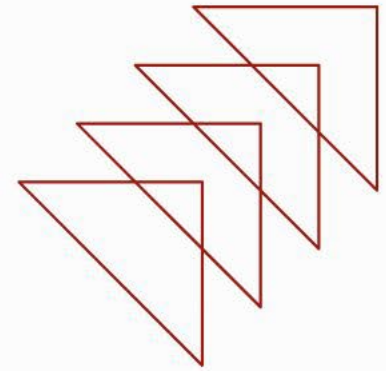
Partijen gebruiken ± 100 en ± 160 artikelen

de Jong, T., Lazonder, A. W., Chinn, C. A., Fischer, F., Gobert, J., Hmelo-Silver, C. E., ... & Zacharia, Z. C. (2023). Let's talk evidence—The case for combining inquiry-based and direct instruction. *Educational Research Review*, 39, 100536.

Zhang, L., Kirschner, P. A., Cobern, W. W., & Sweller, J. (2022). There is an evidence crisis in science educational policy. *Educational Psychology Review*, 34(2), 1157-1176.



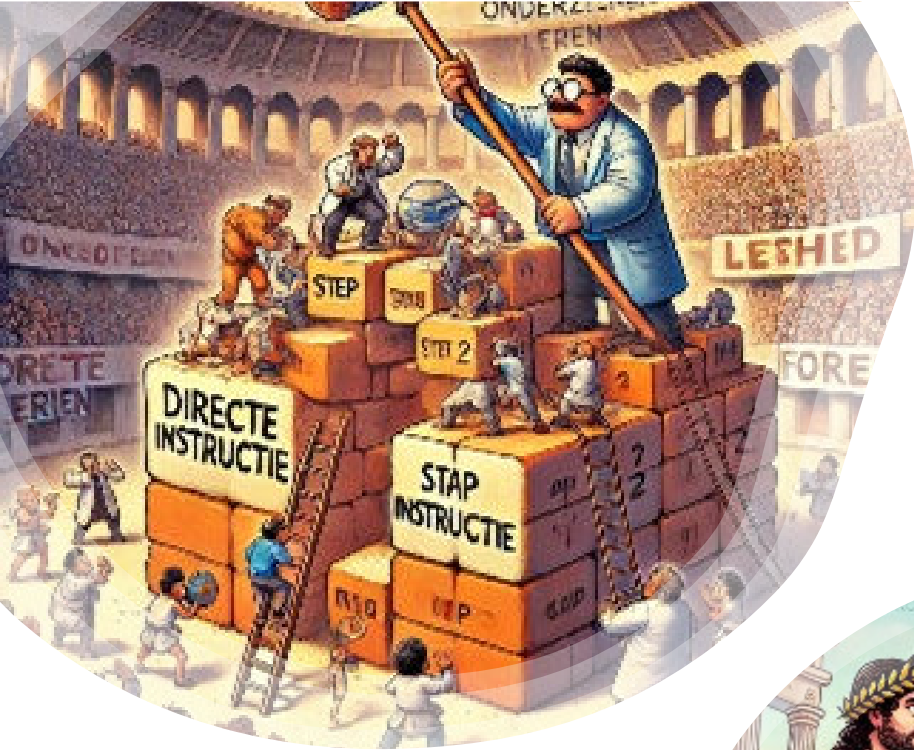
Waar zijn ze het wel over eens ?!?



Onderzoekend leren is beter voor:

- Ontwikkelen van wetenschappelijke vaardigheden
 - Stellen van vragen
 - Ontwerpen van experimenten
 - Data verzamelen en analyseren
 - Kritisch denken
 - Probleem oplossen
 - Samenwerken
 - Communiceren
- Bevorderen van positieve houding (interesse) t.o.v. wetenschap
- Toepassen en transfer van kennis
- Betere voorbereiding op toekomst
- Dieper leren en begrijpen
- Autonomie en zelfregulatie
- Meer motivatie en betrokkenheid





