

WETENSCHAPPELIJKE AANPAK

Een lessencyclus rond het uitvoeren van een zg. eerlijke proef

DOEL:

De leerlingen leren door zelf onderzoek te doen de eisen en onderdelen van een wetenschappelijk onderzoek kennen.

DOELGROEP:

Leerlingen van groep 6 van het primair onderwijs.

Ook te gebruiken voor groep 7, 8 en plusgroepen,

(N.b. Het is de bedoeling deze lessenserie uit te bouwen tot een concentrische aanpak en te voorzien van een apart onderdeel voor plusgroepen.)

VORM:

-een lessencyclus

-divers in didactische aanpak; bevorderen van zelfstandig werken, samenwerken en leren door te doen

INHOUD:

LES 1 – Kinderen krijgen allemaal de zelfde vraag voorgelegd. Door middel van proeven doen proberen ze tot een antwoord te komen. Onderwijl leren ze dat ze één ding meten en de rest moeten vast zetten om een eerlijke proef uit te kunnen voeren. Ze leren dat het resultaat van een proef herhaalbaar moet kunnen zijn.

LES 2 – Aan de hand van proefbeschrijvingen laten de leerlingen zien dat ze een eerlijke proef herkennen.

LES 3 – Hoe zet je een proef op? Aan de hand van een in een cartoon aangeboden probleem voeren de leerlingen stapsgewijs een proef uit.

LES 4 – De leerlingen leren een probleem cq. vraag in een stelling (hypothese) weer te geven en proberen vervolgens de stelling via een proef te bewijzen.

LES 5 – De kinderen bedenken een onderzoeksvraag en doen zelf onderzoek.

LES 6 – Mogelijke uitbouw (dit gebeurt in het natraject): de leerlingen doen onderzoek naar de kiemfactoren van bonen.

DE LESSEN:

LES 1 – Wat is een eerlijk onderzoek?

- A. U toont een You Tubefilm met als onderwerp: de slinger van Foucault.
- B. Inleiding over de slinger van Foucault (over de persoon en het bedenken van een experiment om iets te bewijzen - zie ook de betreffende bijlage)
- C. Een leerlingproef met touw, diverse gewichten, rolmaat, stopwatch – vraag: bestaat er een verband tussen slingeruitslag-gewicht-lengte-tijd?
- D. Gezamenlijke nabespreking.

Nodig:

Per twee leerlingen:

- touw,
- diverse gewichten
- rolmaat (liniaal)
- stopwatch
- schaar

LESINHOUD

1. U toont een op TOU Tube geplaatste film over de slinger van Foucault.
2. Het verhaal van Foucault (zie de betreffende bijlage)

Mogelijkheden:

- de leerkracht vertelt het verhaal
- leerlingen lezen de tekst (bijlage)
- u kunt de tekst ook inspreken op bijvoorbeeld een powerpoint t.b.v. taalzwakke leerlingen

De essentie:

Foucault wist dat de aarde in één dag rond zijn as draait. Zijn probleem was: hoe kan ik dat bewijzen? Hij bedacht het experiment met de slinger. Zijn proef is herhaalbaar, wordt nog steeds overal nagedaan. Een goede proef is niet eenmalig, maar herhaalbaar.

Foucault liet een slinger heen en weer bewegen. Hij zag dat door de draaiing van de aarde de slinger niet in de zelfde baan blijft slingeren, maar de slinger verplaatst zich langzaam en gaat helemaal rond. Na een etmaal is de slinger weer bij de beginstand.

3. De opdracht

De leerkracht stelt de vraag: bestaat er verband tussen lengte, gewicht, tijd en uitslag van een slinger? Voor de goede orde: dit is niet de proef van Foucault die herhaald wordt, maar een proef met een slinger zoals die in de werkelijkheid toegepast wordt in bijvoorbeeld slingeruurwerken.

De leerlingen experimenteren vrij met het materiaal.

Dit experimenteren kan klassikaal (allemaal tegelijk) gebeuren, maar u kunt de opdracht ook op de weektaak zetten en de reflectie na een week laten plaats vinden.

Steunvragen:

Lichter, zwaarder, korter, langer; verschilt de tijd?

Grote, kleine uitslag; verschilt de tijd?

Antwoord:

Galileo Galileï ontdekte dat niet het slingergewicht de slingertijd beïnvloedt, maar de lengte van de ophangdraad. Hoe korter de draad, des te sneller de slinger. De slingertijd is recht evenredig met de vierkantswortel uit de slingerlengte. De slinger van 1 meter maakt 2 slingeringen tegen 1 van een slinger van 4 meter.

