



Leidraad Wetenschappen in het secundair onderwijs

Effectieve interventies om resultaten in wetenschapsonderwijs te verbeteren

Auteurs hertaling:

Julie Willems

Philippe Bastiaenssens

Ayla De Schepper

KdG
Karel de Grote
Hogeschool

WETENSCHAPPEN IN HET SECUNDAIR ONDERWIJS

7 aanbevelingen

Teaching for engagement

1. Bouw voort op de ideeën die leerlingen hebben
2. Help leerlingen om hun eigen leerproces te reguleren
3. Gebruik modellen om het begrip te ondersteunen
4. Help leerlingen om kennis op te slaan en op te halen
5. Gebruik practica doelgericht
6. De taal van wetenschap aanleren
7. Geef gestructureerd feedback om denkpatronen van leerlingen te stimuleren

Teaching for engagement

“Wetenschappen zijn belangrijk, maar niets voor mij.”

Wetenschapskapitaal



Kennis: Wat leerlingen weten over wetenschappen



Attitudes: Hoe zij erover denken



Ervaringen: Wat zij doen in verband met wetenschappen



Sociaal netwerk: Wie zij kennen binnen dit domein

Sterke samenhang met motivatie

Aanbeveling 1

**Bouw voort op de ideeën die
leerlingen hebben**

Preconcepten en misconcepties

*“ Het geheel van eerdere, intuïtief verworven kennis noemen we **preconceptuele kennis**. Deze ideeën komen vaak niet (helemaal) overeen met de wetenschappelijke verklaring, en dan spreken we van **misconcepties**. ”*

- Belang van preconcepten
- Overtuigend bewijs vereist
- Denkpatronen zijn hardnekkig
- Comfortabel leerklimaat

Preconcepten

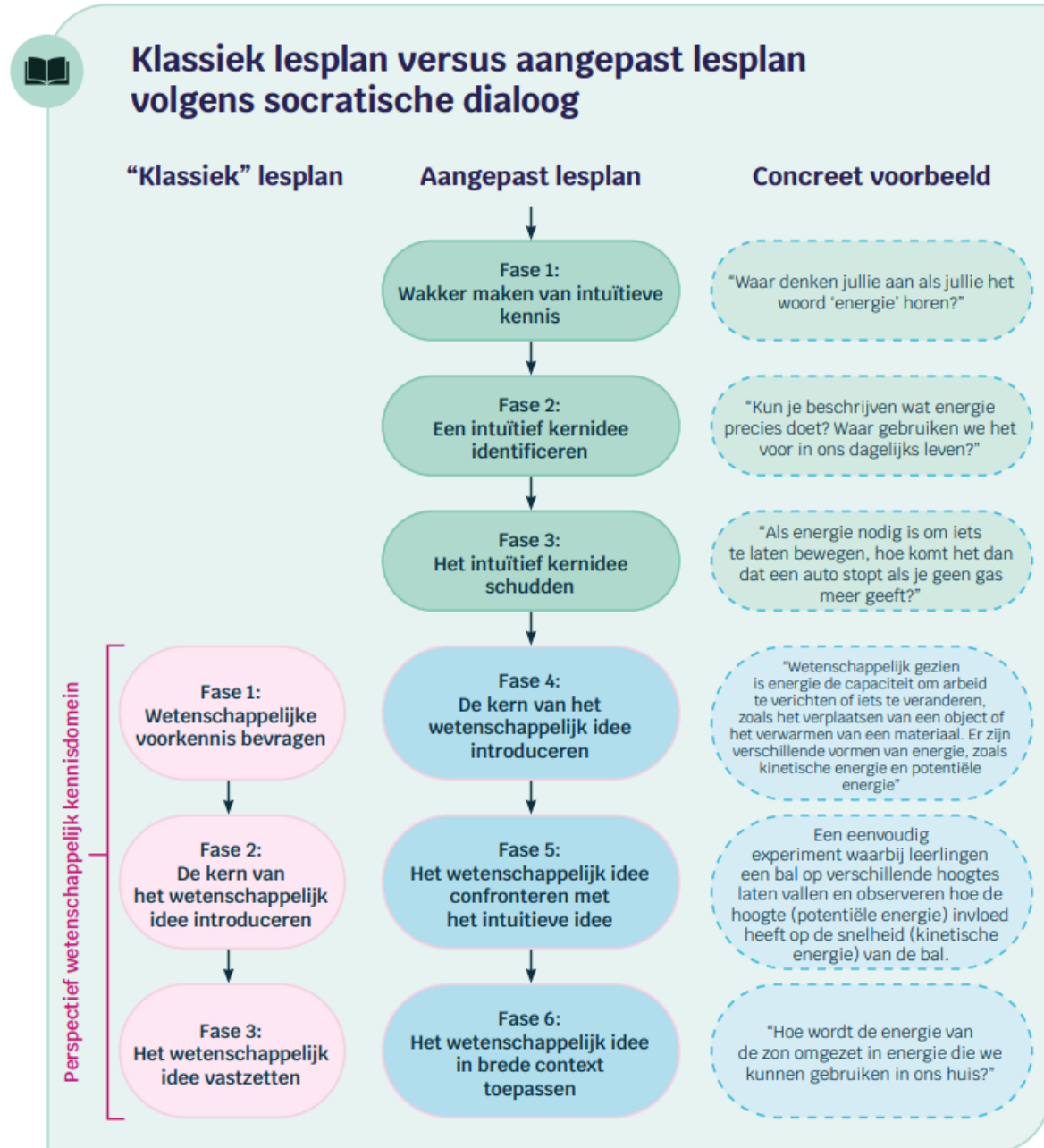
Hoe ga je hiermee om?