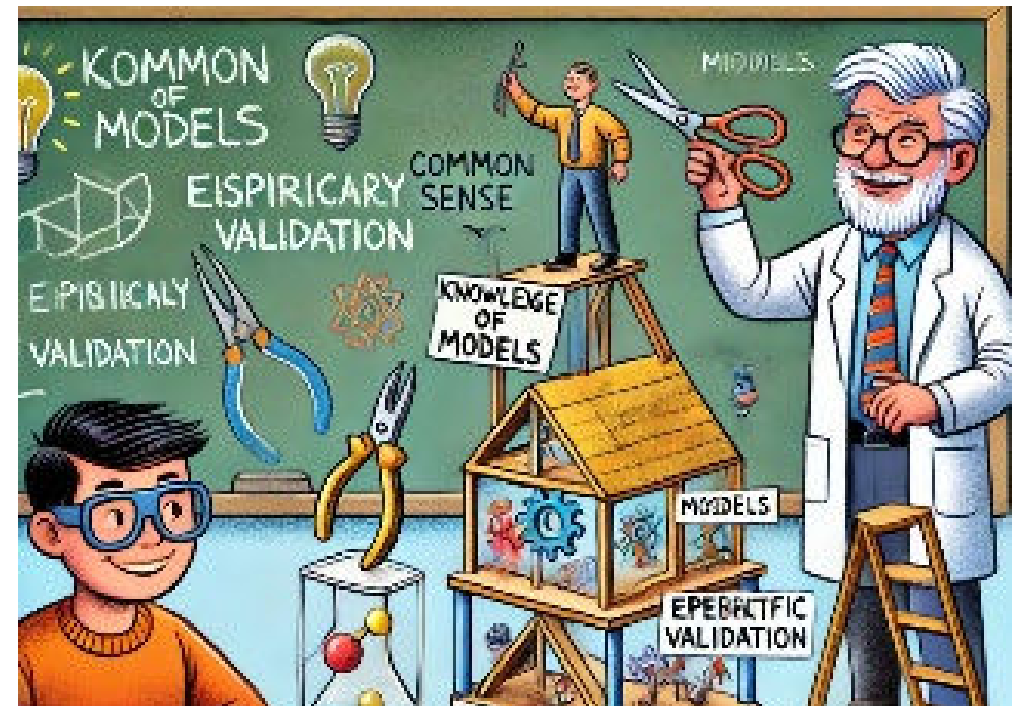
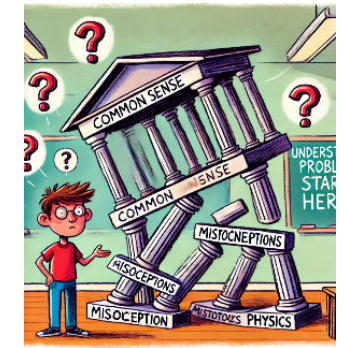
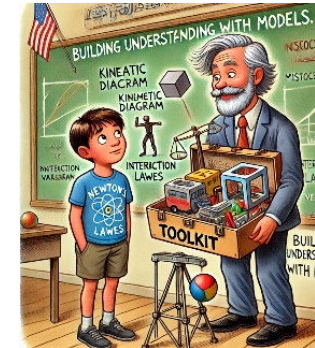
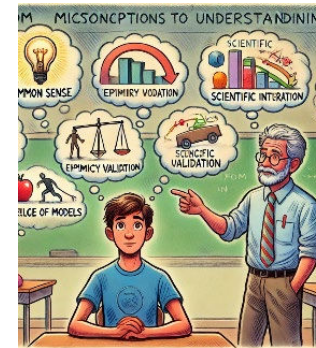
Hoe nu verder?

