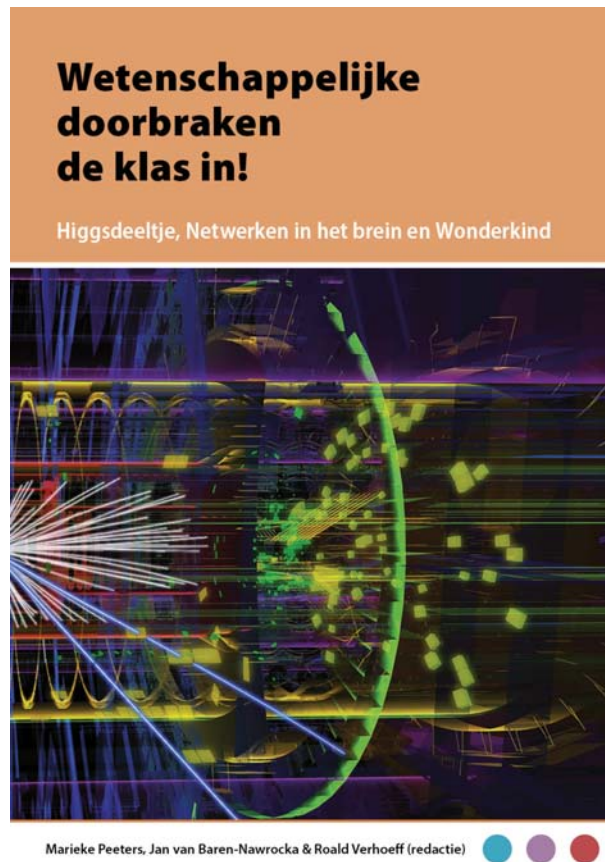


Wetenschappelijke doorbraken de klas in!

Higgsdeeltje, Netwerken in het brein en Wonderkind

Marieke Peeters, Jan van Baren-Nawrocka & Roald Verhoeff

Hoofdstuk 5: Het wonderkind David Gorlaeus



Colofon

Redactie: dr. Marieke Peeters, drs. Jan van Baren-Nawrocka & dr. Roald Verhoeff

Opmaak: Ferdie Westen, Groesbeek

Druk en afwerking: Drukkerij Efficiënt Nijmegen

Cover afbeelding: Botsing Higgsdeeltje in ATLAS detector © 2014 CERN

Eerste druk, mei 2015

ISBN: 978-90-818461-3-4

NUR-code: 190

Wilt u een exemplaar bestellen?

Ga naar: www.wkru.nl/boek

Uitgave:

Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen

Heyendaalseweg 135 – postvak 77

Postbus 9010,

6500 GL Nijmegen

Nederland

E-mail: infowkru@ru.nl

Telefoon: 024 366 72 22

Internet: www.wkru.nl



© 2015 Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen

Dit werk is gelicenseerd onder de licentie Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal.

Ga naar <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.nl> om een kopie van de licentie te kunnen lezen.

Voor afbeeldingen gelden andere licentievoorwaarden; zie foto- en illustratieverantwoording achterin dit boek (p. 178).

Hoofdstuk 5: Het wonderkind David Gorlaeus

Dit hoofdstuk gaat over het onderzoeksthema 'Wonderkind'. Het hoofdstuk bestaat uit twee delen. Paragraaf 5.1 gaat inhoudelijk in op het leven van wonderkind David Gorlaeus, op de manier waarop onderzoekers dit hebben onderzocht en op de vraag waar je meer informatie over het wonderkind kunt vinden. Deze paragraaf dient als inhoudelijke voorbereiding voor leraren die met dit thema aan de slag gaan. Paragraaf 5.2 beschrijft aan de hand van de zeven stappen van het onderzoekend leren hoe het onderwerp op drie niveaus in de klas kan worden uitgevoerd. Hierbij vormt hoofdstuk 2, waarin de algemene leidraad van de zeven stappen is beschreven, de basis. Van daaruit wordt verwezen naar de verschillende inhoudelijke hoofdstukken. We raden dan ook aan om hoofdstuk 2 als uitgangspunt te nemen bij het uitvoeren van een project in de klas.

5.1 Het wonderkind David Gorlaeus

Christoph Lüthy (hoogleraar geschiedenis van wetenschap en filosofie, Radboud Universiteit Nijmegen), Bas Leijssenaar (historicus, filosoof en uitgever bij Wilde Raven) en Judith Martens (psycholoog, filosoof en promovendus, Ruhr-Universität Bochum).

Inleiding

Je hoort volwassenen regelmatig klagen over de jeugd: jongeren praten maar wat, ze zijn druk, ongecoördineerd en hebben er geen idee van hoe de 'echte wereld' in elkaar zit. Maar wat nu als deze klachten onterecht blijken te zijn? Wat nu als jongeren juist een bijzondere denkkraft bezitten? Wat nu als zij, ook al hebben ze nog niet zoveel kennis, toch in staat zijn om tot verrassende en vernieuwende inzichten te komen? Jongeren zelf weten het wel: zij willen dat hun fantastische nieuwe ideeën serieus genomen worden. In dit project onderzoekend leren wordt onderzoek gedaan naar de invloed van leeftijd, ervaring en context op het denken.

Het leven van David van Goorle in vogelvlucht

Wie David van Goorle (1591-1612) was, is slechts bij weinig mensen bekend. David van Goorle werd geboren in Utrecht in 1591 en overleed in 1612. Hij bezocht de dorpsschool in het Friese dorp Cornjum (in het Fries: Koarnjum), waar zijn ouders in 1594 naartoe verhuisden. Daarna ging hij naar de Latijnse school in Leeuwarden en in 1606 ging hij studeren aan de Universiteit van Franeker, die toen hoog aangeschreven stond. In 1611 begon hij met de studie theologie aan de Universiteit in Leiden, maar al op 27 april 1612 overleed hij, op eenentwintigjarige leeftijd aan malaria. 'Gorlaeus' werd begraven in Cornjum.

In 1620 werd er een boek gepubliceerd van zijn hand. Dit boek bevat niet alleen een overzicht van de gehele theoretische filosofie, van Goorle haalt bovendien allerlei dogma's (een idee dat in een bepaalde context als waarheid wordt beschouwd) uit de aristotelische filosofie onderuit. Deze vorm van filosofie was in die tijd dominant. Het boek werd dan ook als vernieuwend en zelfs schokkend ervaren. Zo'n belangrijk boek moest wel door een groot en vooral ervaren (lees: oud) wetenschapper zijn geschreven. De recente ontdekking dat zijn auteur, David van Goorle, een jong overleden theologiestudent uit Leiden was, is dan ook zeer verrassend!

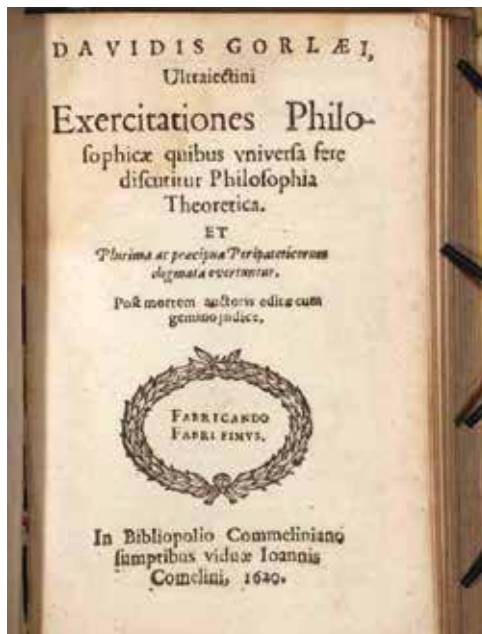


Het graf van David van Goorle in het kerkje van Cornjum.

Onderzoek naar een filosofisch wonderkind

De wetenschappelijke doorbraak die aan dit project onderzoekend leren ten grondslag ligt, is de ontdekkingstocht naar de denkwereld van een jongeman van nog geen twintig jaar oud, die in zijn tijd de wereld op zijn kop zette. Deze jongeman, David van Goorle of Gorlaeus, de Latijnse naam waaronder hij bekend werd, speelde een belangrijke rol in de ontwikkeling van de wetenschap en de filosofie in de vroegmoderne tijd, grofweg de periode 1600-1800.

David van Goorle is om minstens drie redenen interessant. Allereerst schreef hij twee indrukwekkende manuscripten vóór hij op zijn 21^e overleed. We kunnen hem gerust een wonderkind noemen, en dat is bijzonder. Want wonderkinderen vinden we meestal niet in de filosofie, maar in de sport of in de muziek. Ten tweede waren Davids wetenschappelijke en filosofische ideeën hun tijd vooruit. David was niet alleen jong en intelligent, maar ook nog vernieuwend. Ten derde is David interessant omdat zijn opvattingen een sterke invloed hebben uitgeoefend op de ontwikkeling van de filosofie en wetenschap in Nederland, en zelfs op een befaamd filosoof als René Descartes.

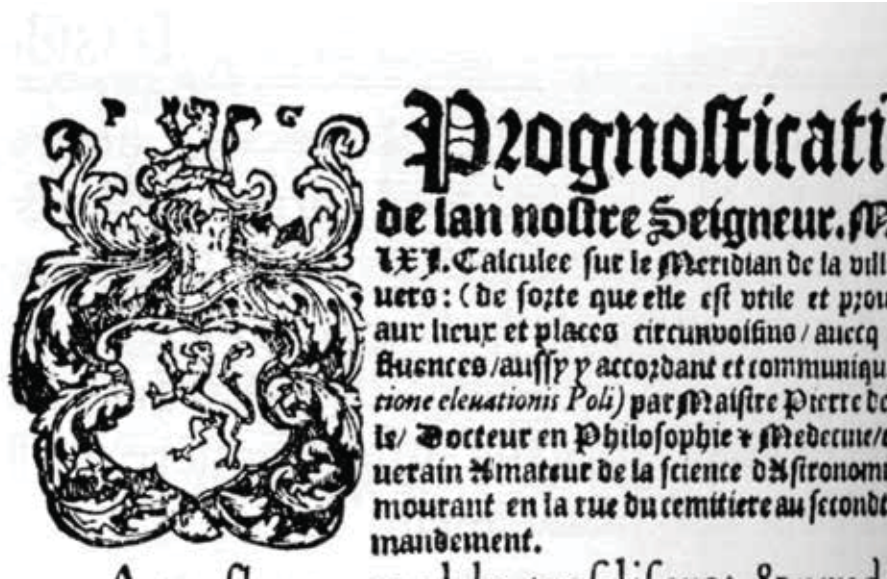


Titelblad van het eerste boek van David van Goorle. Je kunt dit boek digitaal doorbladeren op www.trezoar.nl (zie bronnen voor details).

Van Goorle werd vooral geprezen omdat hij een van de eerste voorstanders was van atomistische verklaringen van natuurverschijnselen. Die verklaringen gaan ervan uit dat alles bestaat uit hele kleine deeltjes en dat de manier waarop die deeltjes met elkaar samenhangen en op elkaar inwerken van groot belang is om de wereld te kunnen begrijpen. In het boek *David Gorlaeus (1591-1612). An Enigmatic Figure in the History of Philosophy and Science* (Amsterdam University Press, 2012) heeft professor Christoph Lüthy het tot dan toe onbekende levensverhaal van David van Goorle gereconstrueerd. Dat deed hij onder meer door de verbanden tussen David van Goorle en de religieuze, intellectuele, culturele en politieke omgevingen waarin hij zich begaf in kaart te brengen. Daarvoor dook Lüthy oude archieven en grote bibliotheken in om daar manuscripten, bibliografieën, briefwisselingen, aantekeningen, geboorteregisters en nog vele andere oude documenten te raadplegen. Ook las hij de manuscripten die Gorlaeus en zijn tijdgenoten schreven. Daarin zocht hij naar aanwijzingen waaruit bleek dat de verschillende auteurs op elkaar reageerden. In die tijd hadden

Het wonderkind David Gorlaeus

wetenschappers namelijk de vervelende gewoonte om andere wetenschappers van wie ze de ideeën bespraken niet bij naam te noemen. Door deze reis langs oude documenten en manuscripten probeert Lüthy te verklaren hoe het kon dat de tiener Van Goorle behoefte voelde om de filosofie en wetenschap van zijn tijd door een nieuw model te vervangen en hoe hij daartoe in staat was.



Een document dat Christoph Lüthy voor zijn onderzoek heeft gebruikt.

Veranderende wereldbeelden

Het onderzoek naar David van Goorle was onderdeel van een omvangrijk onderzoeksproject dat wordt uitgevoerd aan de Radboud Universiteit. Dit project onderzoekt hoe en waarom in de zestiende en zeventiende eeuw de oude scholastieke natuurverklaringen die al honderden jaren lang aan alle Europese universiteiten werden onderwezen en die het wereldbeeld van die tijd vormgaven, werden vervangen door nieuwe verklaringsmodellen, met name atomistische, mechanistische en wiskundige modellen. In de scholastiek speelde de metafysica (wat de natuur overstijgt) een belangrijke rol en er werd sterk geleund op gezaghebbende teksten van grote religieuze en filosofische denkers, vooral denkers die eeuwen daarvoor hadden geleefd; Aristoteles was van hen de meest gezaghebbende. Dat bood weinig ruimte voor radicaal nieuwe opvattingen. Tijdens de scholastiek probeerde men via inzicht in de wereld, het fysieke, inzicht te krijgen in wat men nog veel belangrijker vond, het goddelijke. Op basis daarvan probeerde men vervolgens iets te kunnen zeggen over de wereld, enzovoort. Scholastieke filosofen probeerden de werkelijkheid te verklaren via de methode van de *dialectiek* zoals ze die in het werk van Aristoteles vonden. Het woord 'dialectiek' is etymologisch verwant aan het woord 'converseren'. Dialectische filosofie wordt dan ook vaak opgeschreven in de vorm van een gesprek waarin tegenstellingen tegen elkaar worden afgewogen om uiteindelijk tot nieuwe waarheden te komen.