1. Begrijp de preconcepten van leerlingen over wetenschapsvakken.
2. Ontwikkel de denkpatronen van leerlingen aan de hand van cognitieve conflicten en gesprekken.
3. Maak voldoende tijd vrij om misconcepties te weerleggen en denkpatronen te veranderen.

Preconcepten

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. Socratische dialoog
2. Conceptcartoons



Preconcepten

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. Socratische dialoog
2. Conceptcartoons

Conceptcartoon 'Zijn er 's nachts schaduwen?'



Bron: overgenomen van <https://fysica-artevelde.weebly.com/conceptcartoons.html>; De Lange, 2009²⁵

Aanbeveling 2

Help leerlingen om hun eigen
leerproces te reguleren

Zelfregulerend leren

“De vaardigheden van leerlingen om hun eigen leerproces voortdurend te evalueren en hun gedachten, gevoelens en gedrag bij te sturen om de beoogde doelen te bereiken.”

- Cognitie
- Metacognitie
- Motivatie
- Taalvaardigheid

Zelfregulerend leren

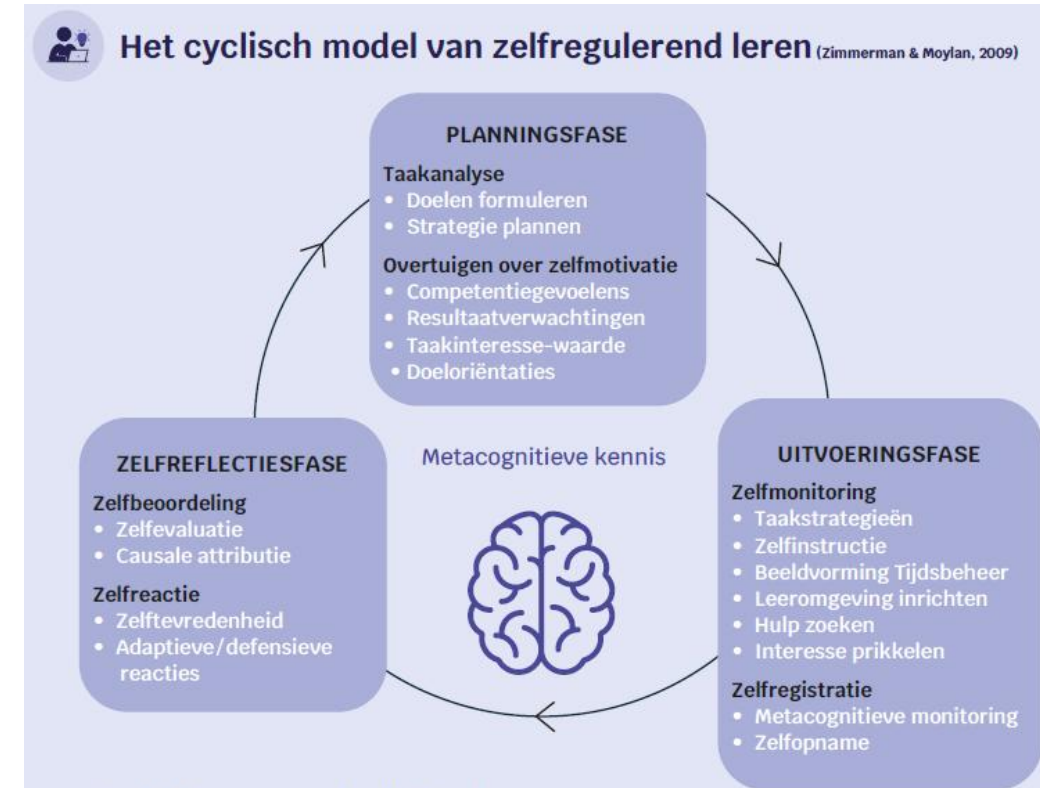
Hoe ga je hiermee om?

1. Modelleer je eigen denkpatronen om leerlingen te helpen hun metacognitieve en cognitieve kennis te ontwikkelen.
2. Leer leerlingen expliciet hoe ze hun leerproces kunnen plannen, opvolgen en beoordelen.
3. Bevorder metacognitieve gesprekken en dialoog in de klas.