- Combinatie van onderzoekend leren en directe instructie:
- Docent-gestuurd onderzoekend leren
- Complementair
- Creatie van nodige voorkennis
- Verminderen van cognitieve belasting
- Vergroten van motivatie en betrokkenheid
- Vergroten van duurzaamheid van kennis
- Optimalisatie van individuele leerbehoefte

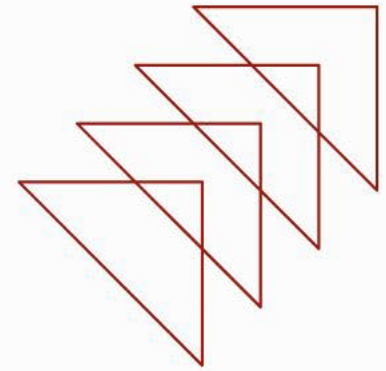


Hoe staat modeldidactiek hierin?

- Modeldidactiek is docent-gestuurd onderzoekend leren
- Mate van inquiry is variabel
- Socratische dialoog om tot modelvorming te komen
- Gebruik maken van verschillende representatie om heen en weer te leren denken
- Hypothese verwoording is essentieel
- Cognitief conflict
- Leerlingen moeten het leren
- Docenten moeten het leren



Onderdelen van Modeldidactiek

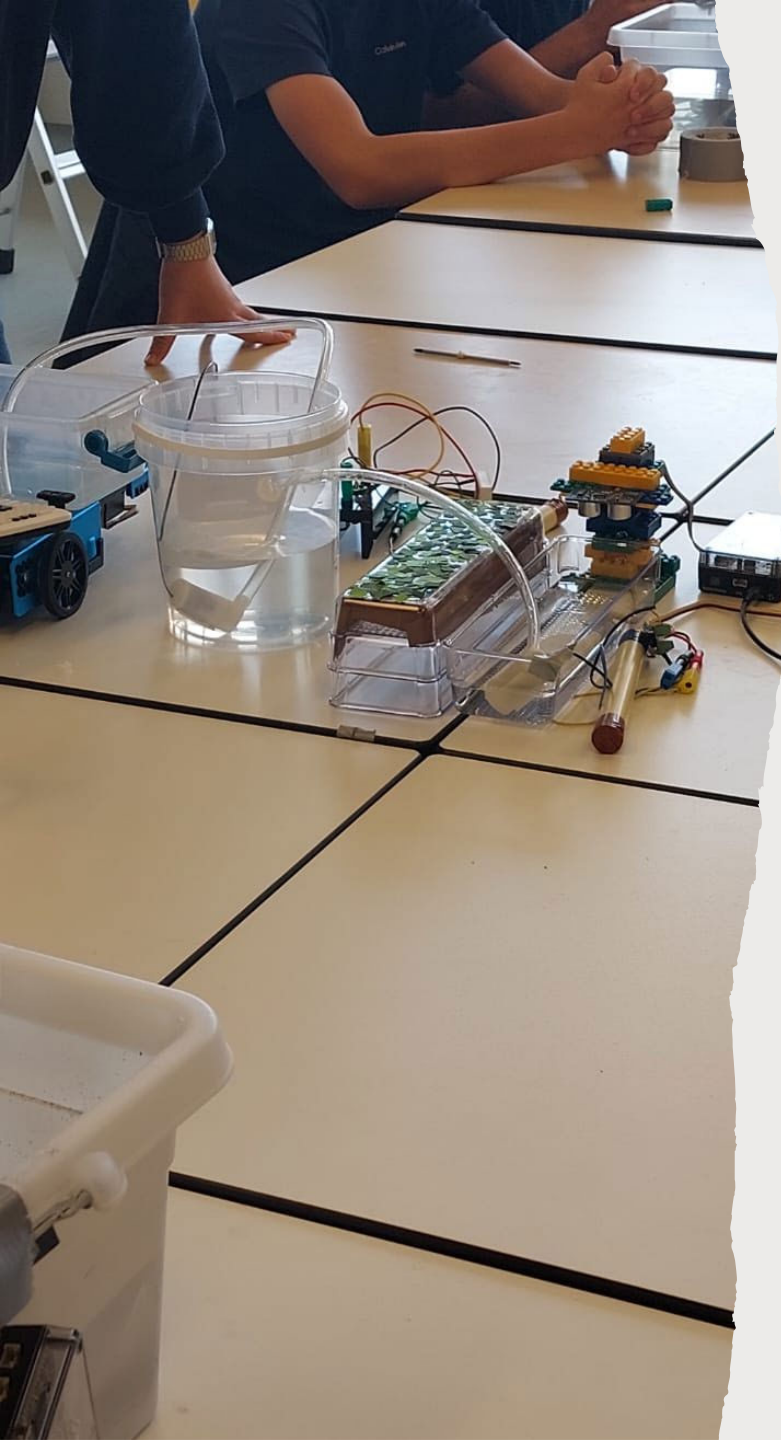


Ontwikkelfase

- Klassengesprek voor introductie en identificatie variabelen