Langzaamaan bleek het filosofische systeem van Aristoteles echter steeds minder betrouwbaar. De wereld was groter dan de Grieken hadden beseft: er lagen hele continenten aan de andere kant van de oceaan. De aarde vormde niet het midden van de kosmos, maar was een planeet die om de zon

heen draaide. Een vacuüm kon in een instrument worden gefabriceerd en de nieuw ontwikkelde optische instrumenten – telescoop en microscoop – lieten zien dat er achter de normaal waarneembare werkelijkheid een andere realiteit schuilde, waarover de Griekse filosofie niets te vertellen had.

David van Goorle - een wonderkind?

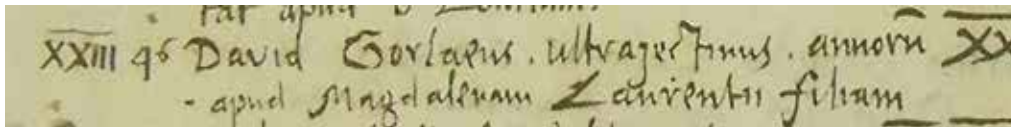
Tijdens de Tachtigjarige Oorlog (1568-1648), toen Nederland voor zijn onafhankelijkheid vocht tegen het machtige Spaanse rijk, werd in 1591 in Utrecht een zeer getalenteerde jongeman geboren: David van Goorle. Zijn ouders trokken in 1594 naar het Friese dorpje Cornjum. David bezocht daar de basisschool en hij ging in Leeuwarden naar de Latijnse school. De jongeman stond al op jonge leeftijd wantrouwend tegenover alles zijn leermeesters, zijn docenten op school en later op de universiteit maar ook de mensen van de kerk, hem voorhielden. David, die van grote intellectuele talenten bleek gaf, ging al op zijn vijftiende naar die universiteit in Franeker, die hoog aangeschreven stond. Daar ontmoette hij vernieuwende filosofen als Henricus de Veno (1573 - 1614), bij wie hij colleges volgde.



Portret van Henricus de Veno.

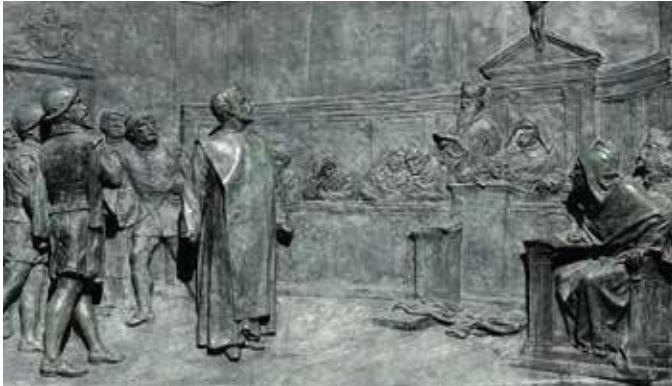
De Veno leerde David misschien iets over het denken van Giordano Bruno, een speculatieve geest, die in 1600 door de kerk op de brandstapel was gezet en met wie De Veno een tijdje in de gevangenis van de Inquisitie te Rome had gezeten. Bruno had zich zeer kritisch uitgelaten over het heersende wereldbeeld en het gedachtegoed van de kerk. Het is voorstelbaar dat David van Goorle zich via de Veno door dit spannende gedachtegoed heeft laten inspireren. In zijn eigen werken bekritiseerde hij eveneens de bestaande denkkaders. Daarin onderscheidde hij zich van de scholastieke traditie, die juist sterk leunde op enkele gezaghebbende teksten van vrijwel onomstreden auteurs. Van Goorle betoogde dat alles in de wereld uit atomen bestaat. Weliswaar hadden enkele oude Griekse denkers, zoals Leucippus en Democritus, datzelfde 2000 jaar eerder ook al beweerd, maar zij waren

weggehoond en tot in de tijd van David van Goorle werd hun gedachtegoed bestreden. In onze huidige tijd zijn we allemaal bekend met atomen, het is ook in dit boek een belangrijk onderwerp in het hoofdstuk over het Higgsdeeltje. Toch is het niet gek dat filosofen en wetenschappers lange tijd dachten dat atomen maar vreemde dingen waren. Want een atoom zou, aldus voorstanders van het *atomisme*, iets zijn dat *uitgebreid* is, dat wil zeggen dat het ruimtelijke afmetingen heeft, maar tegelijkertijd *ondeelbaar* zijn, wat betekent dat het niet kan worden opgesplitst in nog kleinere deeltjes. Maar dat is gek! Want hoe kan iets dat een afmeting heeft, een rijstkorrel bijvoorbeeld, nu niet deelbaar zijn? Een rijstkorrel kun je immers doormidden snijden. Waarom zou dat met een atoom niet kunnen?



Het bewijs dat David van Goorle zich heeft ingeschreven aan de universiteit van Franeker.

Het wonderkind David Gorlaeus



*Reliëf van de rechtszaak
tegen Giordano Bruno.*

Tijdens zijn studie aan de universiteit van Franeker ontstond daar een flink oproer, dat bekend is geworden als het *Sociniaanse schandaal*. In 1610 publiceerde een groepje anonieme studenten een geschrift waarin zij allerlei kerkelijke dogma's aan de kaak stelden. Ook een van de allerbelangrijkste kerkelijke leerstellingen, die van de heilige drie-eenheid, trokken zij in twijfel. Ze beweerden ook dat Jezus maar een gewoon mens was geweest en dat de kerkelijke sacramenten verzinsels waren. Dergelijke ideeën lagen in die tijd behoorlijk gevoelig. Het geschrift was uitgegeven door medestudenten van David. We kunnen dus wel zeggen dat David dicht bij het vuur zat en allerlei spannende intellectuele en maatschappelijke ontwikkelingen aan zich voorbij zag trekken.

De invloed van David van Goorle

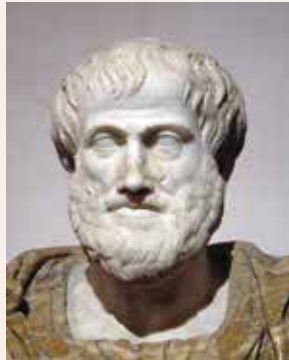
Het werk van David van Goorle beïnvloedde later vermaarde rationalistische filosofen zoals René Descartes, die vele Nederlandse vrienden had die hem in contact brachten met het gedachtegoed van Gorlaeus. Descartes is bekend geworden door zijn befaamde twijfelexperiment, waarmee hij aantoonde dat je aan alles kunt twijfelen, behalve aan het feit *dát* je twijfelt, en dus dat je *denkt*. Kortom: de enige absolute zekerheid vinden we in het gebruik van het intellect. Ook was Descartes een van de denkers die de mechanisering van het wereldbeeld in gang zette. Hij was een van de eersten die ontdekte dat de natuur vol zit met wetmatigheden. Descartes legde daarmee de grondslagen van de moderne wetenschap.



*Geocentrisch wereldbeeld: het
wereldbeeld van de kerk waar
Bruno zich tegen verzette.*

Het aristotelisme

Het aristotelisme, ofwel de aristotelische filosofie, was van de oudheid, de tijd van de Grieken en Romeinen, tot het einde van de middeleeuwen de dominante filosofische traditie. Het wereldbeeld en de kenniskaders werden in die periode gevormd door de aristotelische filosofie. Het aristotelisme omvatte vrijwel alle disciplines: de fysica, de scheikunde, de astronomie, de meteorologie, de psychologie, de economie, de politicologie en natuurlijk de ethiek. De invloed van Aristoteles was zo groot dat middeleeuwse filosofen en wetenschappers vooral bezig waren met exegese (studie) van zijn teksten en slechts mondjesmaat met experimenten en onderzoek.



Een beeld van Aristoteles.



Portret van Democritus, grondlegger van het aristotelisme.

Eén van de belangrijkste aspecten van het aristotelisme is het idee dat de werkelijkheid uit méér dan alleen fysieke onderdelen bestaat. Als we van iets weten uit welke stukjes het is opgebouwd, dan weten we er nog steeds niet alles over. Behalve de *materie* bestond er volgens Aristoteles ook nog zoiets als de *vorm*. Die vorm zou *immanent* – intern – zijn aan de materie. In een blok hout, bestaande uit fysieke onderdelen, zou dus ook een *vorm* zitten. Dit concept is voor ons tegenwoordig moeilijk te begrijpen, maar Aristoteles had het nodig om te kunnen verklaren waarom alle materie niet eenvormig was, maar juist allerlei verschillende gedaantes aannam.

Vanaf ongeveer 1550 ontstond er steeds meer ontevredenheid over het aristotelisme. Er werden steeds meer ontdekkingen gedaan die niet pasten in het wereldbeeld van die tijd. Een van de belangrijkste punten waarover onvrede ontstond was het atomisme. De aristotelische filosofie was streng tegen het idee van uitgebreide ('ruimtelijke'), maar toch ondeelbare atomen. Aristoteles was van mening dat iets, hoe klein het ook was, altijd weer door midden gesneden kon worden, tot in het oneindige. Al in de oudheid waren er denkers die juist stelden dat er zoiets bestond als een kleinste deeltje: het atoom. Deze gedachte werd niet erg populair. In de tijd van David van Goorle werd het aristotelische dogma over atomen – 'atoom' zou een contradictoir begrip zijn – sterk op de proef gesteld. David van Goorle en vele andere denkers raakten er steeds sterker van overtuigd dat er atomen moesten bestaan. Aristoteles' bewering dat onze waarneming overeenkomt met de werkelijkheid leek onjuist: telescopen en microscopen lieten immers zien dat de werkelijkheid veel complexer was dan wat we normaliter waarnemen. De klassieke theorie van de oerelementen leek eveneens onbetrouwbaar: de alchemie had immers andere materiële beginselen ontdekt. En ook Aristoteles' kosmologie – zijn beeld van aarde, hemel, maan en zon – leek onjuist. Maar als Aristoteles het in ander opzicht verkeerd had, waarom dan niet ook met betrekking tot de materie en de laatste, ondeelbare materiedeeltjes?

Het wonderkind David Gorlaeus

Het meest opvallend aan David van Goorle – of Gorlaeus, de Latijnse naam waaronder hij bekend werd – is dat, ondanks dat hij al op 21-jarige leeftijd stierf, er na zijn dood twee boekmanuscripten van zijn hand werden gevonden: een dun en een heel dik boek. Omdat Gorlaeus' vader een paar maanden na zijn zoon eveneens aan malaria overleed, werd in eerste instantie niets met deze manuscripten gedaan. Pas acht jaar na Gorlaeus' dood, in 1620, werd echter het meest omvangrijke boek gepubliceerd. Maar uiteraard wist geen van de lezers wie de auteur was. Onze jonge theologie-student was immers geen tijd vergund om in zijn korte leven bekendheid te verwerven. Zijn eerste publicatie kreeg echter al snel bekendheid in wetenschappelijke kringen, zowel in Nederland als daarbuiten, en de inhoud van het boek beïnvloedde veel geleerden. Men dacht toen dat Gorlaeus een scheikundige was of in elk geval een ervaren wetenschapper of filosoof. Dit verklaart ook waarom het Scheikundelaboratorium in Leiden 'Gorlaeus Laboratory' heet. De ontdekking dat hij een tiener en student theologie was toen hij zijn werken schreef, was daarom een grote verrassing.



Portret van de vader van David van Goorle.

Het onderzoek van Christoph Lüthy laat zien door welke personen David van Goorle is opgeleid, welke boeken hij las en hoe hij tot zijn ideeën kon komen. In het onderzoek kom je bekende en onbekende filosofen, theologen en ketters, wetenschappers en strenge dominees tegen. Deze invloeden verklaren echter niet hoe Gorlaeus tot zijn explosieve gedachtegoed is gekomen – daarvoor was ook nog een intellectuele ambitie en een groot speculatief talent nodig, samengevat in de titel 'wonderkind'. Het onderzoek van Lüthy leidt tot bijzondere inzichten. Het werk van David van Goorle lijkt natuurwetenschappelijk: het gaat voor een groot deel over atomen en over de vraag hoe de wereld opgebouwd is uit materie. Maar van Goorle was geen natuurwetenschapper, hij was een theologiestudent. Zijn werk stond in het licht van een fel theologisch dispuut over onder andere

predestinatie, de leer die stelt dat alle personen en dingen vanaf het moment van hun schepping voorbestemd zijn tot een bepaald doel, en over de vraag of mensen een ziel hebben waar ze zelf verantwoordelijk voor zijn.

Een 'beter' begrip van de wereld

Duidelijk is dat David van Goorle zelf sterke gedachten had over alles wat hij om zich heen zag. Hij was het met heel veel dingen niet eens en dacht dat hij zelf een beter begrip van de wereld kon ontwikkelen. Een 'beter' begrip van de wereld zou niet gebaseerd moeten zijn op wat gezaghebbende auteurs of een religie ons vertellen, maar op wat we zelf, met waarneming en verstand en wetenschappelijke methoden kunnen onderbouwen. Het lijkt erop dat hij in zijn filosofische werk heeft geprobeerd om de problemen van zijn tijd in een nieuw denkkader te plaatsen en zo op te lossen. Hij stierf echter op heel jonge leeftijd, waardoor we nooit precies zullen weten wat zijn beweegredenen zijn geweest. Toen David 20 jaar was, ging hij naar Leiden om theologie te gaan studeren. Enkele maanden later liep hij malaria op en op 27 april 1612 overleed hij.

- Christoph Lüthy heeft tijdens de WKRU Winterschool in 2014 een lezing gegeven over zijn onderzoek naar het leven van David van Goorle. Deze lezing is te vinden op de website www.wetenschapdeklasin.nl.



