



Wetenschapsreflex:
Kritische denken *over*
wetenschap

Lotte Boven



**Een goede
wetenschapper mag
fouten maken.**



**Je mag een
wetenschappelijke
theorie in twijfel trekken.**



**Een wetenschappelijk
model helpt om de
wereld te begrijpen.**

Neem maar plaats in de cirkel

- Bespreek met je buur:

“Kan een wetenschappelijk model
liegen?”



Wetenschapsreflex:
Kritische denken *over*
wetenschap

Lotte Boven



About me

**Doctor onderwijswetenschappen
Universiteit Antwerpen**

Wat maakt wetenschap tot wetenschap?
Filosofische dialogen als een tool om reflectie
over Nature of Science op te wekken



About you?

Nederland? Vlaanderen?

Leraar? Lerarenopleider? Onderzoeker?

Anders?

Gekend met het begrip 'Nature of Science'?

Wat zit er in het glas?





Agenda

1. Wat is kritisch denken over wetenschap?
2. In het curriculum
3. Wetenschapsreflexmethodiek
4. Leeractiviteiten
5. Hoe evalueren?

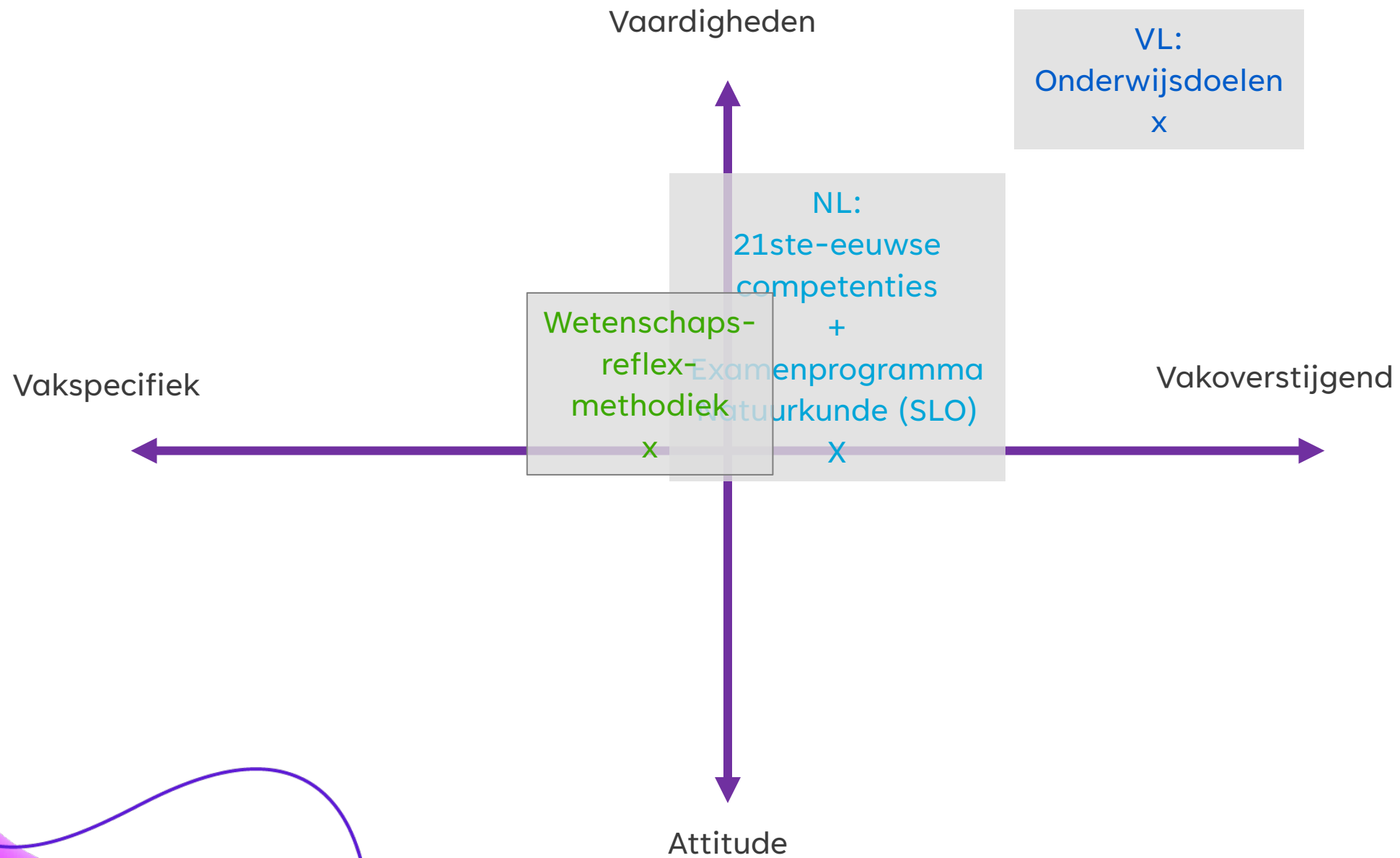
Wat is kritisch denken?

- 21e-eeuwse vaardigheid?
- Antieke vaardigheid (bv. filosofen uit de klassieke oudheid)?
- Denkvaardigheid of een houding/attitude?
- Is kennis noodzakelijk?
- Vakoverstijgend of vakspecifiek?

= Containerbegrip?

(Dimensies, 2022)

“...het vermogen om zelfstandig te komen tot weloverwogenen beargumenteerde afwegingen, oordelen en beslissingen.” (SLO, 2021)



(Framework: Sermeus & Elen, 2022, met eigen interpretatie)

Wat is kritisch denken *OVER* wetenschap?

Meer dan 'een mening hebben'

In de context van wetenschap gaat kritisch denken dieper.