- Hypothesevorming + onderbouwing
- Onderzoeksopzet bedenken
- Onderzoek uitvoeren
- Uitkomsten vergelijken met hypothese
- Verklaar waarom wel of geen overeenkomst
- Modelvorming

Toepassingsfase

- Analogie
 - Gedachtenexperiment
 - Leren redeneren
- Nieuw experiment om model uit te dagen
 - Grenzen zoeken
 - Model verfijnen
- Toepassing
 - Vraagstukken
 - Ontwerp of wedstrijd



Werkvormen?

- Gallery walk
- Whiteboarding
- Logboek schrijven
- Reflective writing
- Presenteren (kring of voor de klas)
- Discussie
- Groepswerk
- Expertsysteem
- Examenvorbereiding: individuele kennis vs collectieve kennis

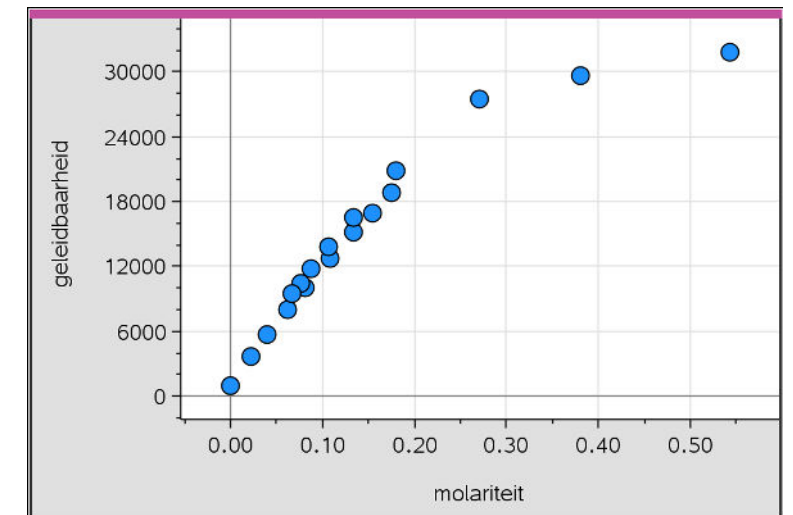
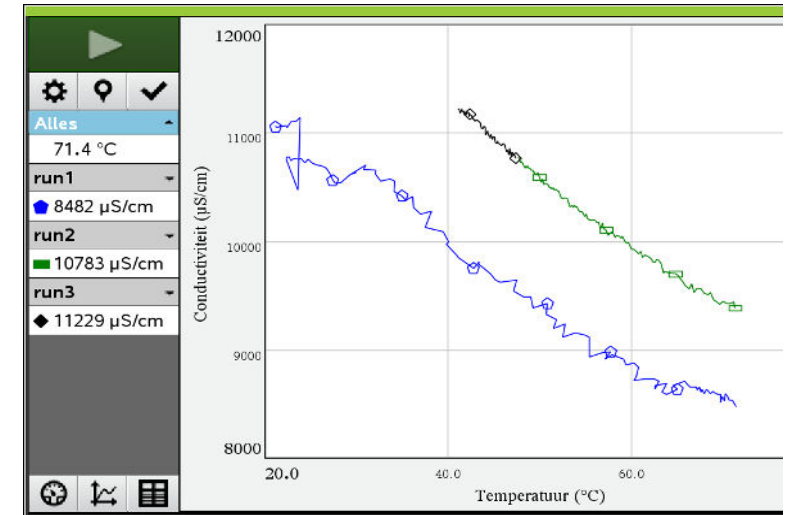
Geleidbaarheid

- Waar hangt geleidbaarheid vanaf?
- Hoe hangt geleidbaarheid daar vanaf?
En waarom?
- Hoe kun je dat meten?