Prof. dr. Christoph Lüthy

Christoph Lüthy, Zwitser van geboorte, is historicus en filosoof en doet onderzoek naar veranderende wereldbeelden. De vraag hoe het kan dat de manier waarop mensen de wereld waarnemen en indelen kan omslaan, houdt hem al jaren bezig. In zijn proefschrift onderzocht Lüthy de denkbeelden over materie van denkers uit de 17^e eeuw. Die denkers bleken een ongelofelijke diversiteit aan opvattingen te hebben over het bestaan van kleine deeltjes ('atomen'). Lüthy kwam David Gorlaeus al eens eerder tegen in onderzoek naar de 17^e eeuw en raakte door hem geboeid. Er bleek maar weinig bekend over het leven van Gorlaeus en zijn ideeën waren tussen die van zijn tijdgenoten moeilijk te plaatsen. Dat Gorlaeus zijn vernieuwende werken bovendien schreef nog vóór zijn 20^e, fascineerde Lüthy mateloos. Het riep bij hem vragen op over mogelijke verschillen in denkracht tussen jongeren en volwassenen. Wonderkinderen komen we wel eens tegen in de sport of in de muziek, maar in de systematische filosofie eigenlijk nooit. Deze vragen pasten echter niet in het onderzoek dat Lüthy toen verrichte, waardoor hij ze voorlopig onbeantwoord moest laten.



Na het afronden van zijn proefschrift onderzocht Christoph Lüthy verschillende onderwerpen uit de geschiedenis van de filosofie en de natuurwetenschappen. Tegenwoordig werkt hij als hoogleraar geschiedenis van de filosofie en wetenschappen aan de Radboud Universiteit, maar houdt zich naast deze historische thematiek ook bezig met meer hedendaagse onderwerpen. Zo bestudeert hij de invloed die de evolutietheorie heeft op het menselijk denken en onderzoekt hij veranderingen in de manier waarop de mens zelf wordt geconceptualiseerd (onze opvattingen over wat een mens is) in alsmaar veranderende natuurlijke en artificiële werelden. Daarnaast houdt hij zich bezig met veranderingen in opvattingen over de verantwoordelijkheid van de wetenschap en van wetenschappers. Toen Lüthy enkele jaren na het afronden van zijn proefschrift naar Nederland verhuisde, kon hij het eenvoudigweg niet laten om zich volledig in David Gorlaeus te gaan verdiepen. Toen werd besloten dat in 2012 een academisch evenement zou worden georganiseerd ter ere van het 400^e sterfjaar van Gorlaeus bleek er geen goede monografie (een wetenschappelijk boek waarin één onderwerp wordt onderzocht) over David Gorlaeus te bestaan. Dat maakte het haast onmogelijk om een breed publiek te overtuigen van het belang van Gorlaeus, die, aldus Lüthy, wanneer hij langer had geleefd wel eens net zo bekend had kunnen worden als Spinoza. Daarom besloot Lüthy dan zelf dat boek maar te schrijven. Hij gaf het werk de titel *David Gorlaeus (1591 – 1612). An Enigmatic Figure in the History of Philosophy and Science* en hij won er uiteindelijk de Radboud Science Award mee.

‘Wonderkind David Gorlaeus leefde in hysterische tijd’

Datum bericht: 24 april 2012

Op vrijdag 27 april is het vierhonderd jaar geleden dat David Gorlaeus (1591-1612) op 21-jarige leeftijd stierf. Deze student theologie en ‘eerste Nederlandse atomist’ liet een klein maar invloedrijk oeuvre na. Christoph Lüthy, hoogleraar Geschiedenis van wetenschap en filosofie aan de Radboud Universiteit, schreef een boek over het wonderkind Gorlaeus.

Lüthy presenteert zijn boek aanstaande vrijdag tijdens een congres over David Gorlaeus dat op een bijzondere plek wordt gehouden: het hervormde kerkje van Koarnjum, in Friesland. Daar ligt de held van de dag begraven. Onder een glasplaat, midden in de kerk. ‘De congresgangers zitten om hem heen’, zegt Lüthy.

Gorlaeus’ belang is groot geweest. ‘Op zichzelf is het al een prestatie dat een 21-jarige student theologie zo’n synthese kan schrijven als hij gedaan heeft, waarin hij fysica en metafysica bijeenbrengt. Bovendien is zijn werk erg invloedrijk geweest: vele belangrijke denkers in de filosofie en natuurwetenschap van de zeventiende eeuw, zoals Descartes en Regius in Nederland of Mersenne in Frankrijk, hebben Gorlaeus gelezen.’

Nederlands eerste atomist

David Gorlaeus schreef slechts twee boeken, waarvan het ene (*Idea physicae*) een samenvatting is van het andere (*Exercitationes philosophicae*). Daarin betoogt hij, kort gezegd, dat alles in de wereld uit atomen bestaat. De Grieken hadden dat eeuwen eerder al beweerd, maar vervolgens werd die opvatting tot de zeventiende eeuw bestreden. Rond de tijd dat Gorlaeus zijn hoofdwerk schreef, was het atomisme weer op aan het komen in Europa. De jonge Fries was Nederlands eerste atomist.

Angstaanjagend

Wat weinig mensen weten of begrijpen, aldus Lüthy, is dat Gorlaeus’ ideeën niet het product zijn van een ijverige natuurwetenschapper, maar van een student theologie. En dat ze deel uitmaken van een fel theologisch dispuut over onder meer predestinatie. ‘Het gaat erom of mensen een vrije wil en een ziel hebben waar ze zelf verantwoordelijkheid voor dragen, of niet. Het atomisme gaf de gelegenheid om God en de ziel in ruimte en tijd uit elkaar te trekken. Voor veel gelovigen was dat een angstaanjagende en zwaar zondige gedachte.’

Hysterische tijd

Een van de redenen waarom de geboren Zwitser Lüthy, die sinds 1997 in Nederland woont, met veel plezier zijn boek over Gorlaeus heeft geschreven, is dat diens werk hem veel vertelde over ‘die hysterische tijd begin zeventiende eeuw toen Nederland probeerde onafhankelijk te worden, nog in strijd verkeerde met de Spanjaarden en de allerkleinste afwijkingen van de theologische leer aanleiding gaven tot pamfletten, boekverbrandingen, beroepsverboden enzovoort. Een totaal fanatieke en intolerante periode, waar veel Nederlanders weinig meer van weten en misschien liever niet aan herinnerd worden.’

Door Anja van Kessel

Bron: www.ru.nl/@848493/wonderkind/

Hoe gebruik je het verhaal van David van Goorle in de klas?

Om het complexe thema 'wonderkind' hanteerbaar te maken in het basisonderwijs is er in overleg met leraren van basisschool De Muze voor gekozen om specifiek te onderzoeken hoe kennis, ervaring en denken met elkaar samenhangen. De 'ingang' daarbij is het levensverhaal van David van Goorle. De vragen die in de klas centraal zullen staan, zijn dan ook: is het denken van jonge mensen anders dan dat van volwassenen en hoe kan het dat sommige mensen héél anders denken dan andere mensen? Soms zet iemand de wereld op zijn kop met zijn denkbeelden. Hoe kan het dat juist die persoon op die plek en in die tijd bijzondere inzichten naar voren bracht en zijn buurman of iemand die aan de andere kant van de wereld woont niet? Geldt de regel 'hoe meer kennis, hoe beter je kunt denken', of is kennis alleen maar vervelende ballast? In paragraaf 5.2 'Wonderkind de klas in!': De wereld op zijn kop' zijn activiteiten uitgewerkt waarmee deze vragen onderzocht kunnen worden.

Filosofisch onderzoek

Op de universiteit doen filosofen twee soorten onderzoek: ze doen *systematisch en praktisch* onderzoek en ze doen *historisch* onderzoek.

Filosofisch onderzoek draait voor een heel groot deel om literatuur. Filosofen werken vooral met boeken en artikelen, niet met apparatuur en experimenten. Een filosoof komt vaak op een van de volgende twee manieren tot een vraag die hij wil onderzoeken. De eerste manier is: hij ziet in de wereld om zich heen iets waarmee hij het niet eens is. Dat kan iets politieks zijn, bijvoorbeeld het feit dat er rijke mensen en arme mensen zijn. Maar het kan ook iets anders zijn, bijvoorbeeld dat hij iemand hoort vertellen dat de aarde rond de zon draait en niet andersom, dat de zon rond de aarde draait. Of, een ander voorbeeld, hij hoort iemand vertellen dat er wel een allerkleinste deeltje *moet* bestaan en dat dit allerkleinste deeltje *niet doormidden gehakt* kan worden. In het eerste geval, het feit dat er rijke mensen en arme mensen zijn, kan hij zich bijvoorbeeld afvragen of het wel *rechtvaardig* is dat er mensen zijn met veel geld en mensen met weinig geld. Dat is een vraag die direct van belang is voor de maatschappij waarin we leven. In het tweede geval, als het gaat om de bewering dat de aarde om de zon draait, kan hij zich afvragen of die bewering wel logisch consistent is; dat wil zeggen dat hij zich afvraagt of de veronderstellingen die in het argument gebruikt worden (met een technische term: de premissen) elkaar niet tegenspreken en of de conclusie van het argument er uit volgt. Maar is de vraag eigenlijk wel een filosofische vraag? Is het niet gewoon een natuurwetenschappelijke vraag? We kunnen immers waarnemen of de zon om de aarde draait of juist de aarde om de zon. Twee dingen zijn hierbij van belang. Ten eerste waren de filosofie en de natuurwetenschap tot de tijd van Newton (rond het jaar 1700) identiek: wat we nu natuurwetenschap noemen, werd toen natuurfilosofie genoemd. Daarnaast heeft het antwoord op een vraag als 'draait de aarde om de zon of de zon om de aarde?' ook grote gevolgen voor het wereldbeeld van mensen. Tegenwoordig zitten we met vergelijkbare vragen op het raakvlak tussen wetenschap en filosofie, denk bijvoorbeeld aan de vraag naar het ontstaan van het universum. Natuurwetenschappers proberen daarover met metingen en waarnemingen een theorie te ontwikkelen, bijvoorbeeld die van de oerknal. Filosofen stellen misschien juist een andere vraag, namelijk of er wel een begin van het universum *moet* zijn. Ze proberen die vraag dan met logische argumenten te beantwoorden. Zo zou een filosoof kunnen zeggen: het zoeken naar een eerste begin lijkt heel normaal, maar is het dat wel? Als we er vanuit gaan dat elke gebeurtenis door een andere is veroorzaakt (een bal die rolt *moet* door iemand zijn gegooid of geschopt), dan kunnen we inderdaad zoeken naar de gebeurtenis die het heelal heeft geschapen, naar de eerste van alle gebeurtenissen, en die noemen we dan de oerknal. Maar hoe zit het dan met die eerste gebeurtenis? Moet die niet noodzakelijkerwijs óók door

iets zijn veroorzaakt? Kortom: een filosoof zou kunnen beargumenteren dat de zoektocht naar de eerste gebeurtenis logischerwijs nooit voltooid kan worden.

Het tweede soort vragen dat we hier hebben besproken (de aarde en de zon, het eerste begin, het kleinste deeltje) lijkt niet direct van belang voor ons dagelijks leven. Het maakt voor ons dagelijks leven immers niet zo veel uit of de zon om de aarde draait of de aarde om de zon: wij zien haar toch gewoon iedere dag opkomen en ondergaan. Toch kunnen de gevolgen groot zijn. Er zijn mensen op de brandstapel gezet omdat ze het niet met de gangbare opvattingen hierover eens waren. De hele wereld stond op zijn kop toen ontdekt werd dat niet de aarde, maar de zon het middelpunt van ons zonnestelsel was.

Beide soorten vragen kunnen filosofen ook op een historische manier aanpakken. Ze kijken dan bijvoorbeeld hoe er in een eerdere periode over rechtvaardigheid werd gedacht. Ze kijken hoe het begrip zich heeft ontwikkeld of hoe andere begrippen ermee samenhangen. Zo leren we beter begrijpen hoe mensen in een bepaalde periode dachten en snappen we waarom gebruiken die voor ons heel gek zijn voor onze voorouders doodnormaal waren. Ook leren we onszelf en onze tijd beter begrijpen als we inzien waar onze ideeën eigenlijk vandaan komen en hoe ze door de tijd veranderd zijn.

De onderzoeksgroep van Christoph Lüthy onderzoekt botsende wereldbeelden; het verschil tussen de ideeën in de filosofie, de theologie en de wetenschap. Hoe hangen deze wereldbeelden samen en waar zijn ze in strijd met elkaar? Ze kijken daarbij naar de verschillende wereldbeelden in het verleden en naar de wereldbeelden die nu dominant zijn. Zo vinden we het tegenwoordig normaal om te geloven in zwaartekracht en kleinste deeltjes en om te betwijfelen of God bestaat. De antwoorden die de wetenschap ons geeft, kleuren ons beeld van de wereld en ons zicht op hoe de dingen om ons heen werken.

Onderzoeksvraag	Hoe is het middeleeuwse wereldbeeld langzaam uit elkaar gevallen (gefragmenteerd) en hoe zijn uit die fragmentatie de moderne wetenschappen ontstaan?
Methode Hoe doen we dit onderzoek?	Tot aan de middeleeuwen vielen vrijwel alle wetenschapsgebieden onder de <i>natuurfilosofie</i> . Er was één dominant wereldbeeld, dat werd gevormd door de religie en de natuurfilosofie. We willen graag weten hoe dit wereldbeeld langzamerhand gefragmenteerd is geraakt. Uit die fragmentatie zijn de verschillende wetenschappen zoals die we nu kennen ontstaan. Dit onderzoek wordt uitgevoerd aan de hand van teksten. Dat kunnen boeken en artikelen zijn, maar ook rechtbankverslagen, brieven, pamfletten en nog veel meer. Als het gaat om boeken en geschriften van lang geleden vinden we die in archieven en musea of in bibliotheken. Moderne boeken vinden we in bibliotheken. Ook op internet is veel te vinden. Veel boeken zijn digitaal gepubliceerd en veel onderzoekers delen hun gegevens online.
Resultaten of verwachtingen	De overtuiging dat er een kleinste deeltje bestond, had veel implicaties voor hoe men dacht dat de wereld in elkaar zat en welke rol God daarin speelde. We zien dit bij meer wetenschappelijke ontwikkelingen. Een beroemd voorbeeld is de ontdekking dat de aarde om de zon draait en niet de zon om de aarde. Het wereldbeeld waarbij men zich de hemel boven, de aarde in het midden en de hel beneden voorstelde, kwam hierdoor in de knel, wat een reden kon zijn om ook bij andere inzichten vraagtekens te zetten. Door middel van literatuuronderzoek kan onderzocht worden hoe dergelijke nieuwe gedachten en nieuwe wereldbeelden tot stand kwamen, welke impact zij hadden op de samenleving, hoe snel dergelijke inzichten zich verspreidden en hoe er door verschillende instituties op werd gereageerd.
Wat betekenen deze resultaten voor de maatschappij?	Het nut van filosofisch onderzoek is niet altijd direct duidelijk. Dat komt omdat dit onderzoek niet altijd gericht is op het oplossen van een probleem, maar vaak gaat over het begrijpen van bepaalde ontwikkelingen of ideeën. Dat levert <i>culturele waarde</i> op, maar geen <i>commerciële of technische waarde</i> .