Het is ook 'weten over weten':

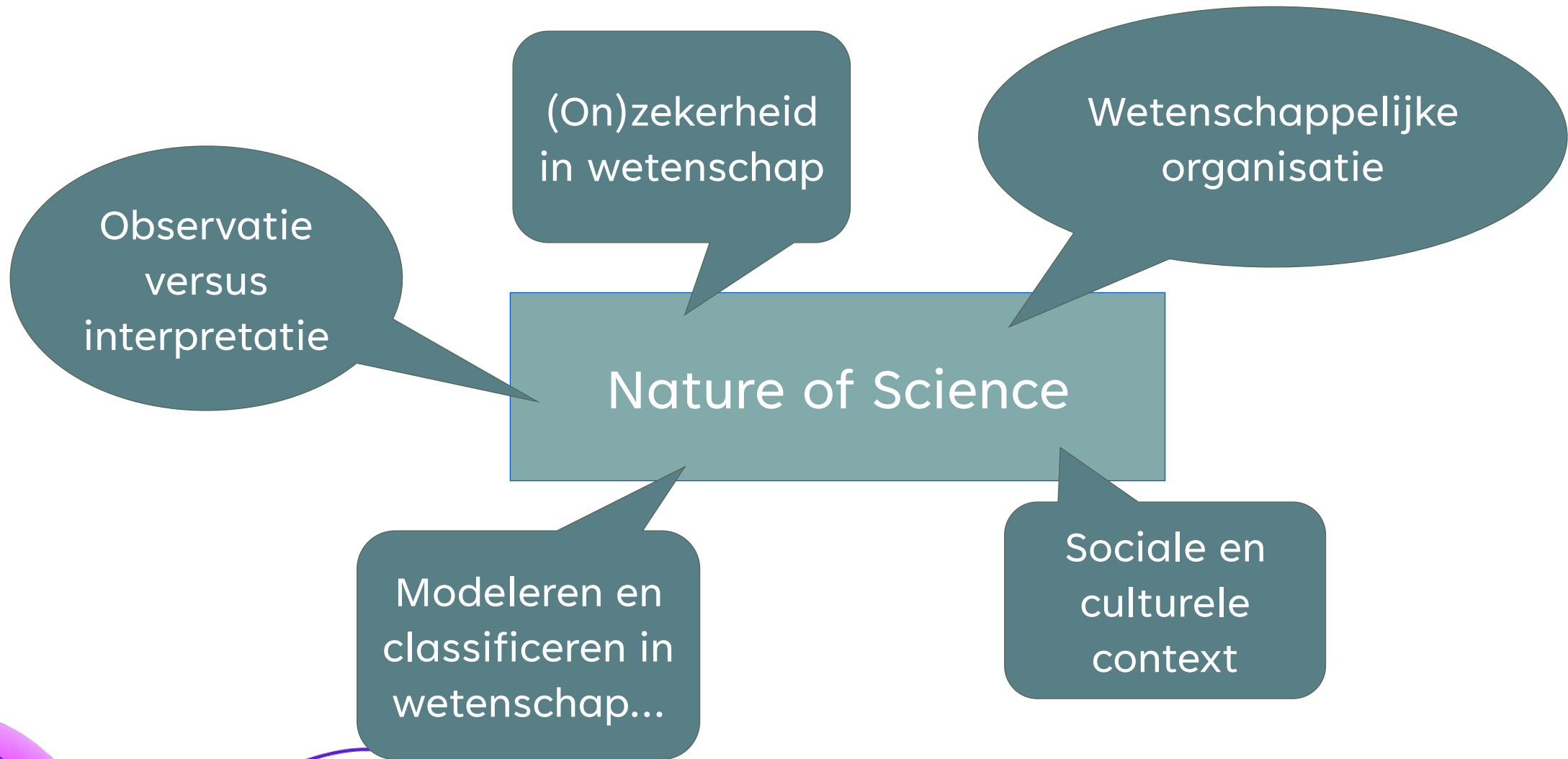
- Hoe komen we tot betrouwbare kennis?
- Hoe analyseren we kennis uitspraken?
- Wat maakt een bron betrouwbaar?

Dit vereist een fundamenteel begrip van hoe wetenschap werkt.

De Kern

"Dit vereist inzicht in de **Aard van de Wetenschap** (Nature of Science - NoS)."





In het curriculum: NoS + kritisch denken

Vlaanderen: Sleutelcompetenties en ET fysica

- Verklaren fenomenen of toepassingen aan de hand van een **model**.
- **Modelleren** (constructies in 3D/ een elektronische schakeling)
- Analyseren de **wisselwerking** tussen **wetenschappen**, technologie, wiskunde en de maatschappij aan de hand van maatschappelijke uitdagingen.
- Gaan geïnformeerd, **beargumenteerd** en constructief **in dialoog** over maatschappelijke thema's door het toepassen actief luisteren, creatief denken, zich inleven, respectvol en duidelijk uitkomen voor zijn mening, drogredenen herkennen.

Nederland: Examenprogramma Natuurkunde

- Een beargumenteerd oordeel geven over een situatie in de natuur of een technische toepassing, en daarin onderscheid maken tussen **wetenschappelijke argumenten**, normatieve maatschappelijke overwegingen en persoonlijke opvattingen.
 - Analyseren op welke wijze natuurkundige en technologische **kennis wordt ontwikkeld** en toegepast.
 - Een **model** hanteren en de grenzen van de toepasbaarheid en betrouwbaarheid van een bepaald model voor een fysisch verschijnsel beoordelen (model als vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid).
- In de syllabus nog meer voorbeelden

Waarom 'Nature of Science' (NoS) onderwijs?



Wapent tegen alternatieve concepties

Vb. De “labojas” in een reclame als betrouwbaarheidsclaim zien, of Nobelprijswinnaars vertrouwen ver buiten hun domein



Verhoogt interesse in wetenschap

Het humaniseert de discipline door de rol van creativiteit, tegenslag en samenwerking te tonen



Leidt tot geïnformeerd burgerschap

Studenten leren om data en claims in de maatschappij (bv. over klimaat of gezondheid) beter te evalueren



Verbetert leerresultaten

Inzicht in NoS helpt studenten ook om de traditionele wetenschapsinhouden (zoals evolutietheorie en atoommodellen) beter te begrijpen.

(e.g. Arya & Maul, 2021; Herman et al., 2019; Hong & Lin-Siegler, 2012; Kötter & Hammann, 2017; Reid-Smith, 2013)

Waarom 'Nature of Science' (NoS) onderwijs?

A document claiming that 'there is no climate emergency' has been circulating on social media.

A climate-denying document, supposedly signed by 1,200 leading scientists and academics, has gone viral on social media.

The "World Climate Declaration" -- which claims that there is "no climate emergency" -- was first shared on 27 June.

The two main Dutch actors behind the declaration are Guus Berkhout, a retired geophysicist who has worked for oil giant Shell, and journalist Marcel Crok.

Both have been accused of receiving money from fossil fuel companies to finance their climate-sceptic work. They deny the allegations,

One of the signatories is Ivar Giaever, a joint winner of the Nobel Prize for Physics in 1973 for work on superconductors. However, he has never published any work on climate science.

Waarom 'Nature of Science' (NoS) onderwijs?