Zelfregulerend leren

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. Modelleer je eigen denkpatronen om leerlingen te helpen hun metacognitieve en cognitieve kennis te ontwikkelen.
2. **Leer leerlingen expliciet hoe ze hun leerproces kunnen plannen, opvolgen en beoordelen.**
3. Bevorder metacognitieve gesprekken en dialoog in de klas.



Zelfregulerend leren

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. Modelleer je eigen denkpatronen om leerlingen te helpen hun metacognitieve en cognitieve kennis te ontwikkelen.
2. Leer leerlingen expliciet hoe ze hun leerproces kunnen plannen, opvolgen en beoordelen.
3. **Bevorder metacognitieve gesprekken en dialoog in de klas.**

Sprekende hoofden 'Het smelten van ijs'



Bron: Overgenomen uit Misvattingen fysica te lijf (p. 22) door C. Balck en R. Van Peteghem, 2005, Centrum Nascholing Onderwijs.³⁴

Mogelijke werkvorm: Think-pair-share

Aanbeveling 3

Gebruik modellen om het begrip te ondersteunen

Modellen

“Modellen zijn een nuttig hulpmiddel bij het ontwikkelen en delen van wetenschappelijke kennis, omdat in de wetenschappen vaak gewerkt wordt met verschijnselen en concepten die niet direct met onze zintuigen waarneembaar zijn.”

- Vereenvoudigde weergave
- Essentiële elementen en hun relaties
- Beperkte bruikbaarheid
- Modellen en patronen

Modellen

Hoe ga je hiermee om?

Driedimensionale – verbale en schriftelijke – wiskundige – beelden

1. Gebruik modellen om leerlingen te helpen wetenschappelijke concepten te begrijpen.
2. Kies de modellen die je gebruikt zorgvuldig.
3. Leer leerlingen expliciet deze modellen aan en moedig leerlingen aan om er kritisch mee om te gaan.

Modellen

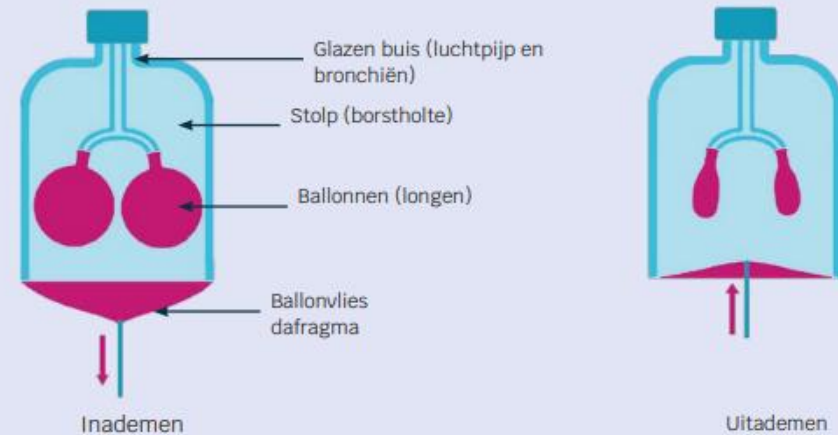
Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. Modellen in de wetenschapsles.
2. Vergelijk modellen met elkaar tijdens de les.



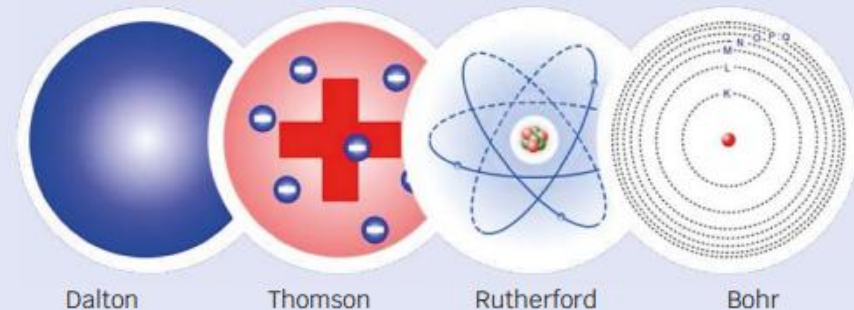
Biologie: het model van de buikademhaling

Een fysiek model van de longen, bestaande uit ballonnen die worden opgeblazen in een glazen stolp, kan handig zijn om de buikademhaling aan je leerlingen uit te leggen. Dit model heeft echter zijn beperkingen: de borstwand is niet stijf zoals het glas en de rol van de ribben en tussenribspieren wordt niet weergegeven.



Chemie: de atoommodellen

De beschrijving van de atoommodellen van Dalton, Thomson, Rutherford en Bohr illustreren het wetenschappelijk denken en de ontwikkeling van modellen. Elke versie vertoont aanpassingen op basis van nieuwe inzichten en technologische vooruitgang, maar bevat ook haar eigen beperkingen.



