

Inspiratiemiddag Wetenschapsoriëntatie

Marc J. de Vries

Wat gaan we doen?

- • 18:15 uur: Inloggen in de ZOOM-sessie
- • 18:30 uur: Inleiding over de aard van natuurwetenschappen en technische wetenschappen en de vertaling naar bèta-onderwijs en mogelijkheid tot vragen
- • 19:20 uur: Koffie/thee pauze en opgeven workshop
- • 19:30 uur: Aan de slag met de ontwikkeling van voorbeeld-activiteiten aan de hand van concrete casussen in workshops
- • 20:15 uur: pauze
- • 20:20 uur: Uitwisseling resultaten van de workshops
- • 20:40 uur: Afsluiting

Actualiteit van wetenschapsoriëntatie

- Corona-crisis
 - Hoge waardering van wetenschap en technologie
 - Rutte: “wij moeten luisteren naar de experts”
 - Hooggespannen verwachtingen van vaccin en app
 - Lage waardering van wetenschap
 - “Het aantal virologen in Nederland is nu de 1 miljoen gepasseerd”, complottheorieën
 - Mondkapjesplicht, Staphorst
 - Vraag: hoe help je leerlingen om tot een afgewogen oordeel te komen?
- Internationale trend naar STEM integratie
 - Next Generation of Science Standards
 - Kennisbasis Wetenschap en Technologie Onderbouw VO
 - Vraag: waarom gaat dat zo moeizaam?
- Antwoord op beide vragen: zorg dat leerlingen begrijpen hoe wetenschap en technologie ‘werken’

Kracht van wetenschap

- Focus op een deelaspect van de werkelijkheid -> diepgang
 - Virologen weten op den duur veel over het virus
- Continue eis van toetsbaarheid
 - Kennis blijft up-to-date
- Afhankelijkheid van vooronderstellingen
 - Je hoeft bij aanvang nog niet alles te weten
- Ondergedetermineerdheid van data
 - Menselijke creativiteit is onmisbaar
- Menselijke en maatschappelijke invloeden
 - Leveren motivatie en middelen

Beperkingen van wetenschap

- Focus op een deelaspect van de werkelijkheid -> diepgang
 - Virologen weten niets van maatschappelijke gevolgen van maatregelen
 - Antwoord: multi- en interdisciplinair onderzoek bij ingrijpen in de werkelijkheid
- Continue eis van toetsbaarheid
 - Kennis blijft voorlopig
- Afhankelijkheid van vooronderstellingen
 - Je hebt geen zekerheid over de correctheid van de uitkomsten
- Ondergedetermineerdheid van data (inductieprobleem)
 - Concurrerende theorieën
- Menselijke en maatschappelijke invloeden
 - Leveren verleidingen en oneigenlijke uitkomsten