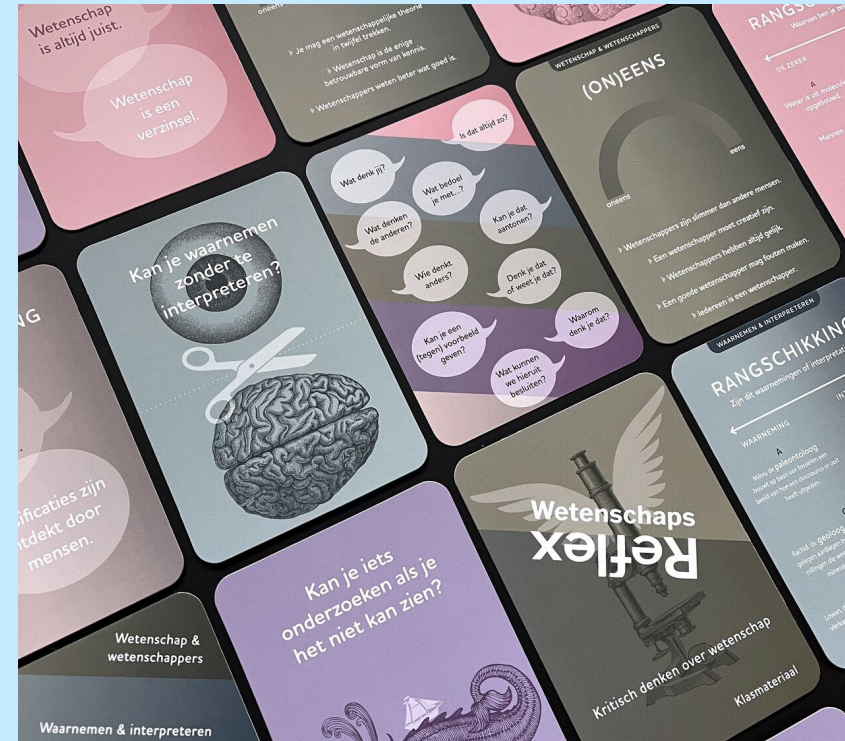


Herinner je, je
Watson, Crick
en Franklin?
Double Helix...

James Watson, seen here in 2009, apologised in 2007 after making similar remarks

Nobel Prize-winning American scientist James Watson has been stripped of his honorary titles after repeating comments about race and intelligence.

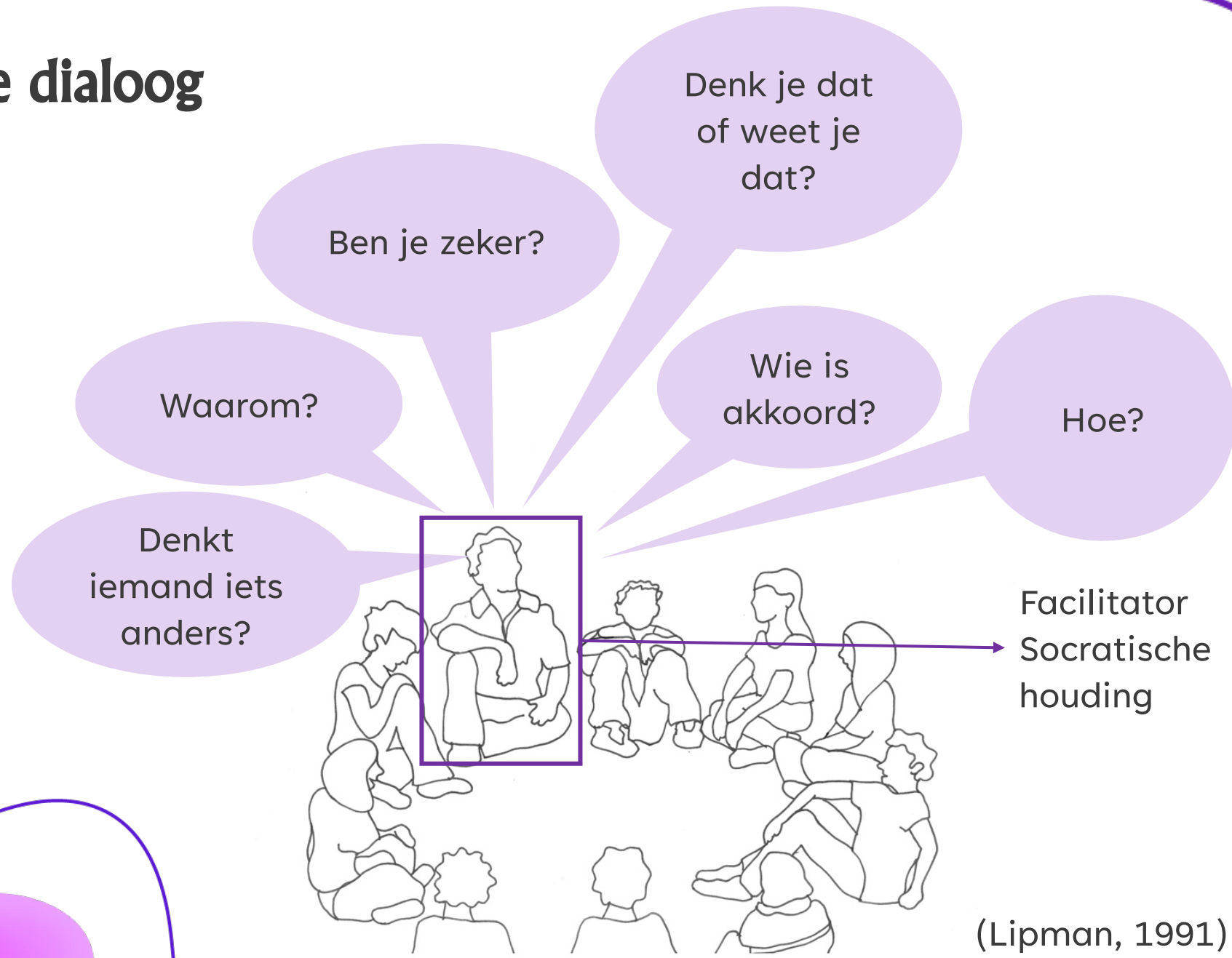
WetenschapsReflex-methodiek en leermateriaal





**WetenschapsReflex-
methodiek en
leermateriaal**

Filosofische dialoog



(Lipman, 1991)

Dialogkaart

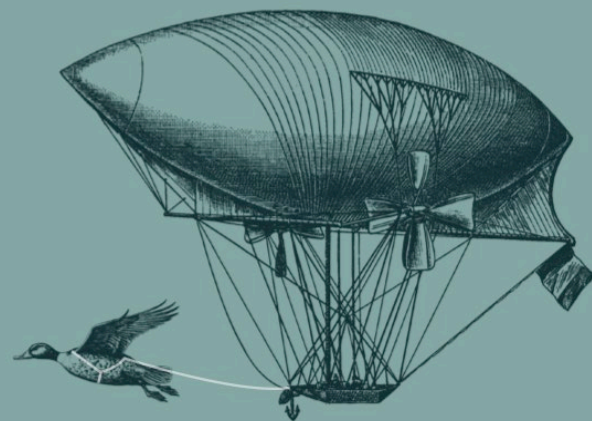


Filosofische vragen over NoS

Bestaan er
wetenschappelijke
uitspraken die altijd
waar zijn?