Onderzoeksvraag	Hoe veranderde het begrip van <i>beweging</i> in de late middeleeuwen?
Methode Hoe doen we dit onderzoek?	In de veertiende eeuw beginnen steeds meer filosofen zich te buigen over <i>beweging</i> . Kleine experimenten leveren resultaten op die het aristotelische idee van beweging bekritisieren. Door teksten te bestuderen waarin Aristoteles wordt verdedigd of bekritiseerd krijgen we inzicht in de argumenten en het belang dat filosofen aan een bepaalde opvatting van beweging hechten.
Resultaten of verwachtingen	Een overzicht van denkbeelden over beweging in de middeleeuwse filosofie. Daarvan kunnen dan overeenkomsten en verschillen in kaart worden gebracht. Kunnen we verklaringen vinden voor de verschillen?
Wat betekenen deze resultaten voor de maatschappij?	Dit onderzoek geeft inzicht in de mate waarin ons denken door allerlei omstandigheden wordt gevormd. Het laat ook zien hoe graag we vasthouden aan dat wat we al kennen en hoe moeilijk het voor mensen met nieuwe – misschien wel betere – ideeën is om anderen daarvan te overtuigen.

Verder kijken en lezen over David van Goorle

Informatie over David van Goorle: http://nl.wikipedia.org/wiki/David_van_Goorle.

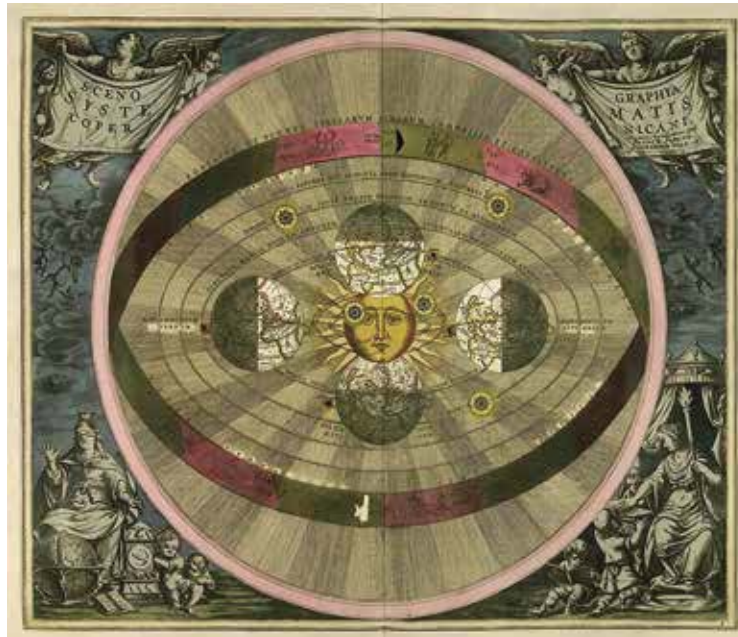
Op www.tresoar.nl kun je digitaal door één van de boeken van David van Goorle bladeren. Typ in de zoekbalk op de site 'Exercitationes Goorle', selecteer de titel en klik op 'zie digitale versie'.

Documentaire over David van Goorle van Frysland Dok http://www.npo.nl/fryslan-dok-david-gorlaeus/29-04-2012/POW_00426629.

Radioprogramma over David van Goorle op HoeZo?! Radio http://www.npo.nl/hoe-zo-radio/06-06-2012/POMS_NTR_175751?segment=POMS_NTR_282768.

Informatie over het *atomisme*, de stroming waartoe David van Goorle behoort: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Atomisme>.

Informatie over het *aristotelisme*, de stroming waar David van Goorle zich tegen afzet: <http://www.stilus.nl/oudheid/wdo/GRIEKEN/WETENSCH/ARISTOME.html>.



Sterrenatlas van Andreas Cellarius uit 1708, verbeeld het Copernicaanse wereldbeeld, waarin de aarde om de zon draait.

5.2 Wonderkind de klas in!: De wereld op zijn kop

*HAN Pabo, Nijmegen: Denise Francken (student Academische Pabo/ stagiaire de Muze)
Basisschool de Muze, Nijmegen: Ada de Metz, (lerares), Thea Aarts (lerares)*

In deze paragraaf beschrijven we hoe je als leraar een project onderzoekend leren kunt opzetten met het verhaal van David van Goorle als basis. Het onderzoek naar David van Goorle herbergt een grote verscheidenheid aan onderliggende thema's, die heel betekenisvol kunnen zijn voor leerlingen: wonderkinderen, andere denk- en wereldbeelden, utopieën en uitvindingen die de wereld op zijn kop kunnen zetten.

Bij elke stap van het onderzoekend leren geven we activiteiten, praktische tips en suggesties. We doen dit volgens de drie niveaus van onderzoekend leren, zoals die in hoofdstuk 1 zijn beschreven. De beschrijvingen in deze paragraaf zijn gebaseerd op ervaringen van basisschool de Muze in Nijmegen.

De *Online bijlagen* waar bij verschillende activiteiten naar wordt verwezen, zijn te vinden op de website www.wetenschapdeklasin.nl. Wanneer je dit symbool  ziet, dan is dit een verwijzing naar deze website. De materialen waarnaar verwezen wordt, staan op de webpagina's die voor dit boek zijn ingericht.

Kerdoelen

Het project betreft een groot aantal kerndoelen, waarbij duidelijk is dat er gewerkt wordt met vakgeïntegreerd werken.

Nederlandse taal

- 1 De leerlingen leren informatie te verwerven uit gesproken taal. Ze leren tevens die informatie, mondeling of schriftelijk, gestructureerd weer te geven.
- 2 De leerlingen leren zich naar vorm en inhoud uit te drukken bij het geven en vragen van informatie, het uitbrengen van verslag, het geven van uitleg, het instrueren en bij het discussiëren.
- 4 De leerlingen leren informatie te achterhalen in informatieve en instructieve teksten, waaronder schema's, tabellen en digitale bronnen.
- 5 De leerlingen leren naar inhoud en vorm teksten te schrijven met verschillende functies, zoals informeren, instrueren, overtuigen of plezier verschaffen.
- 6 De leerlingen leren informatie te ordenen bij het schrijven van een verslag of werkstuk. Zij besteden daarbij aandacht aan zinsbouw, correcte spelling, bladspiegel, beeldende elementen en kleur.

Rekenen

- 23 De leerlingen leren wiskundetaal te gebruiken, zoals het gemiddelde.
Daarbij behoort bij het wiskundig inzicht en handelen het hanteren en aflezen van formele notaties en schematische voorstellingen zoals tabellen en grafieken.
Tabellen en grafieken: staaf- en lijngrafieken samenstellen en interpreteren
Tabellen en grafieken interpreteren, verhoudingen afleiden uit waarnemingen.
Tabellen en grafieken: sectordiagrammen maken en aflezen.
- 28 De leerlingen leren schattend tellen en rekenen.
- 33 De leerlingen leren meten en leren te rekenen met eenheden en maten zoals tijd.

Oriëntatie op jezelf en de wereld

- 42 De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen.
- 47 De leerlingen leren de ruimtelijke inrichting van de eigen omgeving te vergelijken met die in omgevingen elders, vanuit verschillende perspectieven, zoals levensbeschouwing.
- 51 De leerlingen leren gebruik te maken van eenvoudige (historische) bronnen.

Kunstzinnige oriëntatie

- 54 De leerlingen leren beelden, taal, spel en beweging te gebruiken om er gevoelens en ervaringen mee uit te drukken en om er mee te communiceren.
- 56 De leerlingen verwerven enige kennis over en krijgen waardering voor aspecten van cultureel erfgoed. Onder andere: denkbeelden, waarden en normen en rituelen.

Doelen van het project

Behalve aan bovengenoemde kerndoelen kan met dit project ook aan de onderstaande doelen worden bijgedragen. De doelen van het project op basisschool de Muze zijn gericht op de leerlijn van het onderzoekend leren.

Cognitieve doelen

- De leerlingen erkennen dat geen of tegengestelde resultaten ook resultaten zijn;
- De leerlingen trekken conclusies uit de resultaten, grafieken en tabellen. Deze conclusies kunnen ook ingaan tegen hun verwachtingen.

Vaardigheidsdoelen

- De leerlingen werken systematisch en zijn zelf verantwoordelijk voor hun eigen onderzoek;
- De leerlingen ontwerpen experimenten als toets voor een eigen verklaring/voorspelling of hypothese;
- De leerlingen doen eerlijk onderzoek naar de effecten van enkele variabelen door slechts één variabele te veranderen en alle andere condities gelijk te houden;
- De leerlingen leggen resultaten vast aan de hand van observaties, vragenlijsten, interviews, schema's en tabellen;
- De leerlingen verwerken gegevens in lijngrafieken, tabellen en/of schema's;
- De leerlingen beschrijven wat goed ging en wat minder goed ging bij het voorbereiden en uitvoeren van hun onderzoek. Ze richten zich op de samenwerking, het project en de inhoud van het onderzoek.

Samenwerkingsdoelen

De leerlingen delen informatie met elkaar, luisteren naar elkaar, staan open voor meningen van anderen en nemen samen beslissingen.

Affectieve doelen

- De leerlingen ervaren plezier in het doen van onderzoek. Ze ontwikkelen een positieve houding ten opzichte van onderzoek doen en wetenschap.
- De leerlingen staan open voor andere denk- en wereldbeelden om hen heen. Ze kunnen hierover discussiëren en respecteren elkaars mening.
- De leerlingen leren verantwoordelijkheid te dragen voor hun eigen onderzoek.

Het wonderkind David Gorlaeus

Maatschappelijke doelen

De leerlingen ervaren hoe het is om deel te nemen aan een onderzoek.

Algemene voorbereiding



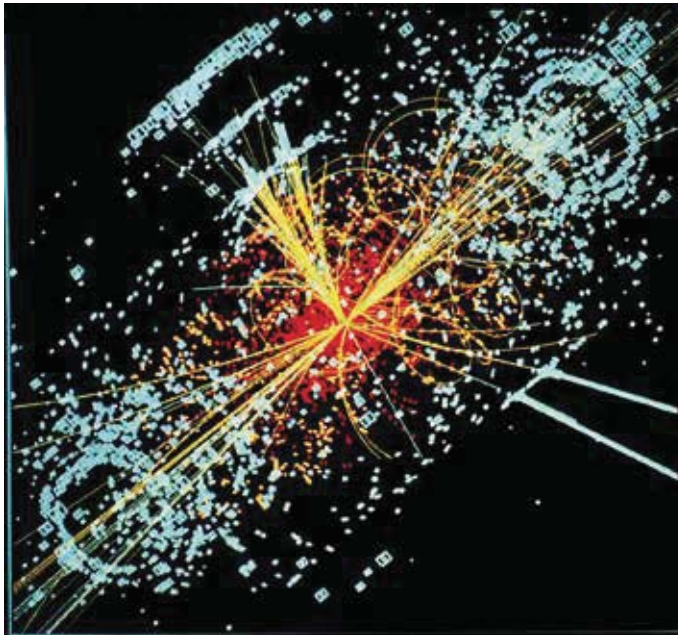
De canon van de geschiedenis.

Om het onderwerp van het project goed te kunnen introduceren is kennis van een aantal zaken belangrijk. Ten eerste is het van belang om enige algemene kennis te hebben van verschillende manieren van denken. Dat kunnen verschillende denkwijzen zijn binnen een klas, maar ook binnen een gezin, binnen Nederland of wereldwijd. Kinderen denken vaak anders dan hun ouders. Maar komt dat omdat ze jongere hersens hebben, die anders functioneren? Of komt het omdat ze nog niet zoveel kennis en ervaring hebben opgedaan als hun ouders? In Aziatische landen wordt heel anders gedacht over de verhouding tussen oudere mensen en de jeugd dan in Nederland en andere Westerse landen. In het Nederland van nu denken we weer heel anders over de verhouding tussen man en vrouw dan in het Nederland van een paar honderd jaar geleden. De canon van de geschiedenis kan hierbij als bronmateriaal worden gebruikt (<http://www.entoen.nu/po>). In de canon wordt de geschiedenis opgedeeld in vijftig 'vensters' en in veertien hoofdlijnen besproken. Daarnaast is er een indeling in tijdvakken. Ieder tijdvak onderscheidt zich van de andere tijdvakken door andere manieren van denken, andere denkwijzen. De vijftig vensters zoomen in op specifieke details binnen een tijdvak. Op de genoemde website is een rijkdom aan basisinformatie te vinden aan de hand waarvan de verschillen tussen de tijdvakken kunnen worden besproken. Bijzonder interessant is ook de stripboekenreeks *Van nul tot nu*, waarin een oudere man de geschiedenis van Nederland overbrengt aan een jong meisje. In deze reeks wordt veel aandacht besteed aan verschillen in denkwijzen. Het meisje verbaast zich voortdurend over die 'rare' mensen van vroeger, waarna de oudere man uitlegt waarom men vroeger zo dacht. Daarnaast kan ingegaan worden op de eigen ervaring

van de kinderen en die van de docenten. Een interessant en toegankelijk boek over verschillen in werking van de hersenen van kinderen en van volwassenen is *Het puberende brein* van hersenwetenschapper Eveline Crone.