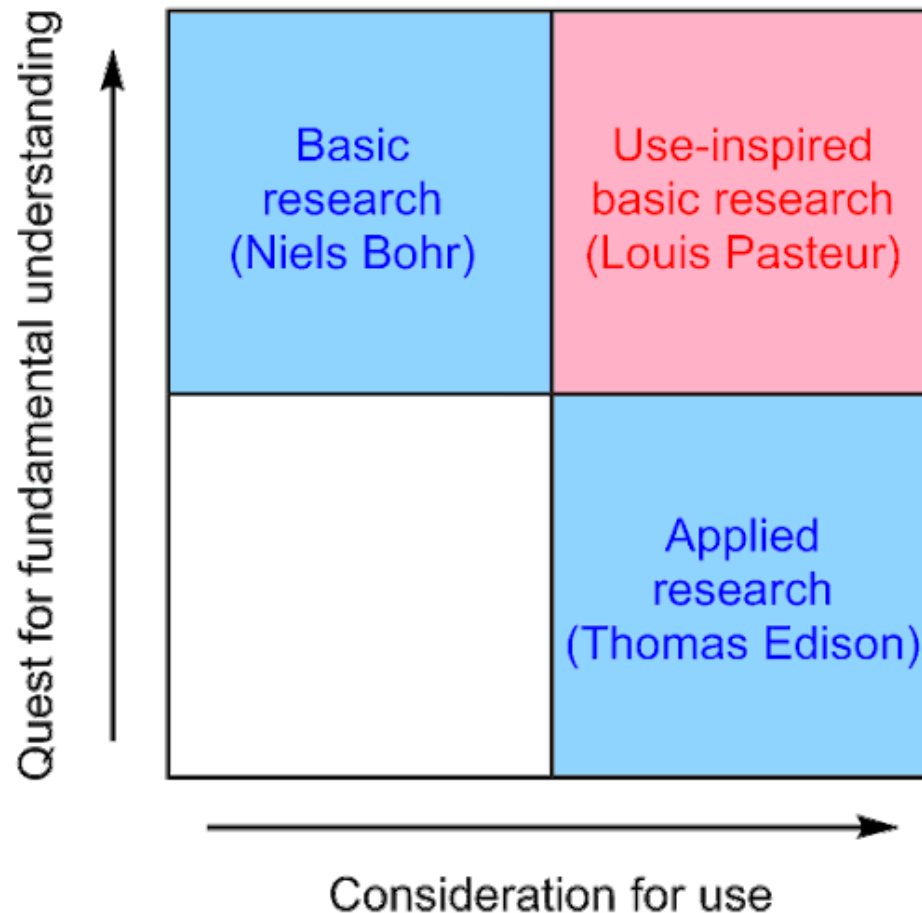
Model-karakter van wetenschap

- Alle wetenschappelijke kennis is modelmatig
 - Je kiest voor een deelaspect van de werkelijkheid
 - Abstractie
 - Je strijkt oneffenheden glad om het inzichtelijker te maken (en meer toegankelijk voor de wiskunde)
 - Idealisering
- Wat je wel en wat je niet meeneemt in je model bepaalt de uitkomsten na verwerking van data
 - Weersverwachting
 - Klimaatmodellen
 - Onderzoek naar wat het meest duurzaam is van twee of meer alternatieven
 - Verspreiding van een virus

Verschillende wetenschappen (1)

- Formeel versus empirisch
 - Formeel: wiskunde, logica, (wetenschaps-)filosofie
 - Empirisch: natuurwetenschappen, technische wetenschappen, medische wetenschappen
 - Verschil: interne consistentie of toetsing aan werkelijkheid
 - Mengvormen mogelijk (taalwetenschappen, rechtswetenschappen)
- 'Zuiver' of 'toegepast'
 - 'Zuiver': kennis om de kennis (nieuwsgierigheid)
 - 'Toegepast': kennis omwille van een praktisch doel
 - Mengvormen mogelijk (Pasteur's kwadrant)
 - Beter: wel of niet met normativiteit in de inhoud van de kennis

Pasteur's kwadrant (Donald Stokes)



Wel of geen normativiteit

- Natuurwetenschappen: alleen beschrijvend
- Technische en medische wetenschappen: ook normatief
 - Kennis van functies
 - Anders dan in biologie (-> oppassen bij zogenaamde gemeenschappelijke begrippen)
 - Kennis van normen en standaarden
 - Uitkomst van beslissing, niet van experiment
 - Vaardigheidskennis ('good practice')
 - 'knowing-how' (niet-propositioneel)
 - Niveau's van normativiteit: token, type en soort
 - Deze pen, dit merk pen, een pen
- Simpel gezegd:
 - Een ingenieur kan zeggen: "Ik weet dat dit een goede boormachine is"
 - Een natuurkundige kan niet zeggen: "Ik weet dat dit een goed elektron is"

Verschillende wetenschappen (2)