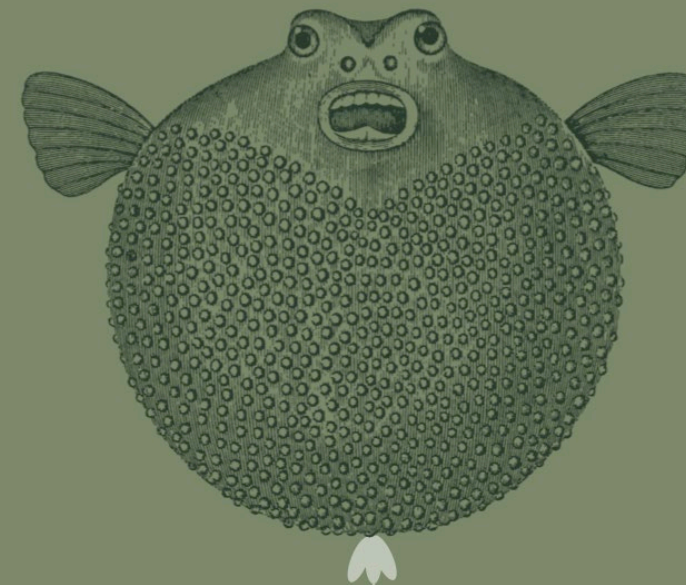


© Exploratio & UA



Heb je verbeelding
nodig om aan
wetenschap te doen?

© Exploratio & UA



Hebben
wetenschappers
meer gelijk dan
andere mensen?

© Exploratio & UA

Variatie in activiteiten

ZEKERHEID & TWIJFEL

CASUS

In de deeltjesfysica zochten wetenschappers lange tijd naar een bijzonder deeltje genaamd 'het Higgs-boson'. In 2012 ontdekten wetenschappers sterke aanwijzingen voor het bestaan van dit deeltje in een deeltjesversneller van het CERN. Maar, 100% zeker waren ze niet van het bestaan van dit deeltje. Er is altijd een kleine kans op fouten, zeiden ze.



Onder wetenschappers bestaat er al enige tijd een consensus dat de aarde opwarmt door menselijke activiteiten. Om te weten te komen hoe sterk de aarde zal opwarmen maken klimaatwetenschappers **klimaatmodellen**. Hoewel de modellen betrouwbaar zijn, zeggen klimaatwetenschappers niet dat ze met 100% zekerheid de sterkte van de opwarming in de toekomst kunnen voorspellen. Een model is immers een voorspelling op basis van bekende variabelen die in de toekomst nog kunnen veranderen.

