ASSOCIATIE KU LEUVEN

Laura Tamassia
Goele Cornelissen
Fien Depaepe
Maarten Simons
Thomas Storme
Kristof Van de Keere
Stephanie Vervaet

Handleiding Darwin de onderzoeker

Voor lerarenopleiders

SCHOOL OF EDUCATION
UC Leuven Limburg MOVING MINDS
KU LEUVEN
vives
VAK DIDAC TIEK.BE

Handleiding Darwin de onderzoeker

Voor lerarenopleiders

Beste lerarenopleider

In deze handleiding kan je de nodige informatie, didactische suggesties en concrete tips vinden om in je eigen praktijk aan de slag te gaan met de digitale leeromgeving *Onderzoek in Beweging*.

Onderzoek in Beweging is direct bruikbaar in de klas in het lager en secundair onderwijs en is gekoppeld aan trajecten voor de geïntegreerde en specifieke lerarenopleidingen (lager en secundair onderwijs).

Het algemene doel van *Onderzoek in Beweging* is om de onderzoekspraktijk te ontsluiten voor jonge mensen. Het uitgangspunt is dat jonge mensen op school niet alleen onderzoekscompetenties verwerven, maar ook de kans krijgen om door de fascinerende, dynamische en complexe wereld van het onderzoek aangesproken te worden. Zo kunnen ze interesse voor onderzoek als iets van de wereld ontwikkelen, en dit in het kader van een brede wetenschappelijke vorming voor alle leerlingen.

De ontwikkelde digitale leermaterialen en het didactisch concept van *Onderzoek in Beweging* zijn een antwoord op de volgende twee vragen:

1. Hoe kunnen leerlingen een *authentiek* beeld krijgen van wat onderzoek is en wat een onderzoeker doet?

2. Hoe leiden we leraren op om leerlingen in contact te brengen met een authentiek beeld van de onderzoekspraktijk?

De didactische scenario's van *Onderzoek in Beweging* zijn Black Boxen van onderzoek die leerlingen kunnen openen. Uitgangspunt is dat de praktijk van onderzoek vaak onzichtbaar blijft. Daarin kunnen leerlingen de praktijk van onderzoek exploreren vertrekkend vanuit authentiek materiaal (onderzoeksartefacten) zoals artikels, foto's en video's van onderzoekers, van instrumenten en labo's, aankondigingen van ontdekkingen en prijzen, interviews, e-mails en brieven van onderzoekers en kaarten met de locaties van onderzoek.

De leermaterialen die exemplarisch werden ontwikkeld, zijn in de eerste plaats bruikbaar voor de vakken wereldoriëntatie in het lager onderwijs en fysica, gedragswetenschappen en wetenschappelijk werk in het secundair onderwijs. Het didactisch concept van *Onderzoek in Beweging* is echter generiek en laat toe ook bijkomende leermaterialen en didactische scenario's te bedenken. Je vindt hier als lerarenopleider dus ook suggesties om zelf een scenario voor je eigen vak (of vakoverschrijdend) te ontwikkelen, en om de studenten van de lerarenopleiding uit te dagen zelf een scenario te bedenken.
Ten slotte, kan je in de White Boxen meer informatie vinden over de ideeën en de auteurs die ons hebben geïnspireerd. We hopen dat je daardoor ook geïnspireerd kan worden om te streven naar interessevorming voor en door onderzoek in je klaspraktijk.

Inhoudstafel

1. Wat is Onderzoek in Beweging? 5
1.1 De wereld van onderzoek ontsluiten voor jonge mensen 5
WhiteBox 1: INTERESSEVORMING 9
1.2 Onderzoeksresultaten als Black Boxen 10
WhiteBox 2: BLACK BOX 13
1.3 Focus op de praktijk van het onderzoek 14
WhiteBox 3: DIVERSITEIT 15
1.4 Authenticiteit: aandacht voor onderzoeksartefacten 16
WhiteBox 4: DINGEN DIE ER TOE DOEN 17
1.5 Visualiseren en multidimensionaliteit 18
WhiteBox 5: COMPLEXITEIT VISUALISEREN 20