Modellen

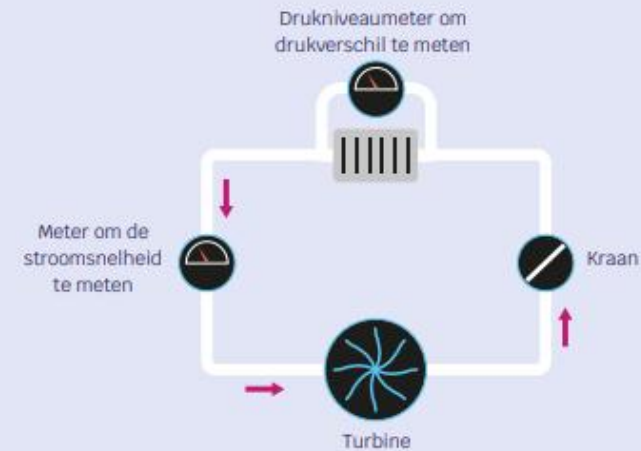
Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. Modellen in de wetenschapsles.
2. **Vergelijk modellen met elkaar tijdens de les.**



Het hydrodynamisch model

Het hydrodynamisch model is er een dat leerlingen makkelijk kunnen begrijpen. Ze moeten wel vertrouwd zijn met hoe het verschilt van hun ervaring met water in leidingen. In tegenstelling tot water dat de leidingen verlaat via kranen, kan elektriciteit het circuit bijvoorbeeld niet verlaten.



Het touwmodel

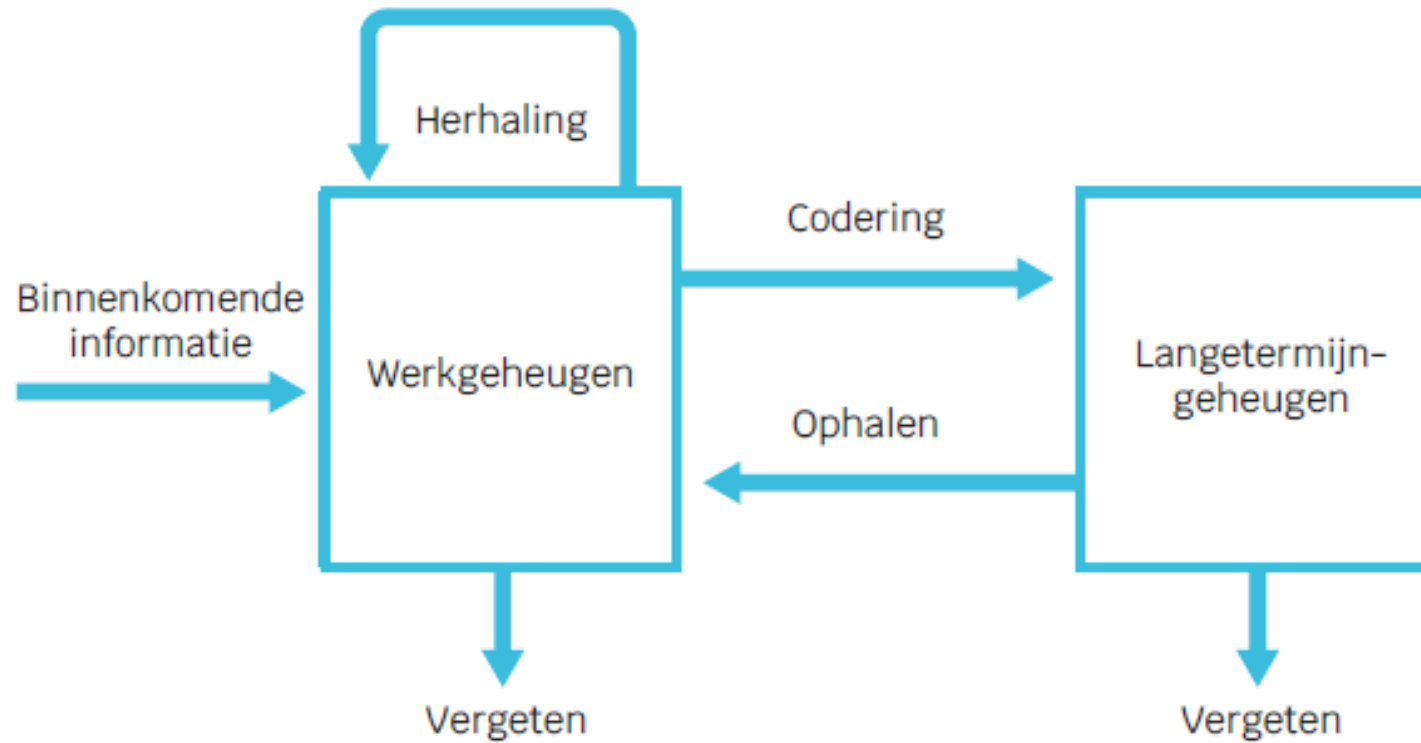
Het touwmodel is nuttig om het idee van energiestroom te ontwikkelen en om de constantheid van stroom in een circuit te laten zien. Dit model is echter beperkt, omdat er geen component in het circuit is die de energie overdraagt. Het is wel tastbaar: leerlingen kunnen in een kring gaan staan en het touw vasthouden. Het kan ook de warmte in een elektrisch circuit demonstreren.