WETENSCHAP & WETENSCHAPPERS

(ON)EENS

oneens

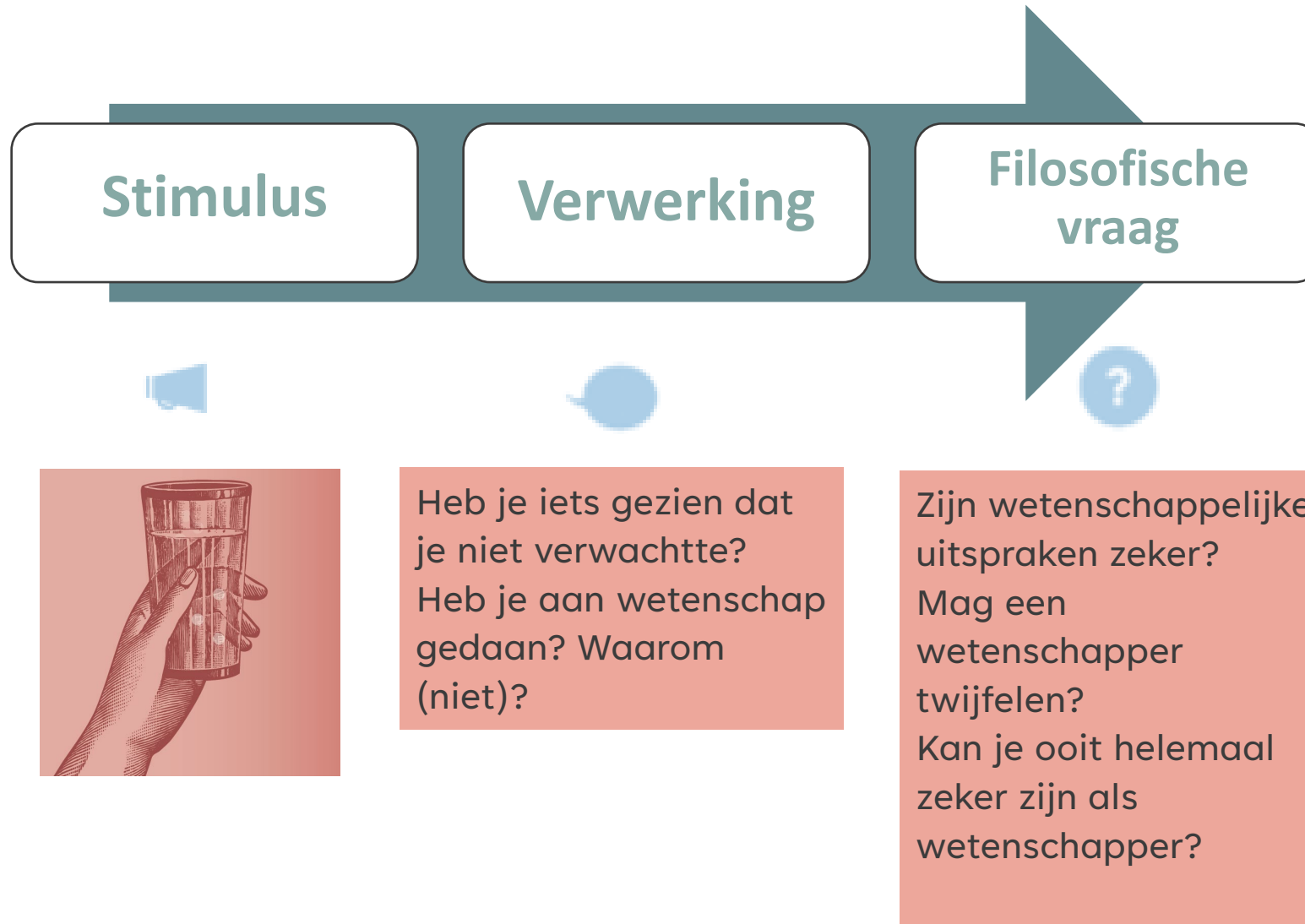
eens

- ▶ Wetenschappers zijn slimmer dan andere mensen.
- ▶ Een wetenschapper moet creatief zijn.
- ▶ Wetenschappers hebben altijd gelijk.
- ▶ Een goede wetenschapper mag fouten maken.
- ▶ Iedereen is een wetenschapper.

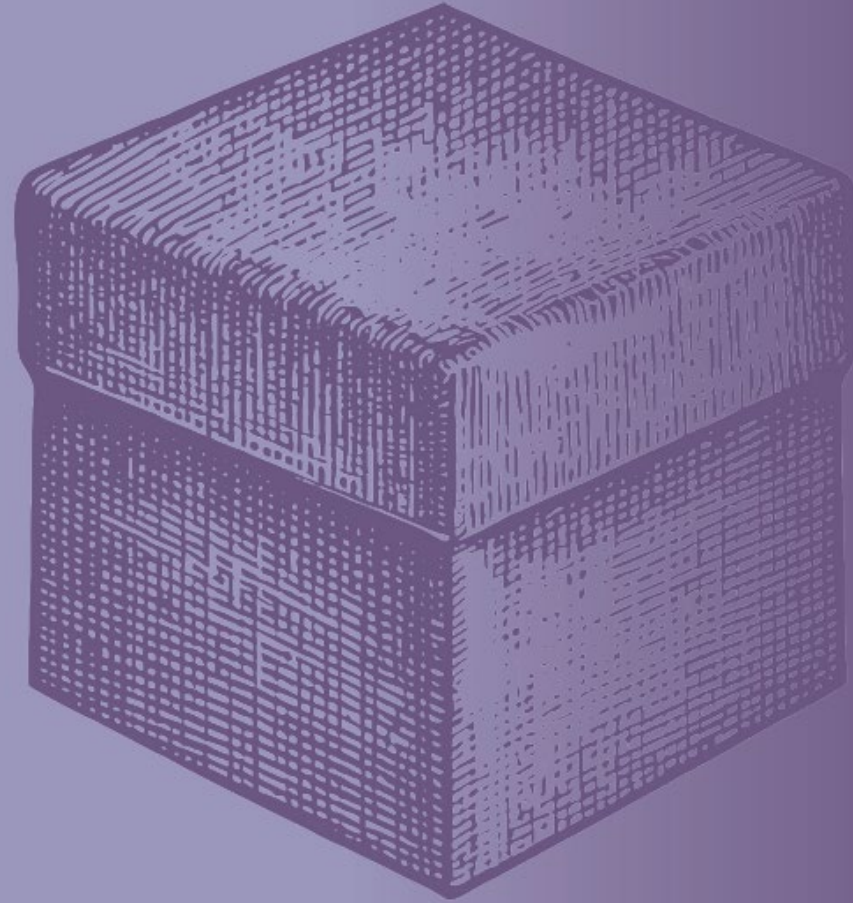
Methodiek: opbouw



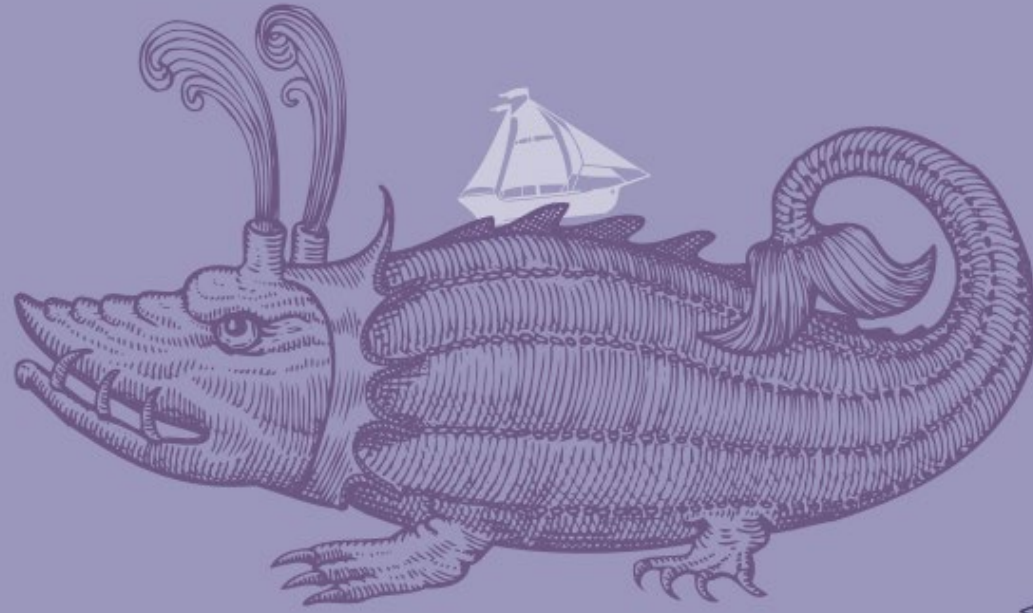
Methodiek: opbouw



PRIKKEL: MYSTERIEDOOS



Kan je iets
onderzoeken als je
het niet kan zien?



Op welke wijze onderzoeken deze wetenschappers iets dat ze (niet) kunnen zien?