4.Reflectiefase

De leerlingen brengen verslag uit van hun experimenten.

Vragen:

-klopt je bewering?

-hoe weet je dat zeker?

-wat heb je onderzocht?

-heb je één of meer zaken tegelijkertijd onderzocht?

-heb je de proef herhaald?

-was er bij herhaling sprake van een gelijke uitkomst?

-kun je je antwoord in een stelling weergeven?

Leerverhaal:

- Een proef is goed als je maar één ding tegelijk onderzoekt en de andere dingen vastzet, onveranderd laat.
- Een proef is goed als de uitkomst bij herhalingen het zelfde is.

Er zit een volgorde (stappenplan) in het onderzoeken:

Wat is je vraag/opdracht/probleem?

Kun je je vraag omzetten in een stelling?

Welke proef kun je bedenken bij deze stelling?

Stel je lijst met benodigdheden op.

Beschrijf de aanpak die je wilt gaan volgen

Spreek je verwachting uit

Noteer je resultaten

Herhaal je de proef?

Wat is op grond van het resultaat je conclusie?

Hoe ga je je onderzoek presenteren?

Mogelijkheid:

U kunt als afsluiting en als voorbeeld van de effecten van de lengte van de slinger het verhaal vertellen over Eise Eisinga, die een planetarium gebouwd heeft dat geheel op een slingeruurwerk draait. Hij had het hele planetarium bedacht, uitgerekend, maar de slinger hing in de bedstee. Zijn vrouw wilde niet de lange slinger in haar bedstee en Eise moest de slinger inkorten, hetgeen consequenties had voor al zijn berekeningen.

(Planetarium Eise Eisinga te Franeker)

LES 2 – Herkennen jullie fouten in onderzoeken?

- A. De leerkracht vertelt over het doel en opdracht van deze les.
- B. Leerlingen gaan in tweetallen de opdrachten in het labboek uitvoeren.
- C. Reflectiefase – de leerkracht loopt met de leerlingen de vragen bij langs.

Nodig:

Labboek

Voor de proeven:

Water, sla-olie, doorzichtige pot

Magneet, ijzervijlsel, papier

LESINHOUD

1. Inleiding

De leerkracht vertelt over de twee onderstaande onderzoeken en vraagt om een reactie van de leerlingen. Is dit een goed onderzoek geweest?

Onderzoek 1

Een leerling doet net als jullie de vorige keer, onderzoek. Hij heeft twee vloeistoffen: water en sla-olie. Hij gooit beide vloeistoffen in een kan. Hij ziet dat de olie op het water drijft.

Zijn conclusie: alle vloeistoffen drijven op water.

-Mag je deze conclusie trekken?

-Klopt deze conclusie?

-Als zijn onderzoeksvraag was: drijven andere vloeistoffen op water wat had hij/zij dan beter als proef kunnen bedenken?

Onderzoek 2

Op een magneet legt de onderzoeker papier en strooit daarover ijzervijlsel. Het ijzervijlsel legt zich in een bepaald patroon. De onderzoeker concludeert dat er lijnen lopen van de noord- naar de zuidpool van de magneet.

-moet bij herhaling het patroon precies het zelfde zijn?

-mag je deze conclusie trekken

-hebben we te maken met een eerlijke proef?

-hoe kun je het onderzoeksproces verbeteren? (fotograferen?)

2. Werken in het werkboek.

De kinderen vinden in hun labboek diverse teksten, vragen en opdrachten die allemaal een goed eerlijk onderzoek betreffen. Maar is het een goed onderzoek? Is het een eerlijk onderzoek?

De leerlingen werken hieraan in tweetallen. Hierbij kunt U een goede lezer koppelen aan een zwakkere lezer.

De onderzoeken in het werkboek:

a. Onderzoeker 1 maakt twee sneden in een citroen. In de sneden legt hij koper en zink. Hij verbindt het zink en koper met draden aan een led-lampje.

Zijn conclusie: een citroen kan elektriciteit maken.

Onderzoeker 2 pakt de zelfde citroen, maar bij hem brandt het lampje niet.

Zijn conclusie: een citroen kan geen elektriciteit maken.

-wie heeft gelijk?

- waarom?
- mag je zo snel een conclusie trekken?
- welk voorstel voor verbetering van deze proef heb je?
- waar kunnen dingen fout gaan bij deze proef?