Modeldidactiekles opzetten

- Onderwerp: geleidbaarheid G
- Verschillende experimenten:
 - Relatie G en molariteit
 - Relatie G en temperatuur → ???
 - Relatie G en oppervlakte sensoren
 - Relatie G en afstand sensoren
 - Relatie G en soorten ionen
 - Relatie G en valentie van ionen



Materialen

Allemaal:

- Micro:bit of hub, rekenmachine, plaatjes, zoutoplossing, weerstandje

Relatie tussen geleidbaarheid G en

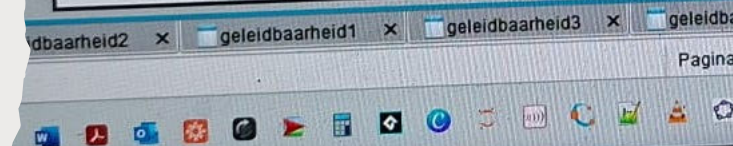
- Temperatuur
 - Temperatuursensor
- Afstand
 - Houdertje voor verschillende afstanden
- Oppervlakte van sensoren
 - Plaatjes van verschillende grootte



Opdracht

- Bepaal de relatie tussen Geleidbaarheid en
 - Temperatuur
 - Afstand van de sensoren
 - Oppervlakte van de sensoren

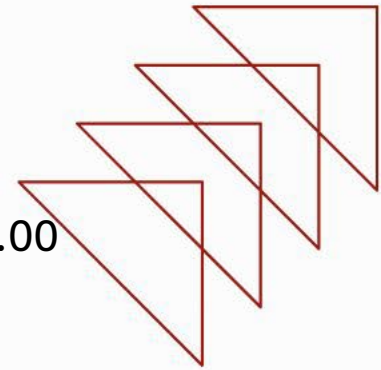
```
ADC: 213 V: 0.6879999999999999 Rx(ohm): 263.5 Cond(uS): 3794.1
ADC: 165 V: 0.5350000000000001 Rx(ohm): 193.5 Cond(uS): 5168.3
ADC: 147 V: 0.476 Rx(ohm): 168.4 Cond(uS): 5937.9
ADC: 146 V: 0.474 Rx(ohm): 167.6 Cond(uS): 5966.3
ADC: 155 V: 0.501 Rx(ohm): 179.0 Cond(uS): 5585.100000000001
ADC: 179 V: 0.58 Rx(ohm): 213.5 Cond(uS): 4684.9
ADC: 173 V: 0.5590000000000001 Rx(ohm): 204.0 Cond(uS): 4903.3
ADC: 179 V: 0.5789999999999999 Rx(ohm): 212.9 Cond(uS): 4697.3
ADC: 178 V: 0.575 Rx(ohm): 210.8 Cond(uS): 4744.0
ADC: 205 V: 0.661 Rx(ohm): 250.7 Cond(uS): 3989.0
ADC: 193 V: 0.623 Rx(ohm): 232.9 Cond(uS): 4293.7
ADC: 230 V: 0.743 Rx(ohm): 290.7 Cond(uS): 3440.100000000001
ADC: 236 V: 0.7640000000000001 Rx(ohm): 301.4 Cond(uS): 3317.3
ADC: 229 V: 0.74 Rx(ohm): 288.8 Cond(uS): 3462.400000000001
ADC: 263 V: 0.849 Rx(ohm): 346.6 Cond(uS): 2885.300000000001
ADC: 218 V: 0.7039999999999999 Rx(ohm): 271.4 Cond(uS): 3685.3
ADC: 236 V: 0.762 Rx(ohm): 300.5 Cond(uS): 3328.3
ADC: 131 V: 0.425 Rx(ohm): 147.9 Cond(uS): 6761.800000000001
>>>#Running con2.py
>>>from con2 import *
>>>
Connecting to micro:bit...
micro:bit is ready ✓
ADC: 154 ± 11.3 V: 0.497 ± 0.0365 Rx(ohm): 177.5 ± 15.8 Cond(uS): 5168.3
ADC: 152 ± 9.1 V: 0.489 ± 0.0292 Rx(ohm): 174.2 ± 12.5 Cond(uS): 5168.3
ADC: 154 ± 10.0 V: 0.497 ± 0.03239999999999999 Rx(ohm): 177.5 ± 15.8
ADC: 155 ± 10.8 V: 0.499 ± 0.0349 Rx(ohm): 178.4 ± 15.1 Cond(uS): 5168.3
ADC: 138 ± 28.3 V: 0.445 ± 0.09120000000000001 Rx(ohm): 157.1 ± 15.8
ADC: 101 ± 21.1 V: 0.326 ± 0.06800000000000001 Rx(ohm): 110.2 ± 15.8
ADC: 127 ± 6.2 V: 0.41 ± 0.0201 Rx(ohm): 142.0 ± 7.7 Cond(uS): 5168.3
ADC: 132 ± 5.4 V: 0.427 ± 0.0173 Rx(ohm): 148.8 ± 6.7 Cond(uS): 5168.3
ADC: 136 ± 5.3 V: 0.44 ± 0.0172 Rx(ohm): 153.9 ± 6.9 Cond(uS): 5168.3
ADC: 140 ± 7.3 V: 0.451 ± 0.0237 Rx(ohm): 158.6 ± 9.699999999999999
```