Aanbeveling 4

Help leerlingen om kennis op te slaan en op te halen

Werking van het geheugen



Figuur 1. Werking van het geheugen

Het geheugen

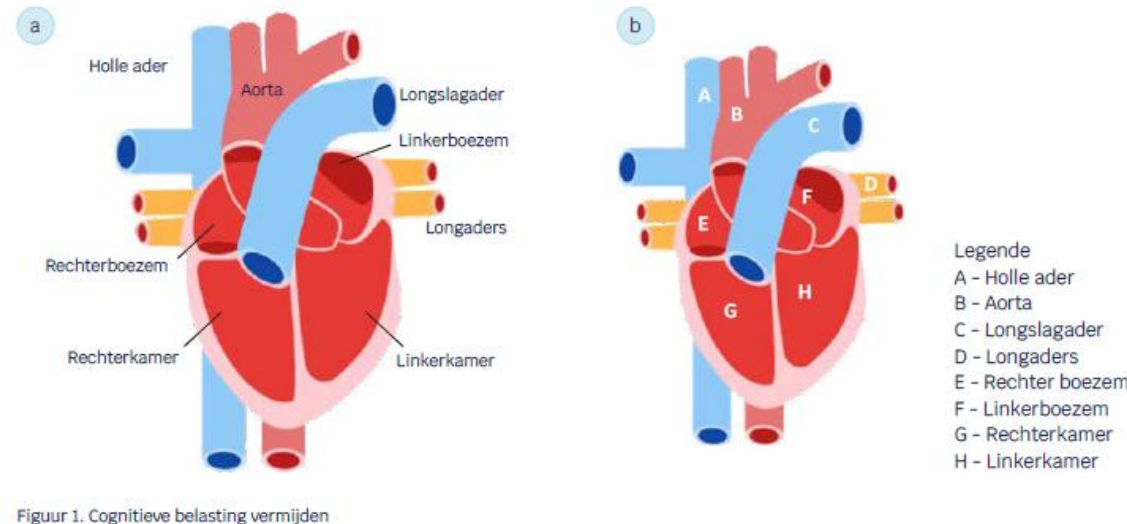
Hoe ga je hiermee om?

1. Besteed aandacht aan cognitieve belasting.
2. Herhaal kennis na een onderbreking om het langtermijngeheugen te verbeteren.
3. Bied leerlingen de kans om eerder geleerde kennis op te halen.
4. Moedig leerlingen aan om uit te wijden over wat ze geleerd hebben.

Het geheugen

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. **Besteed aandacht aan cognitieve belasting.**
2. Herhaal kennis na een onderbreking om het langtermijngeheugen te verbeteren.
3. Bied leerlingen de kans om eerder geleerde kennis op te halen.
4. Moedig leerlingen aan om uit te wijden over wat ze geleerd hebben.



Het geheugen

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. Besteed aandacht aan cognitieve belasting.
- 2. Herhaal kennis na een onderbreking om het langtermijngeheugen te verbeteren.**
3. Bied leerlingen de kans om eerder geleerde kennis op te halen.
4. Moedig leerlingen aan om uit te wijden over wat ze geleerd hebben.

ENTRY TICKET

Geef de SI-eenheid van de lengte.

Van welke grootte is m het symbool.

Leg uit: rechtevenredig verband.

Het geheugen

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. Besteed aandacht aan cognitieve belasting.
2. Herhaal kennis na een onderbreking om het langtermijngeheugen te verbeteren.
3. **Bied leerlingen de kans om eerder geleerde kennis op te halen.**
4. Moedig leerlingen aan om uit te wijden over wat ze geleerd hebben.

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

The image shows a standard periodic table of elements. A callout box on the left side highlights the element Boron (B) with the following information:

- Atomic number: 5
- Atomic mass: 10.811
- Symbol: B
- Name: BORON

Below the table, there is a legend for the color-coded groups:

- Alkali metal (Orange)
- Alkaline earth metal (Yellow)
- Metal (Green)
- Transition metal (Blue)
- Lanthanide (Light blue)
- Metalloid (Purple)
- Non-metal (Pink)
- Halogens (Light green)
- Noble gas (Light yellow)
- Actinide (Light orange)

Retrieval practice

Aanbeveling 5

Gebruik practica doelgericht

Practica

“Een grote verscheidenheid aan activiteiten waarbij leerkracht en/of leerlingen cognitieve en/of psychomotorische processen uitvoeren, met echte voorwerpen en materialen of visuele equivalenten in het kader van een wetenschappelijke redenering.”