Ten tweede is het belangrijk om enige kennis te hebben over de overeenkomsten en verschillen tussen wetenschappelijk en filosofisch onderzoek en tussen empirisch (dat wil zeggen op basis van gestructureerde *waarnemingen*) en filosofisch onderzoek. Daarover geven we hieronder meer uitleg. Elke wetenschap heeft zijn eigen methoden om kennis te vergaren. Filosofen gaan doorgaans anders te werk dan andere wetenschappers: ze verzamelen argumenten in plaats van data. Het soort onderzoeksvragen dat daarbij wordt gesteld is ook anders. We geven twee voorbeelden.

Een vraagstuk dat we zowel vanuit de empirie als vanuit de filosofie kunnen bestuderen, is hoe we ons moeten gedragen. Een psycholoog zou hiervoor waarnemingen kunnen verrichten en 'meten' hoe mensen zich op straat, in de trein en in de klas gedragen. Of hij neemt vragenlijsten af, waarbij aan 1000 mensen wordt gevraagd hoe zij denken dat het hoort. Een filosoof zou anders te werk gaan; die zou bijvoorbeeld eerst een stelling of vraag inbrengen: stel nou dat alle mensen zouden doen waar zij zelf zin in hebben, wat zou er dan gebeuren? Of hij zou de vraag stellen: wat gebeurt er als we altijd kiezen voor de optie die iedereen het grootste geluk oplevert? Wanneer dit antwoorden oplevert die niet wenselijk zijn, zoals bijvoorbeeld bij de laatste vraag: een stomvervelend iemand vermoorden is wenselijk omdat dat veel andere mensen gelukkig zou maken, dan moet op basis daarvan de stelling verworpen of op zijn minst aangepast worden.



Een heel klein deeltje waar recent natuurkundig bewijs voor gevonden is, is het Higgsdeeltje.

Een andere mogelijke vraag is of er een kleinste deeltje bestaat. Iemand die empirisch onderzoek doet, zou als volgt te werk kunnen gaan: met een microscoop bekijkt hij of hij een kleinste deeltje kan ontdekken. Vervolgens kan hij proberen om met een ander deeltje op het kleinste deeltje dat hij heeft gevonden te drukken of stoten. Als dat deeltje nu uit elkaar valt, weet hij weer wat meer,

namelijk dat er *nog* kleinere deeltjes zijn (zie ook hoofdstuk 3 over het Higgsdeeltje; daarin staat onderzoek naar deeltjes centraal). Hoewel we op deze manier iets kunnen zeggen over het kleinste *aantoonbare* deeltje, kunnen we zo niet zomaar de conclusie trekken dat er een kleinste deeltje *bestaat*. Toch is dat een conclusie die natuurkundigen trekken. Een filosoof zou met een heel andere vraag beginnen, bijvoorbeeld: 'Wat zou het betekenen als er *wél* een allerkleinste deeltje bestaat?' Vervolgens zou die filosoof een antwoord proberen te beredeneren, bijvoorbeeld door zich af te vragen of het logisch is om te denken dat ieder deeltje altijd weer doormidden kan worden gesneden om zo *nóg* kleinere deeltjes te maken. Als er *wel* een kleinste deeltje zou bestaan, dan zou dat namelijk niet meer doormidden gesneden kunnen worden. Maar dat lijkt een tegenstrijdige gedachte: een deeltje dat ruimte inneemt, maar dat niet doormidden gesneden kan worden. Ga maar na: alles wat je om je heen ziet kun je toch doormidden snijden? Alles wat ruimte inneemt kan toch doormidden, zelfs als het *héél* klein is, bijvoorbeeld een bacterie? Wat denk je nu zelf: mag de filosoof nu concluderen dat er dus geen kleinste deeltje kan bestaan, omdat ieder deeltje, hoe klein het ook is, altijd weer doormidden kan worden gesneden?



Stap 1. Introductie

Tijdens de introductiefase maken de leerlingen voor het eerst kennis met het onderwerp van het project. De introductie heeft als doel hen te prikkelen en nieuwsgierig te maken naar het onderwerp.

1 2 3

ACTIVITEIT 1: WONDERKINDEREN

Doelen

De leerlingen maken kennis met het fenomeen wonderkinderen in het algemeen en met David van Goorle in het bijzonder.

Werkvorm

Klassikale presentatie door de leraar en klassikaal gesprek.

De activiteit zelf

Vorbereiding en benodigdheden

Voorbeelden van wonderkinderen (zie kader) en zoveel mogelijk materiaal over hen: filmpjes, muziekstukken, beelden van sportwedstrijden, enzovoort.

Duur: 1 lesuur

Introductie/oriëntatie

Dat talent al op heel jonge leeftijd tot uitdrukking kan komen, dat wisten we eigenlijk al wel. 'Wonderkinderen' zoals Mozart, lang geleden, of Justin Bieber, uit onze tijd, laten zien dat je al op jonge leeftijd een ster kunt zijn. Ook aan de Olympische Spelen doen soms piepjonge sporters mee.

Voetbalclubs betalen miljoenen voor spelertjes van zestien jaar. In bijna elke tak van sport, muziek of wetenschap zijn wel wonderkinderen te vinden. Met enkele van deze voorbeelden kan de introductie worden ingevuld.

Het onderwerp kan goed in de klas worden geïntroduceerd door enkele voorbeelden van wonderkinderen te geven (zie kader) en materiaal over hen te vertonen, zoals teksten, documentaires, films, muziekstukken en beelden van sportwedstrijden.

Activiteit

Aan de hand van de gekozen voorbeelden wordt een klassikaal gesprek gevoerd. Daarin worden vragen besproken als: hoe is het leven van die wonderkinderen verlopen? Waren zij bij hun geboorte al uitzonderlijk slim of gebeurden er in hun leven bijzondere dingen waardoor het wonderkinderen werden? Zijn het wel echt 'kinderen' of zijn het eigenlijk mensen die al heel vroeg volwassen waren? Is hun talent aangeboren of hebben ze heel veel geoefend om iets heel goed te kunnen? Of zijn beide nodig om een wonderkind te worden? Zijn er verschillen tussen wonderkinderen uit onze tijd en die uit het verleden?

Hedendaagse voorbeelden van wonderkinderen

Michael Jackson – stond als kind van de basisschoollleeftijd al op het podium met de band *The Jackson 5* en groeide uit tot een van de grootste popsterren aller tijden.

Justin Bieber – Canadese zanger. Bespeelde al voor zijn 12^e diverse muziekinstrumenten. Toen hij 14 jaar was, werd hij een internationaal popidool.

Magnus Carlsson – wereldkampioen schaken in 2013 en 2014, was al grootmeester (topschaker) op 13-jarige leeftijd. Toen hij 19 jaar oud was, stond hij bovenaan de wereldranglijst.

Cristiano Ronaldo – Portugese voetballer die al op jonge leeftijd een wereldster was.

Gregory Smith – Amerikaanse jongen die al begon te praten toen hij drie maanden oud was. Op zijn 15^e studeerde hij al aan de universiteit en hij is al twee keer genomineerd voor de Nobelprijs voor de vrede. Over twintig jaar wil hij president van de Verenigde Staten zijn.

Erik van den Boom – ging als 13-jarige Natuurkunde studeren aan de universiteit en koos daarna voor een carrière als DJ, waarmee hij heel succesvol is geworden. In dit filmpje van *De Wereld Draait Door* wordt aandacht aan hem besteed:

http://www.gezond24.nl/tv-uitzending/g24_iv_6689/Wonderkind-13-jaar-en-hoogbegaafd.

Vroegere voorbeelden van wonderkinderen

Wolfgang Amadeus Mozart – bespeelde op uitzonderlijk jonge leeftijd al meerdere muziekinstrumenten en componeerde ook muziekstukken. Hij schreef zijn eerste composities toen hij 5 jaar was; toen hij 11 was luisterden de belangrijkste koningen van Europa naar zijn muziek.

José Raúl Capablanca – won op zijn 4^e al met schaken van zijn vader. Hij werd later een van de begaafdsten schaakgrootmeesters aller tijden.

Juliana Morell – dit meisje uit Dijon (Frankrijk) sprak op haar 10^e al acht talen vloeiend. Daardoor was ze in heel Europa beroemd.

Hugo de Groot – Nederlandse filosoof die op 11-jarige leeftijd naar de universiteit ging. Op zijn 15^e ging hij als lid van een delegatie naar het Franse hof, waar hij 'het wonder van Holland' werd genoemd.

Het wonderkind David Gorlaeus



Portret van de oom
van David van Goorle.

Afronding

Na de introductie over wonderkinderen kan een tweede stap worden gezet door introductie van David van Goorle. Zijn levensgeschiedenis vormt een schitterend en spannend historisch verhaal, dat de leerlingen zeker zal boeien. Het verhaal is te vinden aan het begin van paragraaf 1 hierboven. Het levensverhaal van David van Goorle vormt de basis voor de activiteiten in de verkenningssap.

Tips

Er zijn diverse leuke materialen over wonderkinderen waarmee de leerlingen iets kunnen doen, bijvoorbeeld in hun eigen werktijd of leestijd:

Wonderkinderen van Thea Beckman – boek over de hoogbegaafde Tom en Wijnkje, die op hun 10^e al naar de middelbare school mogen.

Matilda van Roald Dahl – boek over een bijzonder meisje dat ontdekt dat ze magische krachten bezit.

Een wonderkind van vijftig van Boudewijn de Groot – lied dat verhaalt over een wonderkind dat naarmate ze ouder wordt steeds minder interessant wordt voor de rest van de wereld.



Stap 2. Verkennen

In de verkenningssap gaan de leerlingen het onderwerp breed verkennen. Dit doen ze met behulp van allerlei activiteiten die ze soms individueel, soms in groepjes en soms klassikaal uitvoeren.

1 2 3

Relatie van activiteiten met het verhaal over David van Goorle

Hieronder wordt een scala aan activiteiten beschreven die op verschillende manieren laten zien dat de manier waarop mensen de wereld waarnemen, niet vanzelfsprekend is. Ook ervaren de leerlingen dat er een verschil in denken bestaat tussen mensen van verschillende leeftijden, culturen en idealen en dat die verschillen de wereld soms op zijn kop zetten. Gezamenlijk vormen de activiteiten een goede verkenning van het onderwerp, deels in de vorm van een verkenningscircuit. Er kan natuurlijk ook een keuze worden gemaakt uit de activiteiten.

Met deze activiteiten wordt het hoofdthema, het leven van wonderkind David van Goorle, verbreed en wordt gefocust op enkele belangrijke aspecten uit het levensverhaal van David van Goorle, met name de verschillen in denk- en wereldbeelden tussen mensen. Denk daarbij aan verschillen

in denken tussen verschillende generaties en tussen verschillende culturen. We verbinden dit aan de waarneming. Blijkbaar nemen mensen de wereld niet allemaal op dezelfde manier waar. Je zou kunnen zeggen dat we de wereld selectief waarnemen, op basis van onze eigen ervaringen. David van Goorle werd bovendien gedreven door idealen: het was belangrijk dat zijn manier van denken door anderen zou worden gedeeld. In die zin zou je kunnen zeggen dat hij gedreven werd door een ideaalbeeld van de wereld: een utopie.

Toen mensen lang na Davids dood zijn ideeën begonnen te erkennen, bracht dat grote veranderingen teweeg en zette dit het heersende wereldbeeld op zijn kop.

Om aan te geven bij welke van deze aspecten uit het leven van David van Goorle de volgende activiteiten horen, hebben we deze aspecten tot subthema gemaakt. We onderscheiden de volgende subthema's:

- Denk- en wereldbeelden: verschil oud - jong;
- Denk- en wereldbeelden: verschillende culturen;
- Denk- en wereldbeelden: waarneming en individuele verschillen;
- Denk- en wereldbeelden: idealen en utopieën;
- Denk- en wereldbeelden: veranderingen.

Door bij de activiteiten de subthema's steeds te benoemen en daarbij te herhalen wat het verband is met het levensverhaal van David van Goorle, wordt voor de leerlingen steeds duidelijk wat de relatie is van een bepaalde activiteit met het project als geheel.

Verkenningscircuit (activiteiten 2 t/m 6)

De activiteiten 2 t/m 6 lenen zich goed voor een activiteitencircuit. De activiteiten dragen gezamenlijk bij aan het besef dat de wereld ook anders kan worden bekeken dan we doen; dit is hieronder in specifieke doelstellingen omschreven. Daarnaast bespaart het veel tijd. De leerlingen krijgen veel input bij het thema, waardoor het thema breed wordt verkend. Natuurlijk kunnen de activiteiten ook als op zichzelf staande activiteiten worden uitgevoerd.

Doelen

- De leerlingen verkennen het thema 'De wereld op zijn kop' aan de hand van een aantal subthema's;
- De leerlingen ervaren dat er verschillende denk- en wereldbeelden zijn (denk aan verschillende culturen, verschillende opvoedingen, e.d.);
- De leerlingen ervaren dat de manier waarop mensen de wereld zien niet voor iedereen hetzelfde hoeft te zijn; denk aan verschillende leeftijden, verschillende culturen en verschillende opvoedingen;
- De leerlingen ervaren dat de voorstelling die mensen hebben van een ideale wereld (een utopie) kan verschillen en dit afhankelijk is van bepaalde situaties en ervaringen. Denk bijvoorbeeld aan idealen, gewoonten en rituelen binnen verschillende culturen en leeftijden;
- De leerlingen ervaren dat de wereld op zijn kop kan worden gezet door kleine of grote uitvindingen en veranderingen;
- De leerlingen worden enthousiast gemaakt voor en nieuwsgierig naar het thema;
- De leerlingen gaan zich verwonderen en vragen stellen over een of meerdere subthema's.

Het wonderkind David Gorlaeus

Werkvorm

Een circuit met vijf activiteiten, verdeeld over het klaslokaal. De kinderen gaan de activiteiten langs in groepjes van 4 tot 5. Elke activiteit duurt ongeveer 10 minuten. Daarna is er tijd voor een klassikaal nagesprek over de bevindingen van de leerlingen.

De activiteit zelf

Voorbereiding en benodigdheden

Indeling van de klas, indeling van de groepjes, materialen per activiteit (zie de betreffende activiteiten).