S W I F

Whiteboarding

9.45 – 10.00



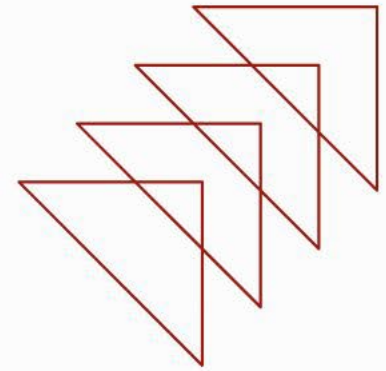
Hierarchie van vragen

- Categorieën van vragen (Rhodes' Typologie)

1. Informatieve vragen – Vragen naar feiten en waarnemingen
 1. Wat is het?
 2. Hoe werkt het?
2. Interpretatieve vragen – Begrijpen van de betekenis
 1. Wat betekent dat?
 2. Wat bedoel je daarmee?
3. Verklarende vragen – Vragen om verduidelijking
 1. Waarom werkt het zo?
 2. Wat is de reden daarvoor?
4. Procedurele vragen – Vragen naar methoden en processen
 1. Wat werd er gedaan?
 2. Hoe wordt dat gedaan?
5. Relationale vragen – Verbanden tussen elementen begrijpen
 1. Wat is het belangrijkste?
 2. Hoe verhouden deze dingen zich tot elkaar?
6. Verificatievragen – Controleren van de juistheid
 1. Wat zijn de feiten die dit ondersteunen?
 2. Waar is het bewijs?
7. Heuristische vragen – Vragen die verdere exploratie stimuleren
 1. Wat zou er gebeuren als ...?
 2. Hoe zouden we dat kunnen onderzoeken?
8. Evaluatieve vragen – Beoordelen van waarde of kwaliteit
 1. Hoe goed is het?
 2. Wat maakt dit belangrijk?



Whiteboarding



1. Verduidelijkingsvragen

Voorbeelden:

- Hoe weet je dat ...?
- Waar heb je dat gevonden?
- Waarom heb je dat gedaan?
- Wat vertelt dit je?
- Wat betekent ...?
- Waar zie je dit op je (grafiek, diagram, bewegingskaart, etc.)?