- Verschillend object van studie (1)
 - Natuurlijke verschijnselen
 - Natuurwetenschappen)
 - Menselijke verschijnselen
 - Antropologie, (leer-)psychologie, sociologie
 - Cultuurverschijnselen
 - Economie, kunstwetenschappen, taalwetenschappen
 - Mengvormen mogelijk (technische wetenschappen, medische wetenschappen)
- Verschillend object van studie (2)
 - Object zonder intentie
 - Hoge mate van consistentie in gedrag -> hoge correlaties en betrouwbaarheden
 - Object met intentie
 - Mindere mate van consistentie in gedrag -> lagere correlaties en betrouwbaarheden

Verskillende redeneervormen

- Oorzaak-gevolg
 - Natuurwetenschappen
- Doel-middel
 - Ontwerpende wetenschappen
 - Van gewenste functie naar mogelijke structuur: doel-middel (abductie)
 - Toetsen van mogelijke structuur (“werking”): oorzaak-gevolg (deductie)
 - Van verschijnsel naar verklaring: oorzaak-gevolg (inductie) (ook in natuurwetenschappen)

Voorbeeld

- Theoretisch redeneren
 - P1: Als je buiten zonder paraplu in de regen loopt, wordt je nat (algemene regel, descriptief)
 - P2: Ik loop in de regen zonder paraplu (specifiek geval)
 - C: ik wordt nat (constatering)
- Praktisch redeneren
 - P1 Als het regent en je wilt niet nat worden, moet je een paraplu meenemen (algemene regel, normatief)
 - P2a: Het regent (specifiek geval)
 - P2b: Er staat een paraplu in de hal (specifiek geval)
 - C: Neem de paraplu mee naar buiten (advies)
 - Maar: vandaag moet ik ergens heen waar ik mijn paraplu niet kan opbergen, dus ik neem 'm toch niet mee

Verschillende wetenschappen (3)

- Wel of geen herhaalbaarheid van het verschijnsel
 - Herhaalbaarheid
 - Natuurwetenschappen
 - Geen herhaalbaarheid
 - Geologie, evolutiebiologie, geschiedwetenschappen
 - Tussenvorm: technische wetenschappen
 - Beperkte generalisatie
- Mate van generalisatie
 - Hoog
 - Natuurwetenschappen
 - Laag
 - Geschiedwetenschappen
 - Tussenvormen
 - Technische wetenschappen

Terug naar de actualiteit

- Corona-crisis
 - Er is een breed spectrum aan disciplines nodig om tot maatregelen te nemen
 - Het RIVM is niet onwetenschappelijk als inzichten veranderen
 - Met dezelfde gegevens kunnen verschillende verklaringen/theorieën gegenereerd worden
 - Belangen kunnen een rol spelen en dat kan, maar hoeft niet nadelig te zijn
 - Wetenschappelijke integriteit in de gaten houden!
- STEM discussies
 - M: formele wetenschap
 - S: descriptieve empirische wetenschap
 - T/E: normatieve empirische wetenschap
 - Onderzoeken en ontwerpen ("R&D"): wisselwerking
 - Onderzoek aan ontwerp
 - Ontwerp ten behoeve van onderzoek

Wat doen we hier mee in de les?

- Continu invlechten
 - Beetje geschiedenis van de wetenschap
 - Beetje relativiseren van uitkomsten
 - Inquiry-based (onderzoekend) en design-based (ontwerpend) leren (nuttig, maar ook spannend!)
- Aparte aandacht geven
 - NLT-modulen: vooral natuurwetenschappen
 - O&O/ANW/nog andere namen: ook relatie met andere vormen van kennis
 - Losse activiteiten in afzonderlijke bèta-schoolvakken
- In lijn met examenprogramma's ("Nature of Science")

Workshops

1. Het RIVM als wetenschappelijke 'speler' in het Corona-'spel'
Focus op wetenschap
 2. De Corona app: een multidisciplinaire kwestie
Focus op technologie
 3. Corona en het milieu: een ambivalente relatie
Focus op wetenschap en technologie
- Bronnen aangeleverd in workshopbeschrijving
 - Bedenken van een activiteit voor leerlingen
 - Bovenbouw vwo
 - 1-2 uren
 - Eventueel met interviews in omgeving
 - Eventueel met experiment