(In de reflectiefase wijst u erop dat je een conclusie pas kunt trekken als je de proef meerdere keren, tenminste drie keer hebt uitgevoerd.)

b. Een leerlinge onderzoekt de bloeddruk van leeftijdgenoten. Zij meet de bloeddruk bij zichzelf en bij een jongen van haar leeftijd. Ze rekent het gemiddelde uit en haar conclusie is dat de bloeddruk van haar leeftijdgenoten dat gemiddelde is.

Hoe kan deze leerlinge dit onderzoek verbeteren?

1. door alleen bij meisjes te meten.
2. door iemand anders de meting te laten doen.
3. door bij veel meer kinderen van de zelfde leeftijd de bloeddruk te meten.
4. door de leerlingen uit de klas te meten die veel aan sport doen.

(bron: Cito)

c. Ramon doet onderzoek naar de vraag welke papiersoort het meeste water in één minuut opneemt. Hij neemt daarvoor een blaadje uit een schrift, wc-papier en een kladblaadje. Hij gebruikt drie de zelfde potjes. Wat hoeft hij NIET te doen bij dit onderzoek?

1. de temperatuur van het water meten.
2. de stukjes papier even diep in het water hangen.
3. even grote stukken papier gebruiken.
4. evenveel water in de drie potjes gieten.

d. Een onderzoeker verbindt een dynamo met honderd windingen en daarna één met duizend windingen aan een windmolen om het verschil in elektriciteitsopbrengst te meten. Wat moet allemaal gelijk zijn om de proef eerlijk te laten verlopen?

e. In een bepaalde periode werd het voedsel van de kerkuil onderzocht. Dat bleek vooral uit veldmuizen te bestaan. Uit een later onderzoek, zo'n 25 jaar later, bleek dat de huisspitsmuis het belangrijkste voedsel was geworden. Hoe zijn de onderzoekers dat aan de weet gekomen?

1. door met nachtkijkers de kerkuil te volgen.
2. door de inhoud van braakballen te onderzoeken.
3. door in de herfst het aantal huisspitsmuizen te tellen.
4. door te onderzoeken wat huisspitsmuizen eten.

(Bron: Cito)

f. Je wilt onderzoek doen naar koude en warme mieren en hun bewegingssnelheid. De opdracht luidt: Zoek een mierenspoor en noteer hoe lang mieren doen over een afstand van 30 cm. Noteer ook de luchttemperatuur.

Wat heb je voor het onderzoek behalve mieren, een liniaal, papier en pen nodig?

1. een kompas en een stopwatch.
2. een kompas en een thermometer.
3. een stopwatch en een thermometer.
4. een kompas, stopwatch en thermometer.

(Bron: Cito)

g. Als je onderzoek doet naar de snelheid van warme mieren en van koude mieren; hoe zou jij je dat onderzoek opzetten?

h. Een onderzoeker laat een stukje metaal drijven (bierdopje) op water. Zijn conclusie: metaal drijft op water.

Schrijf op wat er fout is aan dit onderzoek en de conclusie.

i. Knip de diverse zinnen uit van het werkblad en plak ze op in wat volgens jou de juiste volgorde is.

De onderdelen passen bij het stappenplan van onderzoek doen:

Wat is je vraag/opdracht/probleem?

Kun je je vraag omzetten in een stelling?

Welke proef kun je bedenken bij deze stelling?

Stel je lijst met benodigdheden op.

Beschrijf de aanpak die je wilt gaan volgen

Spreek je verwachting uit

Noteer je resultaten

Herhaal je de proef?

Wat is op grond van het resultaat je conclusie?

Hoe ga je je onderzoek presenteren?

Dit zijn de onderdelen in het labboek (opgave i):

Vraag/opdracht/probleem

Opstellen van stelling

Opzet van proef

Lijst benodigdheden

Verwachting uitspreken

Resultaten-observeren

Conclusie

Presentatie (diverse vormen van verslaggeving)

3. REFLECTIEFASE

Bedoeling is vooral dat leerlingen op elkaars antwoorden reageren.

U dient steeds te benadrukken dat er één factor/onderdeel tegelijk onderzocht wordt en dat de proef herhaalbaar moet zijn.

LES 3 – de opbouw van een proef

- A. De leerkracht toont de cartoon (zie de betreffende bijlage)
- B. De kinderen bedenken een proef om hetgeen in de cartoon aan stellingen wordt gegeven eerlijk en goed te onderzoeken
- C. Reflectiefase – de leerlingen presenteren hun onderzoeken. Er wordt door leerkracht en leerlingen op de onderzoeken gereageerd.