Voordelen:

- Onderzoekscompetenties
- Begrip verbeteren door praktijkervaring
- Praktische vaardigheden aanleren
- Vaardigheden op hoger niveau
- Motivatie en engagement

Practica

Hoe ga je hiermee om?

Begripspracticum – onderzoekspracticum – apparatuurpracticum

1. Ken en expliciteer het doel van elk practicum.
2. Volg practica op met andere leeractiviteiten.
3. Gebruik practica om wetenschappelijk redeneren te ontwikkelen.
4. Benader practica op verschillende manieren.

Practica

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

- **Biologie: een apparatuurpracticum**
Alvorens je een micropreparaat bekijkt om de bouw van een cel aan te leren, voer je best eerst een apparatuurpracticum uit waarin je de werking van de microscoop aanleert of herhaalt aan de hand van een voorwerpglaasje waarop een hoofdletter L werd aangebracht.
- **Chemie: een onderzoekspracticum**
Bouw samen met de leerlingen de onderzoeksvraag op:
Welke invloed heeft kaliumjodide op de reactiesnelheid van de analysereactie van waterstofperoxide?

Formuleer klassikaal een gefundeerde hypothese:
Als kaliumjodide wordt toegevoegd, dan zal de reactiesnelheid verhogen.

Geef de leerlingen de opdracht om een onderzoeksplan op te zetten in functie van de onderzoeksvraag en de hypothese. Het plan moet bestaan uit een lijst van benodigdheden, een schets van de proefopstelling en een werkwijze, rekening houdend met de veiligheidsvoorschriften.
- **Fysica: een begripspracticum**
Leerlingen veronderstellen vaak dat toevoeging van warmte aan een systeem steeds gepaard gaat met een temperatuurstijging van dat systeem. Deze misconceptie kan belicht en bestreden worden aan de hand van een begripspracticum, waarbij de temperatuur van water tijdens het koken wordt gemeten. Op die manier kan het begrip latente warmte doeltreffender verankerd worden. (zie Aanbeveling 1: ('Preconcepten'))

Aanbeveling 6

De taal van wetenschap aanleren

Taalontwikkend lesgeven

*“Dit houdt in dat je tegelijkertijd aandacht besteedt aan zowel vakinhoudelijke als **taalgerichte doelen**. Hierbij is het uitgangspunt dat taal een essentiële rol speelt in het leerproces, ongeacht de leerinhoud. Taal, leren en denken zijn nauw met elkaar verweven.”*

Wetenschap als:

- Geheel van kennis
 - Verzameling van methoden en vaardigheden
 - Manier van kennisverwerving
- } Nadruk in Vlaams wetenschapscurriculum
- } **Nature of science:** kritisch denken stimuleren

De taal van wetenschap aanleren

Hoe ga je hiermee om?

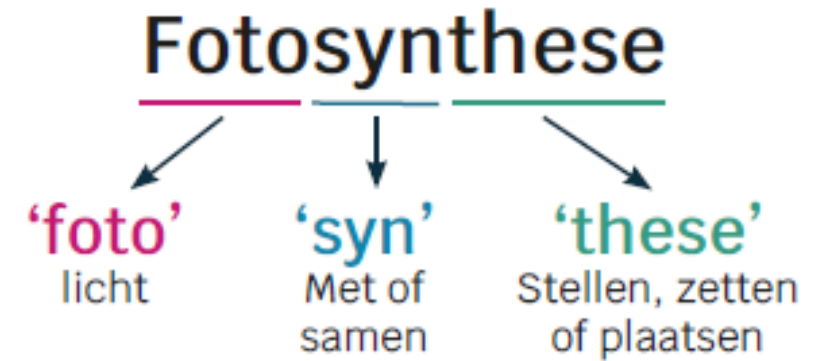
Taalgericht vakonderwijs: context – interactie – taalsteun

1. Selecteer zorgvuldig de woordenschat die je wilt aanleren en focus op de moeilijkste woorden.
2. Zet activiteiten in om leerlingen te activeren en te helpen wetenschappelijke teksten te begrijpen.
3. Help leerlingen om hun wetenschappelijke schrijfvaardigheid te ontwikkelen.

De taal van wetenschap aanleren

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. **Selecteer zorgvuldig de woordenschat die je wilt aanleren en focus op de moeilijkste woorden.**
2. Zet activiteiten in om leerlingen te activeren en te helpen wetenschappelijke teksten te begrijpen.
3. Help leerlingen om hun wetenschappelijke schrijfvaardigheid te ontwikkelen.