2. Uitbreidingsvragen

Voorbeelden:

- Wat als we ... zouden veranderen?
- Hoe verschilt dit probleem van ...?
- Hoe lijkt dit probleem op ...?
- Is er een andere manier om dit op te lossen?
- Wat is de sleutel tot het oplossen van dit probleem?
- Hoe verhoudt ... zich tot ...?



MODEL DIDAKTIK

Following the nature of science



Fenomeen

FENOMEEN VERKENNEN

Docent en leerlingen bespreken in een klasgesprek het fenomeen dat onderzocht gaat worden. Gezamenlijk worden de variabelen die een rol spelen geïdentificeerd.



Onderzoek

ONDERZOEK OPZETTEN

In groepen bespreken de leerlingen de hypothese, werken ze een onderzoeksopzet uit en voeren ze metingen uit.



Analysen

DATA-ANALYSE

De leerlingen werken hun resultaten uit op een whiteboard en onderzoeken of hun hypothese wordt ondersteund door de resultaten.



Modelvorming

KRINGGESPREK

Tijdens een kringgesprek worden alle data aan elkaar gepresenteerd en gaan de leerlingen onder leiding van de docent in discussie over de betekenis van de data en welke verbanden of modellen daaruit volgen.



Toepassen

TOEPASSING

Als de modellen gevormd zijn, dan wordt het model toegepast in nieuwe situaties en uitgedaagd. Dit kan door nieuwe experimenten uit te voeren of door opgaven te maken.

Herhaal dit proces voor uitbreidingen van het model



Meer informatie:

<https://maken.wikiwijs.nl/203809>

Cathy@CathyBaars.nl

De rol van modellen

- De werkelijkheid beschrijven in een beperkt aantal modellen met verschillende representaties.
- De modelvorming wordt gestart vanuit een fysiek fenomeen.
- Een model is een niet-perfekte weergave van de werkelijkheid.
- Modellen zijn publiek en kunnen gedeeld worden.
- Het leren opstellen en gebruiken van modellen vergroot begrip van natuurkunde.

Leren is

- heen-en-weer denken tussen verschijnselen, modellen en representaties.
- kennisconstructie, geen reproductie.
- conceptueel begrip gaat vooraf aan rekenwerk.
- actief deelnemen.
- conflicten herkennen en oplossen tussen voorkennis en werkelijkheid.
- een cyclisch proces.
- "Nature of Science".

De leerling

- neemt actief deel.
- denkt en verklaart via modellen.
- experimenteert.
- denkt heen-en-weer.
- presenteert, discussieert, reflecteert, communiceert en werkt samen.

Evaluatie leerproces

Formatief:

- whiteboarding
- observatie
- participatie in discussie

Summatief:

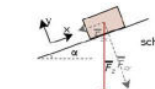
- verslagen
- schriftelijke toetsen

Een model

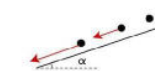
kan worden
weergegeven
met
verschillende
representaties.



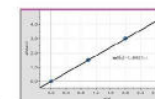
In woorden:
Een auto op een
hellend vlak ...



$$v = g \cdot \sin(\alpha) \cdot t$$



t(s)	x (m)	v(m/s)
0	0	0
1	2,3	4,6



De docent is

- organisator leerproces.
- creator van veilige leeromgeving.
- motivator en stimulator.
- facilitator en vragensteller.
- coach van het denkproces.
- observator tijdens discussies.

Werkvormen

Klassikaal:

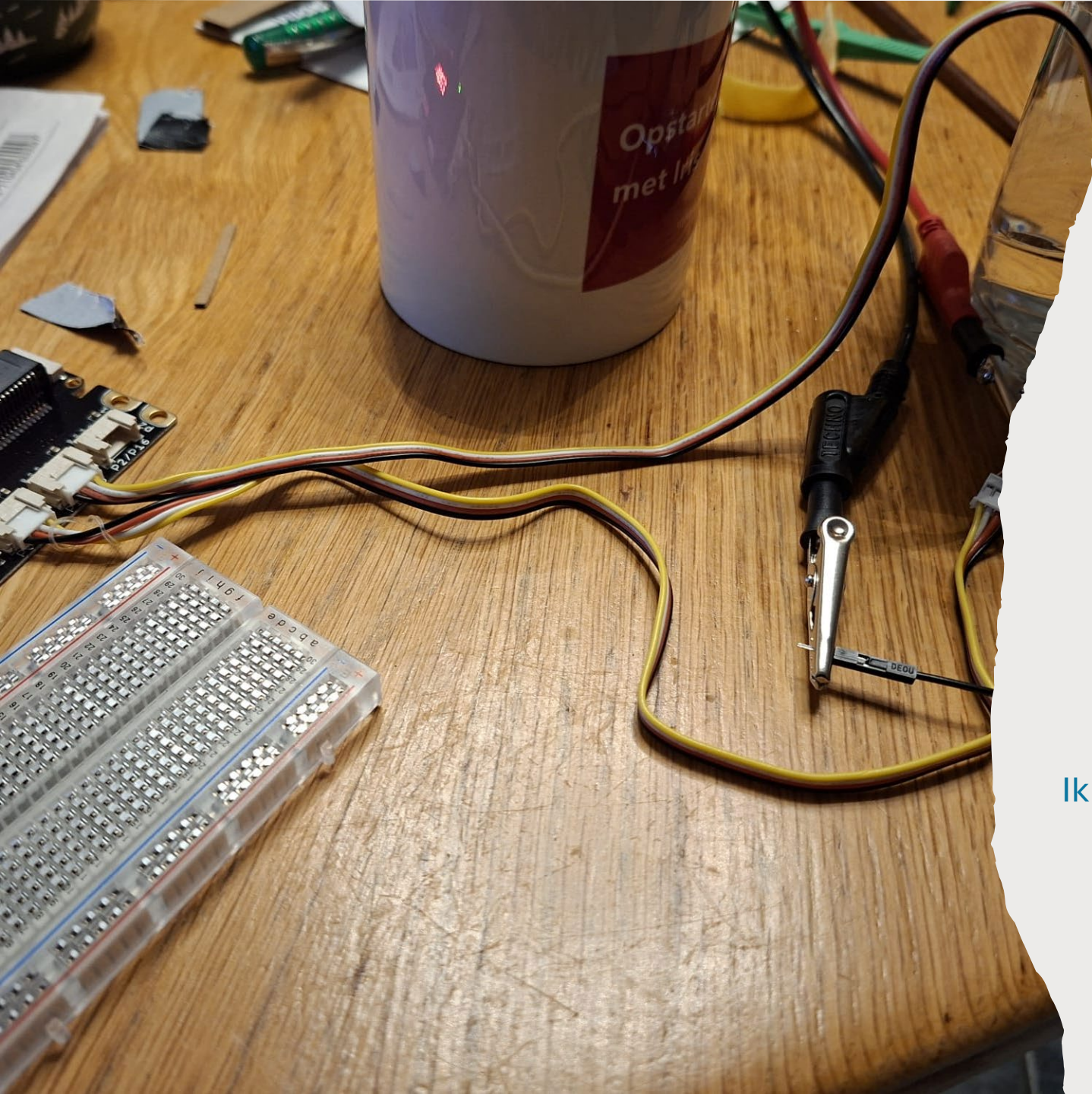
- demonstratie
- klasgesprek
- (kring) gesprek (mistake game, whiteboarding)

Groepjes:

- werken op whiteboards
- maken visualisatie van modellen via representaties
- maken opgaven
- experimenteren

Individueel:

- gallery walk
- opgaven maken uit lesboek
- reflectieve writing
- toetsvoorbereiding



- **Informatie:**
 - Cathy@CathyBaars.nl
 - Wikiwijs → modeldidactiek (veel gratis beschikbaar lesmateriaal voor natuurkunde)
 - AMTA
- **Materiaal lenen**
 - WoLop Texas Instruments

Ik geef graag een kennismakingscursus bij jullie op school !



Cathy Baars
Innovatie in Educatie