GRENZEN VAN WETENSCHAP

CASUS

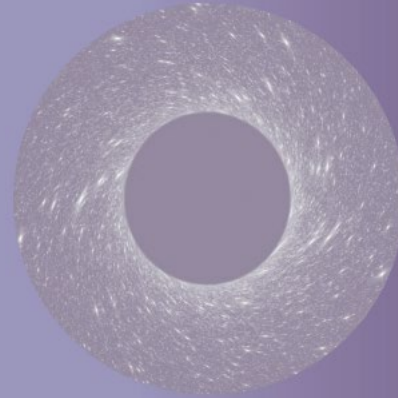


Het SETI-project (Search for Extraterrestrial Intelligence) zoekt naar tekenen van intelligent buitenaards leven. Om buitenaardse signalen te vinden, gebruiken ze grote radiotelescopen. Ze zoeken naar patronen of elektromagnetische straling die verschilt van normale ruimtesignalen.

ploratio & UA

GRENZEN VAN WETENSCHAP

CASUS

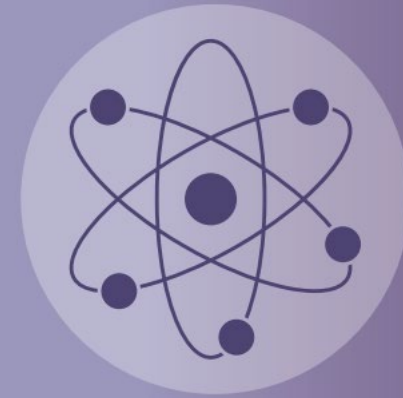


Zwarte gaten zijn op zich niet zichtbaar. Wetenschappers onderzoeken zwarte gaten door te kijken naar hoe sterren errond bewegen. Ze gebruiken ook telescopen om de straling van materie rond een zwart gat te bestuderen.

ploratio & UA

GRENZEN VAN WETENSCHAP

CASUS



Bepaalde chemici onderzoeken atomen. Ze gebruiken elektronenmicroscopen, deeltjesversnellers en wiskundige modellen om de bouw van het atoom te achterhalen. Deze subatomaire deeltjes kunnen niet in beeld gebracht worden, de effecten die de deeltjes op hun omgeving hebben wel.

ploratio & UA

Hoe evalueer je het kritisch denken tijdens een dialoog?

Optie 1: leerling als zelf-evaluator

De leerling kiest voor het dialoog start een doel waaraan die wilt werken gedurende het dialoog

- Actief luisteren
- Goed argumenteren
- Multiperspectiviteit: iets vanuit verschillende standpunten bekijken

Na het dialoog evalueert de leerling zichzelf op diens gekozen doel

→ Ontwikkeling van toolkit
(Leerpunt project)

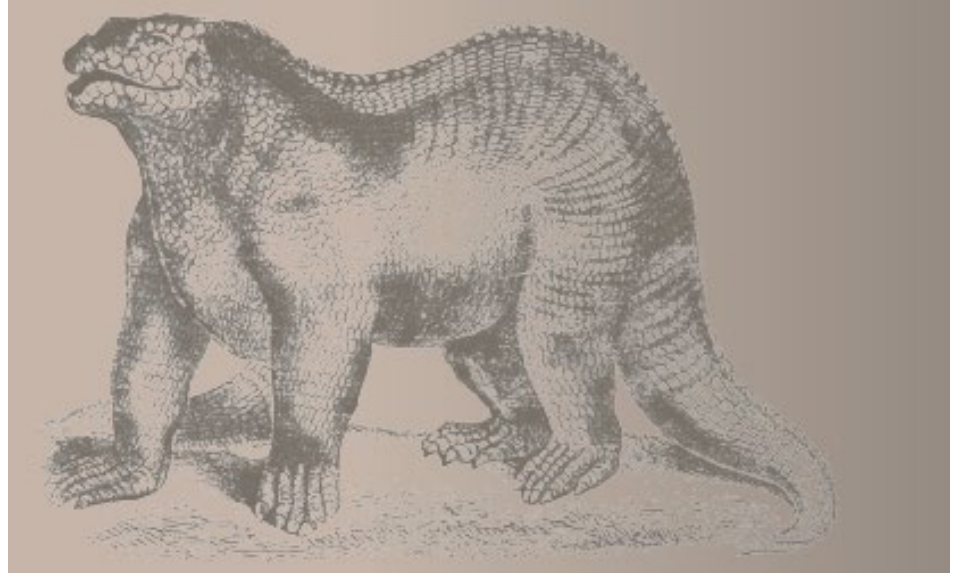
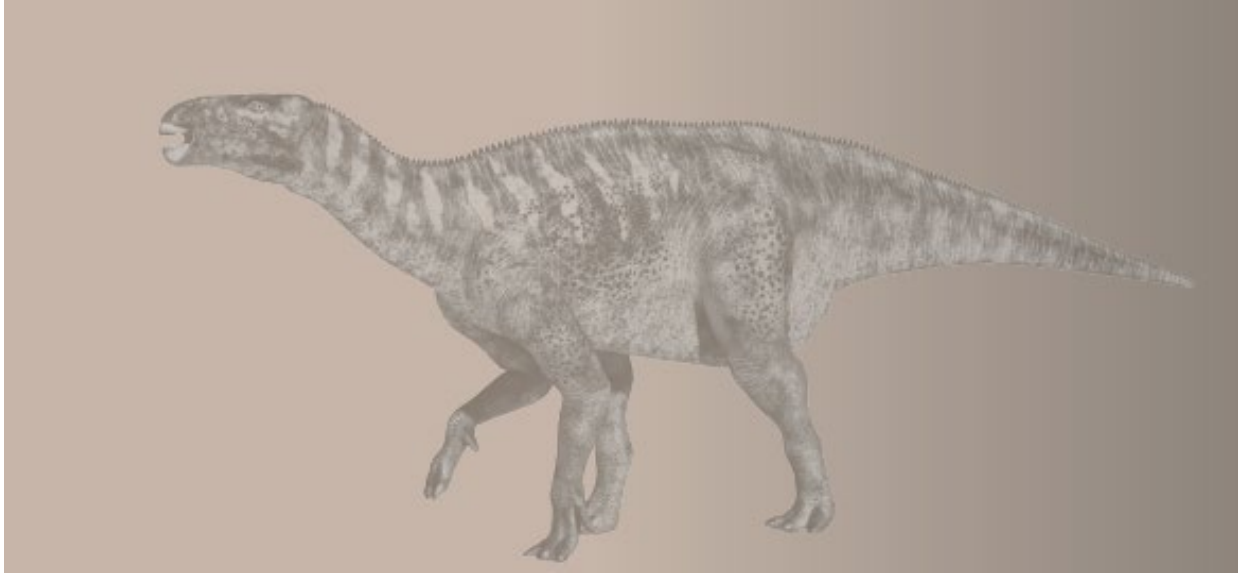
Optie 2: leerling als dialoog observator

Fishbowl-principe. Kleine groep leerlingen (de vissenkom) gaat in dialoog, en de rest van de klas (buitenring) observeert en geeft feedback.