Figuur x: De morfemen waaruit het woord 'fotosynthese' bestaat⁶⁴

Verbanden tussen woorden duidelijk maken

De taal van wetenschap aanleren

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. Selecteer zorgvuldig de woordenschat die je wilt aanleren en focus op de moeilijkste woorden.
2. **Zet activiteiten in om leerlingen te activeren en te helpen wetenschappelijke teksten te begrijpen.**
3. Help leerlingen om hun wetenschappelijke schrijfvaardigheid te ontwikkelen.



Lezen van wetenschappelijke teksten aan de hand van DART's

Reconstructie van woorden en teksten

Tekst, diagrammen of tabellen aanvullen

- Zinnen of zinsdelen aanvullen
- Diagrammen labelen met tekst
- Tekst gebruiken om een tabel aan te vullen

Tekst ordenen of classificeren

- Leerlingen plaatsen tekstsegmenten in een logische volgorde
- Leerlingen classificeren tekstsegmenten volgens vaste categorieën (bv. 'instructie', 'uitleg', 'bewijs')

Voorspellen

- Leerlingen schrijven het volgende deel van de tekst

Bewerking van Osborne en Dillon, 2010⁴⁸.

Analyses van teksten

Markeren en labelen

- Onderstrepen (leerlingen zoeken naar specifieke delen van een tekst)
- Labelen (leerlingen labelen tekst volgens de labels die ze hebben gekregen)
- Segmenteren (leerlingen splitsen de tekst op en labelen de verschillende delen)

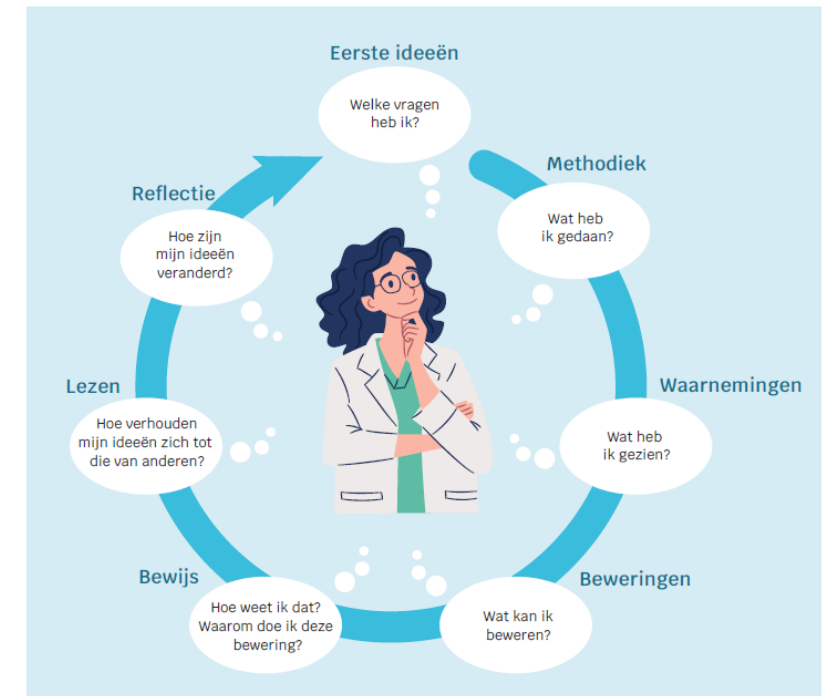
Opnemen en opbouwen

- Diagrammen maken om de inhoud en het verloop van de tekst weer te geven
- Leerlingen maken hun eigen tabellen met informatie uit de tekst
- Leerlingen gebruiken de tekst om vragen te beantwoorden of om hun eigen vragen te maken
- Leerlingen maken een lijst van de belangrijkste punten in een tekst

De taal van wetenschap aanleren

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. Selecteer zorgvuldig de woordenschat die je wilt aanleren en focus op de moeilijkste woorden.
2. Zet activiteiten in om leerlingen te activeren en te helpen wetenschappelijke teksten te begrijpen.
3. **Help leerlingen om hun wetenschappelijke schrijfvaardigheid te ontwikkelen.**



Bewerking van Hand et al., 2016¹⁹

Science writing heuristic

Aanbeveling 7

**Geef gestructureerd feedback om
denkpatronen van leerlingen te
stimuleren**

Feedback

“Het is essentieel om te focussen op communicatieprocessen met bijzondere aandacht voor feedback.”

- Meerdere evaluatiestrategieën
- Hulp bij het *volledige* leerproces
- Constructief en efficiënt
- Ruimte om te reageren

Feedback

Hoe ga je hiermee om?

Feed up – feedback – feed forward

1. Ga na wat je leerlingen begrijpen.
2. Denk na waarover je feedback geeft.
3. Geef feedback in de vorm van opmerkingen in plaats van cijfers.
4. Zorg ervoor dat leerlingen kunnen reageren op je feedback.