Duur: 60 - 80 minuten

Activiteit

Algemene instructie over de gang van zaken tijdens een circuit: doel van het circuit benoemen, groepjes maken en wisselsysteem bespreken.

Afronding

Klassikaal nagesprek waarin de bevindingen van de leerlingen worden besproken. Zijn de doelen behaald? Hebben de leerlingen al interessante (onderzoeks)vragen bedacht?

Tips

Bereid de activiteiten uit het circuit goed voor. Zorg ervoor dat alle materialen klaar liggen en dat de klas functioneel is ingericht. Bedenk een wisselsignaal en leg vast op welke manier er wordt gerouleerd.

ACTIVITEIT 2: HET HOEDENEXPERIMENT

Deze activiteit is een variant op de zogenaamde 'kaarsenproef'. Omdat bij die proef vuur een rol speelt, vinden we het hoedenexperiment geschikter voor jonge kinderen en voor het werken in een circuit. Voor degenen die toch het kaarsenexperiment willen doen, is een beschrijving ervan opgenomen in de documentatie van de workshop 'Kennis, ervaring en creativiteit', tijdens de Winterschool 2014 van het WKRU (zie *Bronnen*).



Een leraar aan de slag met het kaarsenexperiment tijdens de WKRU Winterschool 2014.

Subthema's/verbinding met het projectthema

Denk- en wereldbeelden: verschil oud - jong

Doelen

- De leerlingen worden zich ervan bewust dat sterk gewortelde ideeën (en daarmee ook denkbeelden) een rol kunnen spelen bij de manier waarop een bepaald probleem wordt opgelost.
- De leerlingen worden zich ervan bewust dat het hebben van bepaalde ideeën, afhankelijk kan zijn van leeftijd.

Werkvorm

Eerst wordt het experiment individueel uitgevoerd, daarna volgt een korte nabespreking in het groepje: zou er een verschil zijn tussen kinderen en volwassenen bij het oplossen van het probleem?

De activiteit zelf

Bij dit experiment gaat iedere leerling individueel de oplossing zoeken voor een probleem: hoe maak je van een aantal losse materialen een hoed? De ene helft van de leerlingen krijgt deze materialen in een papieren tas aangereikt, bij de andere helft ligt de papieren tas leeg bij de materialen. Er zal tussen deze groepen een verschil ontstaan tussen hoe snel ze inzien dat de papieren tas het

Het wonderkind David Gorlaeus

enige voorwerp is waarvan ze een hoed kunnen maken. De leerlingen die de materialen in de tas krijgen aangereikt zullen gemiddeld meer tijd nodig hebben om te begrijpen dat de tas óók een van de materialen is die ze ervoor kunnen gebruiken.



Leerlingen van basisschool de Muze aan de slag met het hoedenexperiment.

Deze activiteit laat zien dat ideeën die eenmaal sterk in je hoofd zitten (de functie van de tas als drager van de materialen) een belemmering kunnen zijn om in een andere richting te gaan denken. Tijdgenoten van David van Goorle hadden ook moeite om hun ideeën aan te passen, omdat hun ideeën al eeuwenoud waren. Maar er zijn ook uitzonderingen: David zelf bijvoorbeeld. Misschien heeft dat met zijn leeftijd te maken?

Vorbereiding en benodigdheden

Materialen: voldoende afgezonderde werkplekken, afhankelijk van het aantal leerlingen per groepje (de leerlingen mogen elkaar niet zien); per leerling een papieren tas; diverse kleine materialen, zoals kleine stukjes stof, elastiekjes, post-its, paperclips, enzovoort; deze materialen moeten te klein zijn om er een hoed van te kunnen maken; 5 opdrachtenkaartjes waarop staat: 'Maak van de spullen die voor je liggen zo snel mogelijk een hoed'; een stopwatch.

Richt de werkplekken zo in dat de leerlingen elkaar niet kunnen zien.

Geef de helft van de leerlingen de kleine materialen in de papieren tas; geef de andere helft de kleine materialen en leg de papieren tas ernaast.

Leg bij elke deelnemer een opdrachtenkaartje neer.

Duur: 10 minuten per groepje.

Activiteit

De leraar vertelt de leerlingen dat ze een experiment gaan uitvoeren en dat ze daarbij niet mogen praten of bij elkaar kijken. De opdracht staat op het kaartje op hun eigen werkplek. De leraar wijst de werkplekken toe en start de tijd.

De leerlingen gaan aan de slag met het experiment. Als ze de opdracht voltooid hebben, steken ze hun hand op. De leerkracht noteert de tijd (en de conditie: spullen in of buiten de tas).

Wanneer alle leerlingen klaar zijn, mogen ze bij elkaar kijken naar het resultaat.

Afronding

De leraar bespreekt met de leerlingen de verschillende condities. Daarna bekijken ze de resultaten. Welke groep was eerder klaar: de groep met de materialen *in* de tas of de groep met de materialen en de tas *ernaast*?

Uit onderzoek is gebleken dat het moeilijker is om de tas te zien als een voorwerp dat je kunt gebruiken voor het maken van de hoed wanneer de spullen *in* de tas zitten. De tas wordt dan vooral als omhulsel gezien dat de andere spullen bij elkaar houdt. De mensen die de materialen dus in de tas krijgen aangereikt, zullen waarschijnlijk meer tijd nodig hebben voor de opdracht. Bij volwassenen is dat ook gebleken.

Andersom geldt dat de mensen die de tas en de andere materialen los aangeboden krijgen, veel eerder zien dat ze ook de tas kunnen gebruiken om een hoed van te maken. Zij zijn sneller klaar, ook dat is gebleken bij onderzoek onder volwassenen.

Bespreek ter afronding de resultaten van de kinderen. Zouden die afwijken van de resultaten van volwassenen? Denken wij verschillend?

Bronnen

Materialen kaarsenexperiment. WKRU Winterschool 2014, Workshop 3: Kennis, ervaring en creativiteit. Te downloaden via: <http://www.wkru.nl/materialen/winterschool/>.

Tips

In de activiteit wordt steeds de link naar volwassenen gelegd. Om een echte vergelijking te kunnen maken kan de klas gezamenlijk een plan maken om hetzelfde experiment bij volwassenen te doen, bijvoorbeeld leraren en/of ouders. Dit is meteen een vingeroefening in onderzoekend leren.

Zet alles ruim op tijd klaar en zorg ervoor dat de leerlingen de materialen weer terugleggen zoals ze lagen.

De afrondingsfase is bij dit experiment heel belangrijk; die roept de meeste vragen op en is daarom ook goed bruikbaar als verkenningactiviteit.

ACTIVITEIT 3: OPTISCHE ILLUSIES

Subthema's/verbinding met het thema

Denk- en wereldbeelden: waarneming en individuele verschillen

Doelen

- De leerlingen worden zich ervan bewust van dat je brein je voor de gek kan houden. Niet alles is wat het lijkt.
- De leerlingen denken na over wat waarheid en werkelijkheid is.

Werkvorm

De leerlingen werken in kleine groepjes.

De activiteit zelf

Voorbereiding en benodigdheden

Materialen: afbeeldingen van kunstwerken van Escher, computer met daarop de webkwestie 'Optische illusies (zie *Bronnen*).

Start de computers op met de bijbehorende website.

Zet een aantal stoelen in een hoefijzervorm om de computers heen.

Duur: 10 minuten

Activiteit

De leerlingen gaan bij de computers zitten. De gespreksleider, eventueel een ouder, bespreekt eerst met de leerlingen de schijnbaar onmogelijke kunstwerken van Escher. Daarna kijken de leerlingen samen met de gespreksleider naar de webkwestie over optische illusies. Aan de hand van de verschillende plaatjes bespreken de leerlingen wat zij zien.



Leerlingen van basisschool de Muze proberen optische illusies te doorgronden.

Afronding

De gespreksleider bespreekt kort wat is opgevallen bij het bekijken van de optische illusies. Het gaat erom dat de leerlingen begrijpen dat je andere dingen kunt zien dan er werkelijk zijn.

Bronnen

<http://www.webkwestie.nl/optische%20illusies/>

Boeken van M.C. Escher, website: www.mcescher.com.

Seckel, A. (2005) *Ongelooflijke Optische Illusies*. Rijswijk: Atrium

Tips

Deze activiteit spreekt de leerlingen ontzettend aan. Je kunt er nog vervolgactiviteiten aan koppelen. Zo kwamen de leerlingen van De Muze met vragen over het ontwerpen van optische illusies: dat kan bijvoorbeeld gebruikt worden bij het ontwerpend leren of bij kunstzinnige vormgeving.

ACTIVITEIT 4: MAAK HET VERHAAL AF AAN DE HAND VAN EEN TONEELSTUKJE

Subthema's/verbinding met het thema

Denk- en wereldbeelden: waarneming en individuele verschillen

Doelen

De leerlingen worden zich ervan bewust dat na een voor iedereen gelijk begin van een verhaal er een grote verscheidenheid kan ontstaan bij het afmaken van het verhaal.

Werkvorm

Klein groepje, eerst het verhaal lezen, daarna als drama-activiteit uitspelen.

De activiteit zelf

Voorbereiding

Print de tekst over de beginsituatie voor alle leerlingen (zie *Online bijlagen*).

Duur

10 minuten in het circuit en 20 minuten voor het opvoeren en nabespreken van het circuit.

Opdracht

In deze opdracht wordt een situatie geschetst die door de leerlingen moet worden nagespeeld. De situatieschets stopt halverwege, de rest moeten de leerlingen zelf aanvullen. Bij de uitvoering moet de situatie vanaf het begin worden gespeeld, dus inclusief de schets hieronder, zodat het publiek weet waar het over gaat. Wie wat zegt om de situatie duidelijk te maken mogen de leerlingen zelf bepalen.

Situatie:

Een aantal kinderen staat voor een verlaten en zeer verwaarloosd huis. In het dorp gaan verhalen rond over geesten en spoken in het huis. Maar je hoort ook verhalen over de rijke eigenaar die opeens verdwenen is. Het huis staat nu al jaren leeg en niemand durft er naar binnen te gaan. Of toch?

Het wonderkind David Gorlaeus

Een van de kinderen begint de anderen uit te dagen om eens een kijkje te gaan nemen. Als iedereen is overgehaald, stappen ze naar binnen.

In de hal van het huis kijken ze om zich heen naar de oude schilderijen, die door spinrag zijn bedekt. Wie zijn dat allemaal op die schilderijen? Dan horen ze opeens een geluid waar ze allemaal van schrikken...

Bedenk met elkaar hoe het verhaal afloopt. Gebruik elementen uit de situatie zoals hierboven beschreven. Het toneelstukje mag niet langer duren dan vijf minuten.

Personages:

- Onbekende figuur (die het geluid maakt waar de kinderen van schrikken), gespeeld door één van de leerlingen.
- Aantal kinderen, gespeeld door de rest van de leerlingen in het groepje.

Activiteit

De leerlingen lezen met hun groepje het verhaal door, eventueel met een gespreksleider erbij, bijvoorbeeld een ouder. Daarna overleggen ze met elkaar hoe het verhaal zou kunnen aflopen. Ze verdelen de rollen en spelen de situatie uit. Dit oefenen ze eerst enkele keren.

Afronding

Alle toneelstukjes worden aan het eind van het circuit uitgespeeld. Daarna worden de verhalen met elkaar vergeleken. Conclusie: alle verhalen zijn anders! Het ene eindigt heel grappig, het andere juist verdrietig. Soms wordt de hele situatie omgegooid, dan weer is het groepje dichter gebleven bij de situatie zoals die was omschreven. Bij eenzelfde beginsituatie bedenkt iedereen dus een ander, eigen einde. We denken dus allemaal verschillend!

Online bijlagen

Tekst over de beginsituatie.

Tips

Bij deze activiteit is de organisatie heel belangrijk. Zorg ervoor dat de leerlingen de ruimte hebben om te oefenen, zodat ze andere groepjes niet storen.

Je kunt van deze activiteit ook een stelopdracht maken. Vraag de leerlingen dan het verhaal af te schrijven.

ACTIVITEIT 5: FOTO'S BEWERKEN

Subthema's/verbinding met het thema

Denk- en wereldbeelden: idealen en utopieën.

Doelen

De leerlingen worden zich ervan bewust dat de wereld niet altijd is zoals hij lijkt.

De leerlingen beseffen dat er verschillende idealen bestaan van hoe de wereld eruit zou kunnen zijn.

Werkvorm

De kinderen werken in tweetallen binnen het kleine groepje.

De activiteit zelf

Vorbereiding en benodigdheden

Materialen: diverse smartphones en/of tablets met daarop de app: agingbooth/photoshop.
Zorg dat de materialen op tijd klaar liggen.

Duur: 10 minuten

Activiteit

De leerlingen maken foto's van elkaar en bewerken die daarna met verschillende apps. Met de app *Aging booth* maak je de persoon op een foto opeens een flink aantal jaren ouder. Het resultaat is dat leerlingen er ineens uitzien als opa's en oma's. Hetzelfde kan gedaan worden met behulp van photoshop, als de leerlingen daar kennis van hebben.



Leerlingen van basisschool de Muze bewerken foto's van zichzelf en elkaar.

Afronding

De gesprekleider voert het afsluitende gesprek. Wat weten de leerlingen van idealen? Wat heeft dat te maken met verschillende denkbeelden? Het doel van dit eindgesprek is de leerlingen ervan bewust te maken dat er inmiddels allerlei uitvindingen zijn bedacht die je in staat stellen om de wereld om je heen te laten lijken op jouw ideale wereld; één zo'n uitvinding is fotobewerking. Daarnaast is het de bedoeling dat leerlingen een kritische blik werpen op de zogenaamde werkelijkheid die zij zien. Is dat ook echt de werkelijkheid?

Tips

Je kunt deze activiteit uitbreiden door het bekijken van filmpjes over het effect van photoshop, bijvoorbeeld de Dove – Evolution Commercial: <https://www.youtube.com/watch?v=hibyAJOSW8U&feature=kp>.