- Leerlingen laten elkaar uitspreken
- Leerlingen kunnen (tegen)argumenten formuleren
- Leerlingen kunnen over de kern van de filosofische vraag spreken en wijken niet (erg) af

→ Ontwikkeling van een kijkwijzer
(Leerpunt project)

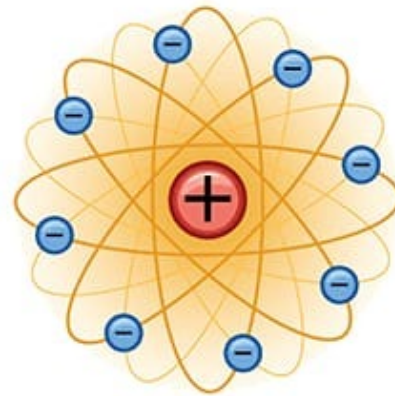
(niet-onvoldoende-weinig-goed-uitstekend)



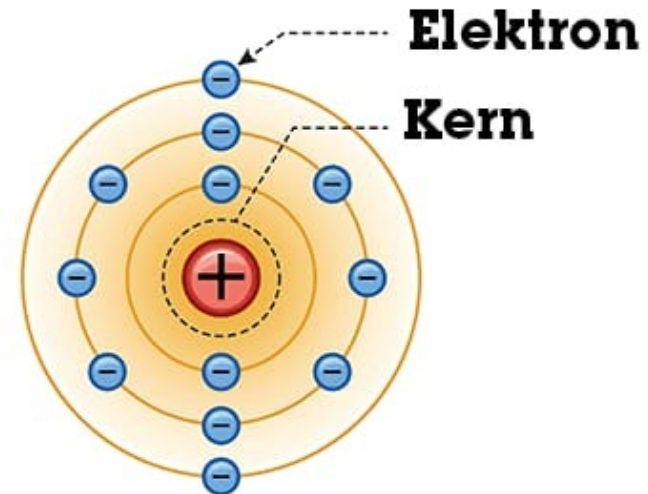
Atommodellen



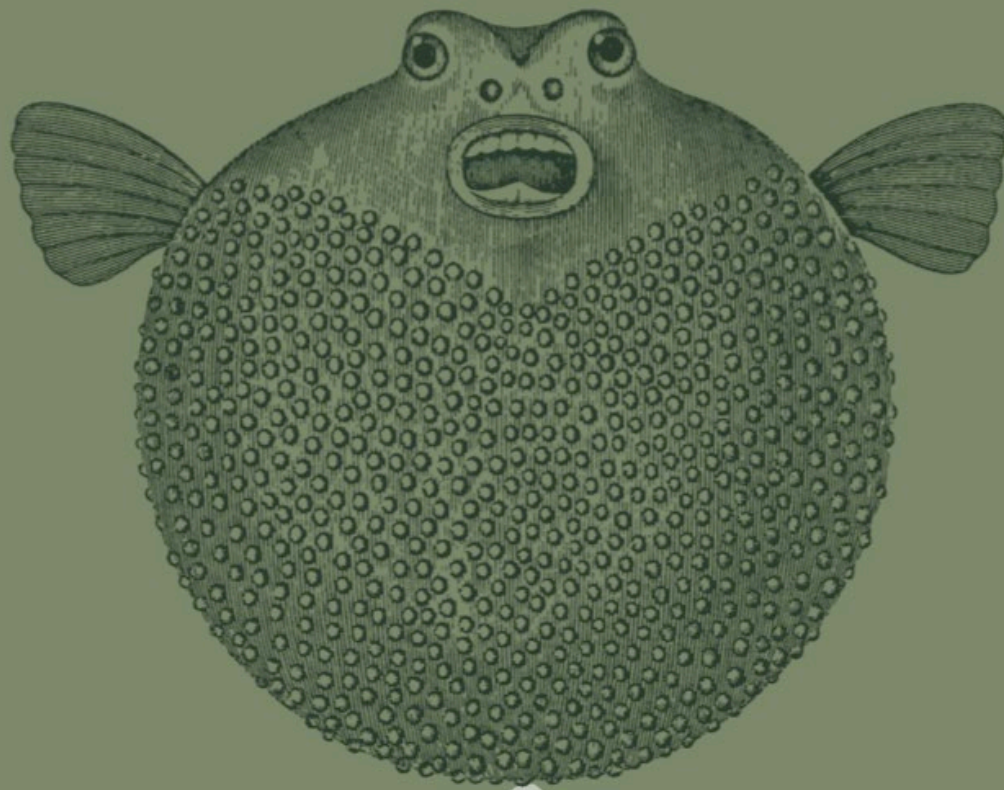
**Thomson
(1897)**



**Rutherford
(1911)**

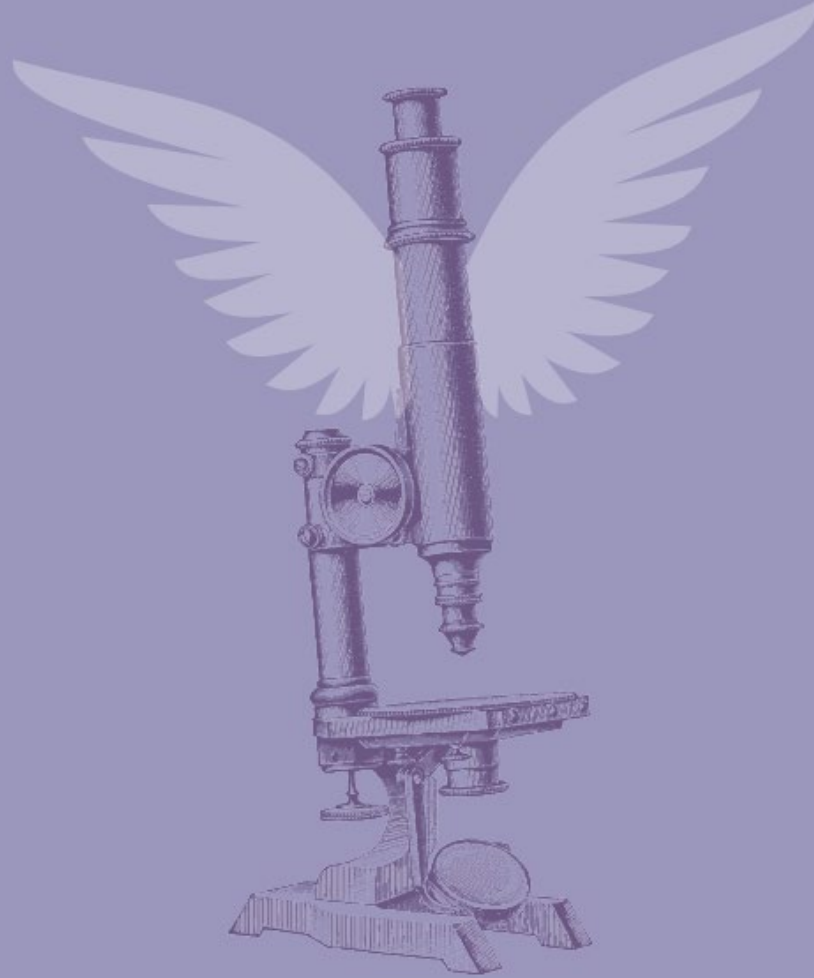


**Bohr
(1913)**



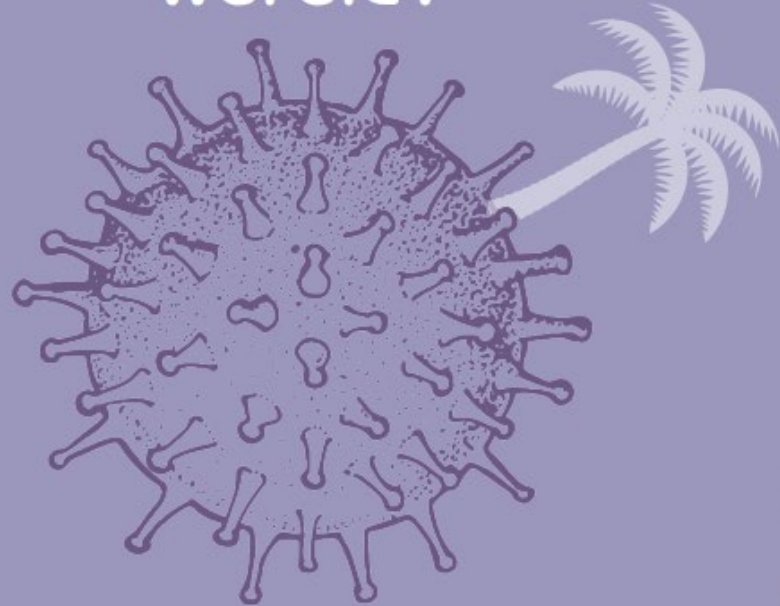
Hebben
wetenschappers
meer gelijk dan
andere mensen?

Is een wetenschapper
vrij om alles te
onderzoeken?



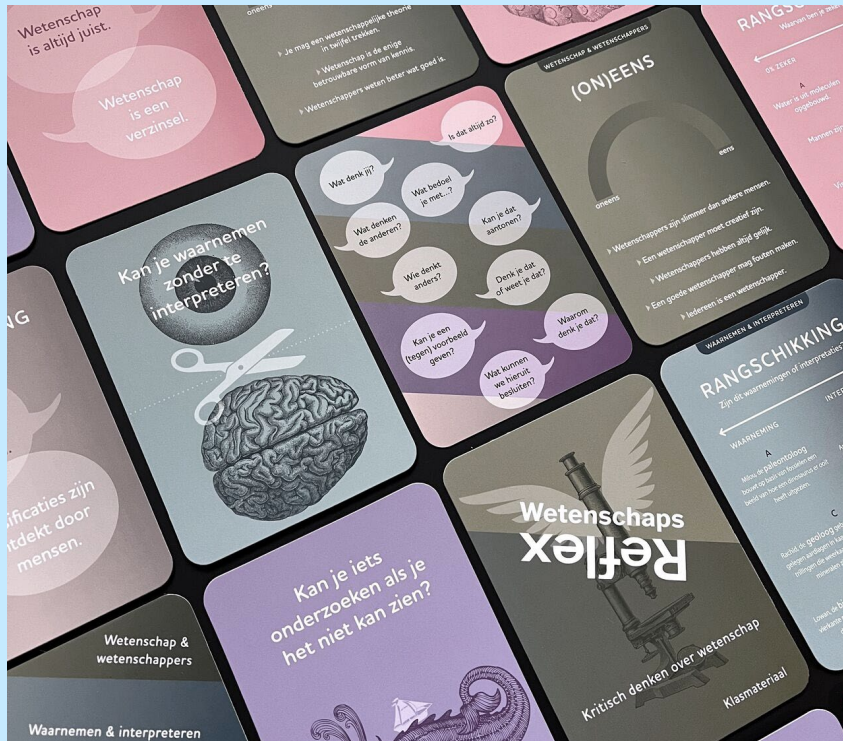


Zorgt wetenschap
voor een betere
wereld?



WetenschapsReflex leermateriaal, interesse?

Contact: lotte.boven@uantwerpen.be



SCAN ME

Deelname Leerpunt-project als proef-klas?

→ Uittesten van 1 oefening + video wetenschappers + evaluatie-instrument. Laat je e-mail achter.

WetenschapsReflex leermateriaal, interesse?

Exploratio odisee



Kritisch denken in STEM en wetenschap

Hieronder kan je verschillende projecten vinden die focussen op een bepaald thema binnen het wetenschapsonderwijs: van denkvaardigheden rond wetenschap stimuleren in het lager onderwijs tot tips over hoe om te gaan met controversie in de wetenschapsklas. Je kan steeds het hands-on klasmateriaal inkijken en/of klasmateriaal in kaartjesvorm bestellen.

Welke thema's vind je op deze pagina?

Contact: lotte.boven@uantwerpen.be

Hoe laat je jongeren reflecteren over wetenschap?

Hoe werkt wetenschap? Wat doet een wetenschapper? Denken over wetenschap is uitdagend. Er leven bij leerlingen en studenten vele misverstanden over wetenschappen. In WetenschapsReflex werd leermateriaal voor de klas ontwikkeld. Dit thema wordt verder uitgewerkt in het lopende project Redeneerling, in het luik wetenschap (dat verder gaat onder de naam 'WetenschapsReflex').

Partners van dit project? Universiteit Antwerpen

GRATIS LEERMATERIAAL WETENSCHAPSREFLEX (KAARTENSET)

GRATIS HANDLEIDING WETENSCHAPSREFLEX (KAARTENSET)