Feedback

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. Rubrics of one
2. SAM-schaal
3. Comparatief beoordelen



Voorbeeld van een rubric of one

Zo kan ik groeien:		Dit moet ik kunnen:		Doe ik heel goed:	
		Je bent ordelijk te werk gegaan tijdens het labo en bij het opstellen van je verslag.			
0		0,5		1	
		Je maakt een tekening van de proefopstelling met bijhorende materialen.			
0		0,5		1	
		Je waarnemingen zijn realistisch en met een kritische blik waargenomen en genoteerd. Je waarnemingen staan in de juiste eenheid in de tabel, rekening houdend met BC			
0	1	2	3	4	
		Je stelt de juiste grafiek op en je houdt rekening met volgende elementen: titel, astitel, lineaire lijn, grootheden en eenheden...			
0	1	2	3	4	
		Je beantwoordt de bijhorende vragen met de juiste termen en symbolen			
0	1	2	3	4	6
		Je maakt je berekeningen met de juiste formules en houdt rekening met eventuele meetfouten en met BC			
0	1	2	3	4	5
		Je vormt een duidelijk en helder besluit met een antwoord op de onderzoeksvraag.			
0		1		2	

Feedback

Voorbeelden voor in de wetenschapsles

1. Rubrics of one
2. SAM-schaal
3. **Comparatief beoordelen**



Comparatief beoordelen van onderzoeksverslagen

Situatie

In een biologieklas hebben leerlingen een onderzoekopdracht uitgevoerd waarbij ze de groei van planten onder verschillende lichtomstandigheden hebben geobserveerd. Elke leerling heeft een verslag geschreven waarin ze hun onderzoeksopzet, hypothese, waarnemingen, analyse-, en conclusies beschrijven.

Stappen voor comparatief beoordelen

1 Opdrachten per paar vergelijken:

Je verzamelt alle verslagen en vergelijkt telkens twee verslagen met elkaar. Hierbij kijk je naar specifieke criteria zoals:

- Duidelijkheid van de hypothese
- Logische opbouw van het onderzoek
- Nauwkeurigheid van de waarnemingen
- Grondigheid van de analyse
- Helderheid en onderbouwing van de conclusies

2 Selectie van de beste per paar

Voor elk paar kies je het verslag dat het sterkst scoort op de meeste criteria. Bijvoorbeeld:

- Verslag A vs. verslag B: verslag A wordt geselecteerd omdat de analyse van de resultaten uitgebreider is.
- Verslag C vs. verslag D: verslag D wordt geselecteerd vanwege de duidelijke en goed onderbouwde hypothese.

3 Herhalen van de vergelijking

Je herhaalt dit proces met alle verslagen, waardoor er steeds betere verslagen "overblijven" in de volgende rondes van vergelijking. Op deze manier ontstaat geleidelijk een rangorde van verslagen.

4 Eindrangschikking van kwaliteit

Na meerdere vergelijkingsrondes ontstaat er een lijst van de verslagen, van de minst naar de meest kwalitatieve. Deze rangschikking geeft je inzicht in hoe verslagen zich verhouden tot elkaar op basis van de kwaliteit van inhoud en opbouw.

Voordelen voor jou als leerkracht

- Transparantie: Het proces laat de sterke en zwakte punten van verslagen duidelijk zien, zodat je een objectievere beoordeling kan maken.
- Feedbackmogelijkheid: Je kan je leerlingen gericht feedback geven door bijvoorbeeld uit te leggen waarom een bepaald verslag in een bepaalde ronde beter scoorde dan een ander.

Voordelen voor de leerling

- Inzicht in kwaliteitscriteria: Leerlingen leren wat een goed onderzoeksverslag onderscheidt van een minder goed verslag.
- Vergelijkend leren: Door te begrijpen waarom sommige verslagen beter zijn, kunnen ze hun eigen werk verbeteren voor toekomstige opdrachten.

Aan het werk!

Koppeling met je lespraktijk

Kies 1 aanbeveling waarrond je wil werken.

Teaching for engagement

1. Bouw voort op de ideeën die leerlingen hebben
2. Help leerlingen om hun eigen leerproces te reguleren
3. Gebruik modellen om het begrip te ondersteunen
4. Help leerlingen om kennis op te slaan en op te halen
5. Gebruik practica doelgericht
6. De taal van wetenschap aanleren
7. Geef gestructureerd feedback om denkpatronen van leerlingen te stimuleren

Werk alleen of in groep een concreet voorbeeld uit, gebaseerd op jouw/jullie lespraktijk.

Vraag gerust feedback!



Afsluiter

Takeaway

Wat neem je mee uit deze sessie waar je verder mee aan de slag wil?
Met welke vraag zit je nog?

Bedankt!

<https://leerpunt.be/leidraden/wetenschappen-secundair-onderwijs>



www.leerpunt.be

Met steun van



Vlaanderen
is onderwijs & vorming