Je kunt ook het onderstaande project van Ester Honig bekijken. Zij stuurde een foto van zichzelf naar mensen in 22 verschillende landen en gaf iedereen de opdracht: maak mij mooi. Het resultaat: 22 verschillende schoonheidsidealen: <http://www.estherhonig.com/#!/before--after/cvkn>.

ACTIVITEIT 6: ZIE JE ALLES OM JE HEEN?

Subthema's/verbinding met het thema

Denk- en wereldbeelden: waarneming en individuele verschillen

Doelen

De leerlingen worden zich ervan bewust dat ze de wereld selectief waarnemen. Je mist altijd bepaalde informatie, zonder dat je je daar bewust van bent.

Werkvorm

Klein groepje

De activiteit zelf

Voorbereiding en benodigdheden

Zet computers klaar met daarop enkele filmpjes met tests over selectieve waarneming. Zie de voorbeelden bij *Bronnen*. Als deze links niet meer werken, zoek dan op 'selective awareness test' of 'awareness test' online.

Duur: 10 minuten

Activiteit

De leerlingen bekijken de filmpjes en volgen de opdrachten die daarin gegeven worden. De filmpjes testen in hoeverre kinderen zich bewust zijn van wat ze zien.

Als de filmpjes uit onderstaande bronnen worden gebruikt: in het eerste filmpje tellen de leerlingen hoe vaak de basketbal wordt overgegooid, in het tweede filmpje volgende ze de kaarttruc en in het derde filmpje spelen ze een soort Cluedo: ze moeten een moord oplossen.

In elk filmpje zitten elementen die veranderen; het experiment is of de leerlingen dit zien. Een groot deel van hen zal de veranderingen niet zien.

Afronding

De gespreksleider bespreekt de activiteit na en vraagt of de leerlingen alles hebben gezien. Wanneer zagen ze het wel en wanneer niet? Wat doet dat met jou, dat je niet alles ziet wat recht voor je neus gebeurt? Hoe kun je dan nog zeker weten dat wat je ziet waar is?

Bronnen

Test Your Awareness: https://www.youtube.com/watch?v=UfA3ivLK_tE .

Colour Changing Card Trick: <https://www.youtube.com/watch?v=v3iPrBrGSJM>.

Test Your Awareness: Whodunnit?: <https://www.youtube.com/watch?v=ubNF9QNEQLA> .

Tips

In de filmpjes wordt Engels gesproken; vertel daarom van te voren welke opdracht ze krijgen bij het bekijken van de filmpjes. Verklap niet de clou, namelijk dat ze moeten kijken wat er verandert.

ACTIVITEIT 7: HET TWEE-CULTURENSPEL: RAFA RAFA

Het spel Rafa Rafa is eigendom van een bedrijf. Wij hebben geen rechten om dit spel hier volledig weer te geven. Mocht je op basis van deze beschrijving toch interesse hebben om het spel te spelen dan kun je het spel online bestellen (zie bronnen).

Subthema

Denk- en wereldbeelden: verschillende culturen

Doelen

- De leerlingen ervaren dat er verschillende samenlevingen zijn, waarin andere idealen en manieren van handelen bestaan;
- De leerlingen ervaren dat er moeilijkheden en problemen kunnen zijn bij het begrijpen van elkaars cultuur en dat onbegrip snel kan leiden tot 'de ander voor gek verklaren';
- De leerlingen ervaren wat het met hen doet als zij in een andere samenleving terecht komen;
- De leerlingen reflecteren op hun eigen gewoontes, normen en waarden en op de vraag of ze die prettig vinden of juist niet.

Werkvorm

Twee grote groepen spelen tegen elkaar. Het spel is geschikt voor twee groepen van ongeveer 15-30 kinderen.

De activiteit zelf

Omschrijving

De leerlingen worden ingedeeld in twee groepen, die van elkaar worden gescheiden. Elke groep krijgt het gedrag van een bepaalde cultuur aangeleerd; de ene groep een alfa-cultuur, de andere een bèta-cultuur. De 'spellen' die beide groepen spelen, hebben heel ander doelen en andere regels. Vervolgens mag steeds één verkenners voor korte tijd bij de andere cultuur gaan kijken hoe het er aan toegaat. De verkenners brengen verslag uit aan de leden van zijn eigen groep en samen proberen ze te begrijpen hoe de mensen van de andere cultuur met elkaar omgaan. Na de eerste verkenners wordt nog een tweede en later een derde verkenners op pad gestuurd. Ten slotte leggen de groepen aan elkaar uit wat hun 'spel' was en welke spelregels ze volgden.



Leerlingen van basisschool de Muze gaan helemaal op in de twee verschillende culturen van het spel.

Het wonderkind David Gorlaeus

Vorbereiding en benodigdheden

Er is een ruimte nodig voor cultuur A en een voor cultuur B.

Materialen cultuur A: bonen of knikkers

Materialen cultuur B: 2 of 3 setjes handelskaartjes; dat zijn gekleurde kaartjes met afbeeldingen van dieren erop.

Elke cultuur heeft een eigen spelleider, bijvoorbeeld een leerkracht of een ouder. De spelleider zorgt ervoor dat alles binnen de cultuur goed verloopt. Daarnaast is er een algemene spelleider; die zorgt voor de materialen en coördineert de tijd en de eindevaluatie.

Zorg ervoor dat alle materialen in de betreffende lokalen aanwezig zijn.

Inleiding/oriëntatie

De leerlingen worden verdeeld in twee groepen: cultuur A en cultuur B.

De spelleiders vertellen elke groep wat ze gaan doen. De leerlingen krijgen nu 30 minuten de tijd om de regels en gewoonten (bijvoorbeeld hun taal) te oefenen.

Cultuur A

In deze cultuur wordt veel gepraat en er is veel sociale omgang tussen de inwoners. Daarnaast kent deze cultuur een aantal rituelen, zoals het spelen van het Rafa Rafa-spel: een spel waarbij met behulp van strikte rituelen een wordt geraden in welke hand de tegenspeler een boon heeft. Sociale interactie en aandacht voor de ander speelt bij die rituelen een belangrijke rol. Speel je met het stamhoofd, dan wint het stamhoofd altijd.

Cultuur B

In cultuur B wordt weinig gepraat. Het draait hier om handelen en geld verdienen. Ook dit verloopt volgens bepaalde rituelen. Mensen in deze cultuur beconcurreren elkaar, werken hard en geven niet gauw op. Ze voorzien in hun levensonderhoud door (plaatjes van) dieren onder elkaar te verhandelen. Wie een set kaarten bij elkaar heeft gebracht, ontvangt punten van de bank. Wie de meeste punten heeft, is de machtigste.

Afronding

Beide culturen krijgen nu de tijd om te bespreken hoe de andere cultuur eruit zag. Wat waren belangrijke regels en wat viel op? Na circa tien minuten is het tijd voor de algemene evaluatie.

De groepen worden bij elkaar gezet en nu mogen de leerlingen aan elkaar vertellen wat zij hebben meegekregen, wat hen opviel, wat ze bijzonder vonden en hoe ze zichzelf voelden.

In de gezamenlijke nabespreking wordt ook gevraagd wat ze van elkaars cultuur vonden. Vonden ze het vreemd? En waarom? Als je een andere cultuur niet helemaal snapt, dan vind je die mensen al snel 'raar'.

Tips

Het Rafa Rafa-spel is een activiteit die veel voorbereiding vereist. Lees daarom de handleiding goed door, zodat je precies weet wat er gaat gebeuren. Het is echt een topactiviteit waarmee je leerlingen bewust kunt maken van de diversiteit tussen culturen en denkwijzen.

Het spel leent zich goed om met twee klassen te spelen, maar bedenk dat het spelverloop onoverzichtelijk wordt als er meer dan 40 spelers zijn. Regel daarom zeker bij een grote groep extra helpende handen bij de uitvoering van het spel.

Bronnen

Rafa Rafa is te koop bij het Centrum informatieve spelen in België: www.spelinfo.be

ACTIVITEIT 9: HET UTOPIE-SPEL

Subthema's/verbinding met het thema

Denk- en wereldbeelden: idealen en utopieën

Doelen

De leerlingen ervaren hoe ingewikkeld het is om verbeteringen aan te brengen.

Werkvorm

Er wordt gewerkt in groepjes van vier of vijf leerlingen; daarna wordt klassikaal nabesproken.

De activiteit zelf

Duur: 30 minuten

Inleiding/oriëntatie

De leerlingen krijgen de opdracht om in groepjes te bedenken wat ze zouden willen veranderen aan de stad waarin ze wonen. Ze mogen alles veranderen wat ze maar willen, zoals méér kinderen of minder les, meer ziekenhuizen, meer snoepwinkels, gratis activiteiten of juist heel dure activiteiten. Daarbij moeten de leerlingen steeds vertellen waarom ze denken dat die verandering goed is.

Activiteit

De leerlingen gaan in groepjes aan de slag. Daarbij moeten ze opschrijven wat ze willen veranderen en waarom ze vinden dat die verandering een verbetering is.

Na enige tijd draai je het om. Nu moeten de leerlingen eerst bedenken wat er mis is in de stad. Van daaruit gaan ze bedenken wat ze daarom zouden willen veranderen; hoe zou het beter kunnen en waarom is dat beter?

Afronding

Bespreek de vragen klassikaal na en ga in op gestelde vragen. Zijn de voorgestelde veranderingen echt goed? Maken ze de wereld echt beter en lossen ze het probleem echt op? Bespreek de consequenties van de veranderingen die de leerlingen voorstellen. Misschien zitten veel dingen toch nog best goed in elkaar? En ook al vind je iets niet goed en ben je het ergens mee oneens, dan kan het toch lastig zijn om te bedenken hoe het dan wél moet, zeker wanneer zo'n idee of verbetering verder uitgewerkt moeten worden.

ACTIVITEIT 10: ONDERZOEK: DENKEN MENSEN VAN VERSCHILLENDE LEEFTIJDEN ANDERS?

Subthema's/verbinding met het thema

Denk- en wereldbeelden: verschil oud - jong

Doelen

- De leerlingen ontdekken wat voor verschillen er bestaan in het denken van mensen van verschillende leeftijden;
- De leerlingen leren nadenken over waarom mensen verschillend denken.

Werkvorm

Een klassikale activiteit, deels uitgevoerd in groepjes van twee.

De activiteit zelf

Omschrijving

De leerlingen gaan 30 (of meer) mensen van verschillende leeftijd interviewen. Dit doen ze volgens een interviewschema, waarbij ze de mensen een aantal van tevoren vastgestelde vragen stellen. Eventueel kunnen schalen worden opgesteld waarbij mensen een score kunnen geven tussen de 1 (volledig mee oneens) en 5 (volledig mee eens). Ze kunnen bijvoorbeeld stellingen poneren als 'School is belangrijk', waarbij de score 1 betekent dat de geïnterviewde het volledig oneens is met de stelling en score 5 dat hij het er volledig mee eens is. Andere voorbeelden van stellingen zijn: 'We hebben regels nodig om te kunnen samenleven', 'Kinderen zijn creatiever dan volwassenen', of 'Religie is belangrijk in de opvoeding'.

Door de geïnterviewden op verschillende schalen te laten aangeven hoe zij ergens over denken, bijvoorbeeld over het toe- of afnemen van creativiteit of over het belang van kennis bij het nemen van beslissingen, ontstaat een beeld van hoe verschillend mensen denken. Door iedereen dezelfde vragen voor te leggen, kan goed worden onderzocht wat de verschillen zijn. Daarom lenen gesloten vragen (ja/nee-vragen, 1 tot 5 scores) zich beter voor onderzoek dan open vragen.

Voorbereiding en benodigheden

Vragenlijsten

Duur: minimaal 3 lesuren

Inleiding/oriëntatie

Er wordt klassikaal gebrainstormd over de vragen of stellingen die aan de geïnterviewden worden voorgelegd. Als wordt gekozen voor stellingen, dan kunnen de bijbehorende scores worden aangegeven op het 'invulblad interviews' (zie *Online bijlagen*). De leerlingen kunnen ook een interviewblad maken op de computer.

De leerlingen stellen individueel hypothesen op over de verschillen in denken tussen de verschillende leeftijdsgroepen. Ze doen dat in de vorm van 'Ik denk dat ..., want'. Deze hypothesen worden klassikaal besproken.

Het wonderkind David Gorlaeus

Activiteit

De leerlingen gaan mensen van verschillende leeftijden interviewen. Ze kunnen dit doen op straat of bij het plaatselijke winkelcentrum, maar ze kunnen ook hun ouders, broertjes en zusjes interviewen. Belangrijk is dat er genoeg mensen van verschillende leeftijden worden geïnterviewd.

Afronding

Nadat de interviews zijn gehouden, worden de resultaten verwerkt in een tabel en eventueel in een grafiek. Wanneer alle leerlingen of groepjes de resultaten van alle interviews verwerken, oefenen ze meteen het werken met tabellen en grafieken. Daarna worden er gezamenlijk conclusies getrokken: wat weten de leerlingen nu over het denken tussen de verschillende leeftijdsgroepen? En klopt het wat ze al dachten: komen de hypothesen uit? Het is belangrijk daarbij te vragen naar het waarom van deze verschillen. Is het enkel vanwege de leeftijd of spelen ook de kennis en de veranderingen in de wereld of cultuur om ons heen een rol?

Online bijlagen

Invulblad interviews



Stap 3. Opzetten onderzoek: onderzoeksvraag en onderzoeksplan

STAP 3A. DE ONDERZOEKSVRAAG

1 2 3

Het hoofdthema van dit hoofdstuk is het leven van wonderkind David van Goorle, of liever gezegd het onderzoek naar zijn leven. Zoals gezegd hebben we enkele aspecten van het verhaal speciaal belicht, aspecten die we vervolgens tot subthema hebben gemaakt (zie de beschrijving aan het begin van stap 2 in dit hoofdstuk). Behalve dat de subthema's het verband aangeven tussen het verhaal van David van Goorle en de activiteiten in de verkenningsfase, kunnen ze ook een bron van inspiratie zijn voor de vragen die de leerlingen zelf bedenken, terwijl ze die vragen tegelijkertijd stevig aan het hoofdthema koppelen.