Nodig:
-cartoon

Maak een keuze uit de cartoons:
-de sneeuwman
-de verschrompelde ballon
-de theepot

LESINHOUD

1. De leerkracht presenteert de cartoon. Dit kan via het digibord of via uitdelen van de afgedrukte cartoons. De leerkracht leest met de kinderen de teksten in de cartoon.
De vraag/opdracht: bedenk een proef om de stelling(en) uit de cartoon te onderzoeken.

U kunt de kinderen ook de drie cartoons aanbieden en ze zelf een keuze laten maken.

2. De kinderen gaan in tweetallen een goed proef bedenken om de stelling(en) te kunnen bewijzen.

3. De oplossingen van de leerlingen worden besproken. Laat vooral de leerlingen op elkaar reageren. De beschreven proefopbouw wordt opgehangen. De ene helft van de klas presenteert, de anderen lopen langs en geven commentaar. Na een bepaalde tijd worden de rollen omgedraaid.

Waarom moet een goed proef voldoen?

- het bevat een hypothese/stelling/duidelijke verwachting van waaruit gewerkt wordt
- bij een proef moet je één ding tegelijk meten
- van een goed uitgevoerde proef is het resultaat herhaalbaar
- de uitkomst is meetbaar
- de conclusie moet terugslaan op de stelling
- test de proef de stelling? is het tegendeel van de stelling bewezen? Kortom gebruik het tegendeel om de stelling te bewijzen.

LES 4 – de stelling

- A. De leerlingen wordt een vraag voorgelegd.
- B. De kinderen zetten de vraag om in een stelling.
- C. De kinderen bedenken een proefopstelling.
- D. De kinderen experimenteren.
- E. De kinderen trekken een conclusie
- F. Reflectie/presentatiefase – de conclusies worden besproken.

Fase A en B (stap 1 t.e.m. 3 – zie hierna) doet de leerkracht als inleiding met alle leerlingen. De eigenlijke uitvoering doen de leerlingen in groepjes.

De kinderen in groepjes van plm. vier leerlingen, voeren de opdrachten uit. Dit hoeft niet allemaal tegelijkertijd te gebeuren, u kunt ook kiezen voor een werkvorm waarin de leerlingen om beurten deze proef doen. De proef zou bijvoorbeeld op hun weektaak kunnen worden aangegeven.

Nodig:

- speelgoedauto's (zwaar/licht, sportwagen/vrachtwagen)
- karton van diverse lengtes
- boeken

Opdracht:

Maak met behulp van de boeken en het karton een helling.

Stap 1

Probleem/vraag: hoe kun je een auto met behulp van een helling zo ver mogelijk laten rijden?

Stap 2

Uitvoering in groepjes.

Welke mogelijkheden (variabelen) zijn er? De kinderen bedenken de diverse mogelijkheden bijvoorbeeld via een mindmap.

Teken of schrijf de zaken die van invloed zijn op de snelheid van de auto.

De antwoorden zullen zijn:

- Korte/lange helling
- Steile/minder steile helling
- Lichte/zware/auto
- Sportwagen/vrachtwagen (stroomlijn)
- Zet geven/geen zet geven

De leerkracht loopt met de leerlingen de diverse mogelijkheden bij langs.

Stap 3

Zet de vraag om in een concrete stelling (gebruik hier als leerkracht ook het woord hypothese).

Zorg er voor dat in die stelling een verwachting zit.

Bijvoorbeeld: Hoe steiler de helling hoe verder de auto rijdt.

De auto heeft de meeste vaart als (ja/nee)

Stap 4

Bedenk een opstelling die bij je stelling past. Bedenk één manier om het te testen. Het doel van de opstelling/proef is je stelling te bewijzen. Moet je je opstelling vergelijken met een andere?

Stap 5

Voer de proef meerdere keren uit en noteer de meetgegevens.

Stap 6

Wat is je conclusie?

Komt de conclusie overeen met de stelling/hypothese?

Als de stelling niet klopt ga dan terug naar stap 3.

Stap 7

Presenteer je onderzoek aan je klasgenoten.

Dit kan via spreekbeurt(je), videoverslag, grafiek, powerpoint, muurkrant.

De leerkracht bespreekt met de leerlingen de diverse uitkomsten. Hier valt steeds het woord hypothese voor stelling.

Was er sprake van een eerlijke proef?

Is de proef herhaalbaar gebleken?

Was de proef meetbaar?

LES 5 Eigen onderzoek

Hier gaan de kinderen zelf een onderzoeksvraag bedenken en vervolgens alle stadia van het onderzoeksproces volgen om deze vraag te kunnen beantwoorden.

Voorbeelden van dergelijke vragen kunnen zijn:

- wat transporteert geluid beter? Hout of lucht?
- wat geleidt elektriciteit?
- is er verschil bij zwart en wit m.b.t. de absorptie van warmte/licht?
- de aanwezigheid van lucht bewijzen

Bied de kinderen het stappenplan aan:

- Wat is je vraag/opdracht/probleem?
- Kun je je vraag omzetten in een stelling?
- Welke proef kun je bedenken bij deze stelling?
- Stel je lijst met benodigdheden op.
- Beschrijf de aanpak die je wilt gaan volgen
- Spreek je verwachting uit
- Noteer je resultaten
- Herhaal je de proef?
- Wat is op grond van het resultaat je conclusie?
- Hoe ga je je onderzoek presenteren?

LES 6 (wetenschappelijk denken)

Onderwerp: de kinderen onderzoeken wat de factoren voor het kiemen van bonen zijn.

De leerlingen bedenken zelf de stellingen, welk materiaal nodig is, welke proefopstellingen en de uitvoering.

Dit kan klassikaal aangeboden worden. Iedere leerling heeft een eigen potje om bonen te laten kiemen. Daarnaast worden extra potjes gebruikt om de diverse kiemfactoren te laten onderzoeken, waarbij steeds een groepje leerlingen verantwoordelijk is voor dat betreffende potje, het meten e.d.

Kiempotje:

Dit is een glazen pot. Een rol krantenpapier drukt tegen het glas door de proppen papier die in het glas gedruwd worden. Er worden bonen (op afstand van elkaar en zo ongeveer op middenhoogte) tussen de rol krantenpapier en het glas gedruwd (voorzichtig, want ze moeten halverwege het potje komen)..

1. Wat zouden volgens jou de kiemfactoren voor bonen kunnen zijn.

(licht, temperatuur, water, voedsel?)

2. Bedenk per factor een stelling en een proef om het vast te stellen.

(koelvak/vriesvak/boven kachel, buiten/in donkere kast/licht/geen water/wel water/voedsel/geen voedsel)

3. Wat en hoe ga je meten? Welk materiaal heb je nodig? Hoe ga je het registreren?

Registratiemogelijkheden:

-grafiek

-powerpointpresentatie

-muurkrant

-collage

4. Doe de proeven: observeer en meet.

5. Presentatie van de gegevens en het trekken van conclusies.

Waarom maakt bij het kiemen licht en donker niets uit? (boon zit gewoonlijk onder de grond)

Waarom maakt voedsel/niet voedsel niks uit? (de boon heeft zelf de voeding, de boon wordt helemaal leeg getrokken na het kiemen; dat is de voeding. Daarom eten we bonen; vanwege de voedingswaarden)

Bijlage

DE SLINGER VAN FOUCAULT

Er is door de eeuwen heen heel veel onderzocht door wetenschappers. Vaak deden ze dat om iets aan te tonen, iets te bewijzen. Zo ook Parijzenaar Léon Foucault die rond 1850 leefde. In zijn tijd vermoeden de mensen dat de aarde om zijn eigen as draaide, maar niemand had onderzocht en bewezen of dat wel echt het geval was.

Léon wilde bewijzen dat de aarde echt draaide. Toen hij er over nadacht hoe hij dat zou moeten gaan bewijzen moest hij denken aan een proefje dat hij al eerder had gedaan: een proefje met een slinger. Hij hing een gewicht aan een touw dat hij vast hield.

Hij liet het gewichtje heen en weer schommelen. Hij liep daarbij rond de slinger en zag dat de slinger steeds in de zelfde richting bleef slingeren.



Figuur 2: Een slinger



Figuur 1: Léon Foucault

Die kennis gebruikte hij om zijn experiment uit te voeren. Hij zocht een hoge ruimte op in Parijs en hing hier een hele lange slinger op en zorgde ervoor dat de slinger vlak boven de grond hing. Onder de slinger legde hij zand zodat de slinger elke keer een klein lijntje door het zand zou trekken. Hij vertelde de Parijzenaren dat als de aarde werkelijk zou draaien om de eigen as, dat het dan te zien zou moeten zijn aan de streepjes die de slinger door het zand zou gaan trekken.

Toen de mensen lange tijd stonden te wachten bleek al snel dat de lijnen die de slinger trok steeds een beetje verdraaiden. Na 24 uur bleek dat de slinger weer in het zelfde patroon heen en weer slingerde. Daarmee had hij bewezen dat de aarde draaide.