Op niveau 1 en 2 kiest de leraar één van de onderstaande onderzoeksvragen en legt die de leerlingen voor. Op niveau 3 bedenken de leerlingen zelf een onderzoeksvraag.

1 2

Voor projecten gestructureerd en begeleid onderzoekend leren (niveau 1 en 2) zijn hieronder vijf onderzoeksvragen geformuleerd die de leerlingen kunnen gaan onderzoeken met vermelding onder welk subthema de onderzoeksvraag valt. Zo zien de leerlingen ook het verband tussen wat ze hebben verkend en wat ze gaan onderzoeken. De leraar kan ervoor kiezen om de hele klas dezelfde onderzoeksvraag voor te leggen of verschillende groepjes verschillende onderzoeksvragen te geven. De vragen hieronder zijn bedacht door de leerlingen van de scholen die aan dit boek hebben meegewerkt.



Een leraar van basisschool de Muze bespreekt met leerlingen hun onderzoeksvraag.

1. *Hoe is het voor kinderen tussen de tien en twaalf jaar om vier dagen zonder internet en beeldschermen (tv, games, whatsapp) te leven?*
Denk- en wereldbeelden: veranderingen
2. *Wat zullen leerlingen en volwassenen eerder kiezen: geld geven aan een goed doel of geld in hun eigen portemonnee stoppen?*
Denk- en wereldbeelden: idealen en utopieën
3. *Denken buitenlanders anders dan Nederlanders over bepaalde actuele begrippen en abstracte plaatjes?*
Denk- en wereldbeelden: verschillende culturen
4. *Is er een verschil tussen datgene wat leerlingen zouden willen veranderen aan de wereld als zij de baas van de wereld waren en datgene wat volwassenen dan zouden willen veranderen?*
Denk- en wereldbeelden: idealen en utopieën
5. *Hoe is het voor kinderen van tien tot twaalf jaar om een of twee dagen thuis en op school zonder regels te leven?*
Denk- en wereldbeelden: veranderingen

3

Op niveau 3 bedenken de leerlingen zelf hun onderzoeksvraag. De subthema's en vragen hierboven kunnen dienen als voorbeeld voor de leraar in welke richting hij de leerlingen een onderzoeksvraag kan laten bedenken. Maar let op dat de leerlingen niet te vroeg of teveel worden gestuurd. Ze zijn prima in staat om zelf een onderzoeksvraag te bedenken. Bovenstaande vragen zijn immers ook bedacht door leerlingen.

STAP 3B. HET ONDERZOEKSPLAN

1

In de afbeelding is één van de vijf vragen als voorbeeld in een plan uitgewerkt. Een uitwerking van alle vragen is online te vinden [🔗](#). Overigens moeten de leerlingen een aantal details van het plan nog wel zelf invullen, zoals de tijdsplanning en de taakverdeling. In de plannen zoals die online staan, zijn deze velden toegevoegd en kunnen dus zo worden ingevuld.



Leerlingen van basisschool de Muze interviewen bewoners van het Azielzoekerscentrum voor hun onderzoek.



1. Wat is onze onderzoeksvraag?

Hoe is het voor kinderen tussen tien en twaalf jaar oud om vier dagen zonder internet en beeldschermen (tv, games, whatsapp) te leven?

2. Hoe past deze vraag bij het thema van het project?

Het past bij het subthema 'veranderingen'. David van Goorle had een ideaalbeeld van de wereld en misschien is het beter om te leven in wereld zonder internet en beeldschermen.

3. Wat zal volgens ons het antwoord zijn op de onderzoeksvraag? En waarom denken we dat?

[Dit noemen onderzoekers een 'hypothese'.]

4. Naar welke personen of materialen doen we onderzoek?

Tien kinderen (5 jongens, 5 meisjes) tussen de tien en twaalf jaar oud gaan vier dagen zonder internet en beeldschermen leven.

5. Wat gaan we precies meten?

[Meten kan zijn: hoe lang iets duurt of hoe zwaar iets is.

Meten kan ook zijn: alle mensen dezelfde vraag stellen en dan de antwoorden vergelijken.]

Wij gaan meten hoe kinderen het vinden om zonder internet en beeldschermen te leven. Iedere dag moeten ze dezelfde vragenlijst invullen.

De vragen:

1. Is het gelukt om vandaag zonder internet te leven? *Ja of nee*
Zo nee, hoe vaak heb je internet gebruikt?
2. Is het gelukt om vandaag zonder beeldschermen te leven? *Ja of nee*
Zo nee, hoe vaak heb je beeldschermen gebruikt?
3. Hoe vind je het om zonder internet te leven?
Heel makkelijk, een beetje makkelijk, een beetje moeilijk of heel moeilijk?
4. Hoe vind je het om zonder beeldschermen te leven?
Heel makkelijk, een beetje makkelijk, een beetje moeilijk of heel moeilijk?

6. Op wat voor manier gaan we meten?

[Bijvoorbeeld met een testje, een vragenlijst of interviews.]

Iedereen vult dezelfde vragenlijst in.

7. Hoe vaak of bij hoeveel mensen moeten we het onderzoek doen om echt antwoord op de vraag te krijgen?

Er doen tien kinderen mee (5 meisjes, 5 jongens). Iedereen vult vier keer (iedere dag één) dezelfde vragenlijst in.

8. Hoe schrijven we de resultaten op tijdens het uitvoeren van het onderzoek?

[Antwoorden kort opschrijven, in een tabel opschrijven, streepjes zetten.]

Wij gaan de antwoorden in een tabel opschrijven:

Vraag	
Is het gelukt om vandaag zonder internet te leven?	Ja: kinderen Nee: kinderen
Zo nee, hoe vaak heb je internet gebruikt?	Gemiddeld keer
Is het gelukt om vandaag zonder beeldschermen te leven?	Ja: kinderen Nee: kinderen
Zo nee, hoe vaak heb je internet gebruikt?	Gemiddeld keer
Hoe vind je het om zonder internet te leven?	Heel makkelijk: kinderen Een beetje makkelijk: kinderen Een beetje moeilijk: kinderen Heel moeilijk: kinderen
Hoe vind je het om zonder beeldschermen te leven?	Heel makkelijk: kinderen Een beetje makkelijk: kinderen Een beetje moeilijk: kinderen Heel moeilijk: kinderen

9. Wat moet in het onderzoek hetzelfde blijven en wat verandert (eerlijk meten)?

Hetzelfde: De vragenlijst, de tien kinderen die leven zonder internet en beeldschermen

Anders: De kinderen leven zonder internet of beeldscherm, terwijl ze dat normaal wel hebben

10. Plan hieronder wanneer je de onderzoeksactiviteiten doet.

Activiteit:	Plaats/locatie:	Dag:	Tijd:

11. Welke hulp en materialen hebben we nodig?

We hebben voor tien kinderen vier vragenlijsten nodig (40 vragenlijsten in totaal). We moeten deze vragenlijsten printen.

12. Van wie hebben we toestemming nodig, behalve van de leraar van onze groep?

13. Wie doet er wat bij de voorbereiding en de uitvoering van het onderzoek?

Naam:	Taken:	Wanneer af:

Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen (WKRU)

Dit boek is een uitgave van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen (WKRU). Het WKRU is een knooppunt tussen leraren en kinderen van het basis- en voortgezet onderwijs, onderzoekers van de Radboud Universiteit en pabo-docenten en -studenten van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN).

Missie

Het WKRU heeft tot doel de relatie tussen de RU en het basis- en voortgezet onderwijs verder te versterken en te komen tot een betere afstemming tussen vraag en aanbod van wetenschappelijke kennis voor het onderwijs. Hiermee wil het WKRU de houding van leerlingen en (toekomstige) leraren ten opzichte van wetenschap en technologie positief beïnvloeden en hun onderzoekende houding stimuleren. Daarnaast wil het WKRU onderzoekers van de RU een podium geven om hun wetenschappelijke resultaten en de implicaties daarvan ten toon te kunnen spreiden aan een breed publiek.

Activiteiten

Het WKRU heeft een gevarieerd palet van activiteiten, waaronder: jaarlijkse nascholingsdagen wetenschap en technologie voor pabo-studenten en leraren basis onderwijs (Winterschool), samenwerking in projectteams tussen wetenschappers, pabo-studenten en leraren waarbij een wetenschappelijk onderwerp vertaald wordt naar een project rondom onderzoeksactiviteiten, kinderlezingen (Mystery X), cursussen voor jonge onderzoekers waarin ze leren hoe ze hun onderwerp toegankelijk kunnen maken voor kinderen (Onderzoeker in de klas), een professionaliseringscursus Onderzoekend leren, studiedagen voor docenten uit het voortgezet onderwijs... en nog veel meer (zie www.wkru.nl).



Radboud Universiteit Nijmegen

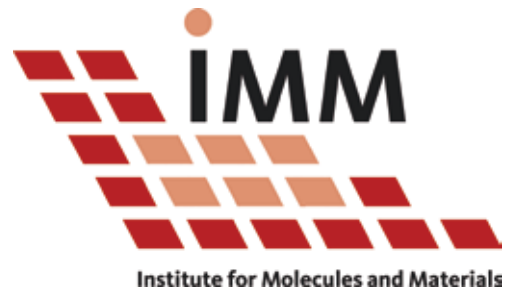


Radboudumc





**Institute for Science,
Innovation and Society**



Faculteit der Letteren

Foto- en illustratieverantwoording

Tenzij hieronder anders vermeld zijn de foto's in deze uitgave gemaakt door het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit ©**WKRU 2015**. Deze foto's vallen *niet* onder de Creative Commons Licentie omdat op veel van de foto's leerlingen of door hen gemaakte materialen staan afgebeeld, waardoor geen toestemming voor hergebruik kan worden gegeven.

• Groeimodel onderzoekend leren CC BY SA 4.0 WKRU	p. 18
• Het vragenmachientje CC BY SA 4.0 WKRU	p. 36
• Onderzoeksplan CC BY SA 4.0 WKRU	p. 39
• De ATLAS detector © 2014 CERN	p. 46
• Niveaus materie © Nikhef	p. 48
• Omtrek LHC CC BY SA 4.0 Maximilien Brice (CERN)	p. 50
• ATLAS detector CC BY-SA 2.0 Argon National Laboratory	p. 51
• Botsing Higgsdeeltje in ATLAS detector © 2014 CERN	p. 51
• Foto Nicolo de Groot, archief Nicolo de Groot	p. 53
• Foto Frank Filthaut, archief Frank Filthaut	p. 53
• Formaat elementaire deeltjes CC BY SA 4.0 WKRU; gebaseerd op:	p. 55
– Person icon Black CC BY-SA 4.0 door Macruz(WMF)	
– Red blood cell CC 3.0 door DBCLS	
– ©iimages/123RF Stockfoto	
– Nucleus drawing CC BY-SA 3.0 door Marekich	
• Een atoom ©iimages/123RF Stockfoto	p. 56
• De ATLAS detector © 2014 CERN	p. 57
• Metafoor Higgsveld © 1996 CERN	p. 59
• Grafische weergave dobbelspel CC BY SA 4.0 WKRU	p. 70
• Uitgewerkt onderzoeksplan CC BY SA 4.0 WKRU	p. 86, 87
• Neuronen en Synapsen door NIH, Publiek domein	p. 91
• Dandy Walker malformation (Radiopaedia.org), CC BY-NC-SA 3.0 Ian Bickle	p. 92
• Foto Hans van Bokhoven, archief Hans van Bokhoven	p. 93
• Foto Arjan de Brouwer, CC BY SA 4.0 WKRU	p. 93
• Human male karyotype door NHGRI CC BY-SA 3.0, publiek domein	p. 96
• Eukaryote DNA CC BY-SA 3.0 Sponk (vertaling WKRU)	p. 96
• Hersengebieden door Arjan Brouwer, CC BY SA 4.0 WKRU; gebaseerd op:	p. 97
– CC BY 2.5 Patrick J. Lynch, medical illustrator	
• IQ curve CC BY SA 2.5 Alessio Damato, Mikhail Ryazanov	p. 98
• Schema activiteit door Dirk Schubert CC BY SA 4.0 WKRU	p. 111
• Symbolen van een genetische stamboom CC BY SA 4.0 WKRU	p. 120
• Uitgewerkt onderzoeksplan CC BY SA 4.0 WKRU	p. 127, 128
• Copernicaans Wereldbeeld, Publiek domein	p. 130
• Het graf van Goorle, foto Klaas Tijdsma	p. 132
• Titelblad Exercitationes, bron Tresoar, Leeuwarden	p. 133
• Document onderzoek, Publiek domein	p. 134
• Henricus de Veno, bron Museum Martena, Franeker	p. 135
• Inschrijvingsbewijs Universiteit Gorlaeus, foto Christoph Lüthy	p.135
• Rechtszaak tegen Bruno door Ettore Ferrari, Publiek domein	p. 136

• Geocentrisch wereldbeeld door Bartolomeu Velho, Publiek domein	p. 136
• Aristoteles, foto Giovanni Dall'Orto	p. 137
• Democritus door José Ribera, Publiek domein	p. 137
• Abraham Gorlaeus, door Hendrik Goltzius, Publiek domein	p. 138
• Foto Christoph Lüthy, archief Christoph Lüthy	p. 139
• Boek Christoph Lüthy, Publiek domein	p. 139
• Copernicaans Wereldbeeld door Andreas Cellarius, Publiek domein	p. 143
• Canon van de Geschiedenis, bron: entoen.nu	p. 146
• CMS Higgs-event CC BY-SA CMS 3.0 door Lucas Taylor	p. 147
• Abraham Gorlaeus door J. de Gheijn, publiek domein	p. 150
• Uitgewerkt onderzoeksplan CC BY SA 4.0 WKRU	p. 169, 170

Met betrekking tot enkel illustratiemateriaal is het de uitgever ondanks zorgvuldige inspanningen daartoe, niet gelukt eventuele rechthebbende(n) te achterhalen. Mocht u van mening zijn (auteurs) rechten te kunnen doen gelden op illustratiemateriaal in deze uitgave dan verzoeken wij u om contact op te nemen met de uitgever.