2. Hoe werken met Onderzoek in Beweging? 21
2.1 Black Boxen, oefeningen en taken 21
2.2 Exploratieoefeningen 22
WhiteBox 6: VERBINDINGEN 23
2.3 Ideeën die jonge mensen hebben over onderzoek, worden bespreekbaar 24
2.4 Tips om interessevorming voor onderzoek concreet te realiseren in je klas 26
2.4.1 Klassetting en keuze van de digitale middelen 26
2.4.2 Organisatie en tijd 27
2.4.3 Beginnen, ondersteunen, eindigen 29
2.4.4 Aandacht voor taalgebruik inzake onderzoek 31

3. Onderzoek in Beweging in de lerarenopleiding 32
3.1 Drie fasen in de lerarenopleiding 32
3.1.1 Fase 1: de student ontdekt de wereld van het onderzoek 32
3.1.2 Fase 2: de student begeleidt anderen bij de ontdekking van de wereld van het onderzoek 33
3.1.3 Fase 3: de student, als onderzoeker en innovator, ontwerpt nieuwe opdrachten 33
3.2 Ontwerponderzoek en gebruik van de Black Box Onderzoek in Beweging 34
3.3 Trajecten voor de lerarenopleiding 36

4. Blackbox "Darwin de onderzoeker" 39
4.1 Inleiding 39
4.2 Algemene informatie, met doelgroep en link met eindtermen 39
4.3 Oefeningen met voorbeeldantwoorden en tips 45
4.3.1 Darwin gaat op expeditie 46
4.3.2 Darwin observeert 49
4.3.3 Darwin leest 52
4.3.4 Darwin verzamelt 54
4.3.5 Darwin schrijft 56
4.3.6 Darwins theorie 58

1. Wat is Onderzoek in Beweging?

1.1 De wereld van onderzoek ontsluiten voor jonge mensen

We leven in een samenleving waarin onderzoek in toenemende mate doordringt tot het leven van iedereen. Tegen die achtergrond wordt de school vandaag verondersteld voor de uitdaging te staan om leerlingen de nodige kennis, vaardigheden en attitudes mee te geven die iemand nodig heeft om met een onderzoekende houding in het leven te staan en/of om aan onderzoek te doen.

Dit project gaat er vanuit dat het van belang is dat jonge mensen, in het kader van een brede wetenschappelijke vorming voor alle leerlingen, op school niet alleen onderzoekscompetenties verwerven, maar ook de kans krijgen om door de fascinerende, dynamische en complexe wereld van het onderzoek aangesproken te worden. Vooral wanneer onderzoek een *authentieke leerinhoud* wordt, kunnen jonge mensen geïnteresseerd geraken in onderzoek en op deze manier door onderzoek gevormd worden. Meer over het concept 'vorming' vind je in WhiteBox 1.

Hoewel onderzoek, met onderzoekend leren en leren onderzoeken, de laatste jaren aan belang heeft gewonnen in het Vlaamse onderwijs, stelt men vast dat de aandacht voor de gehele, veelzijdige context van de *onderzoekspraktijk* veelal ontbreekt.[1]

Om interessevorming voor onderzoek mogelijk te maken in het onderwijs, is het cruciaal dat (toekomstige) leerkrachten zelf blootgesteld worden aan de complexiteit en diversiteit van de onderzoekspraktijk, en dat ze leermaterialen en ideeën voor de didactische aanpak kunnen gebruiken én zelf ontwikkelen om de wereld van het onderzoek te kunnen ontsluiten voor leerlingen.

Daarom heeft het project Onderzoek als Authentieke Leerinhoud de digitale leeromgeving *Onderzoek in Beweging* (http://www.onderzoekinbeweging.be) ontwikkeld.
Deze leeromgeving omvat didactische scenario's die direct bruikbaar zijn in de klas en biedt daarnaast vormingspakketten voor de lerarenopleiding die toekomstige leerkrachten in staat stellen om de onderzoekspraktijk op een authentieke manier in de klas te brengen.

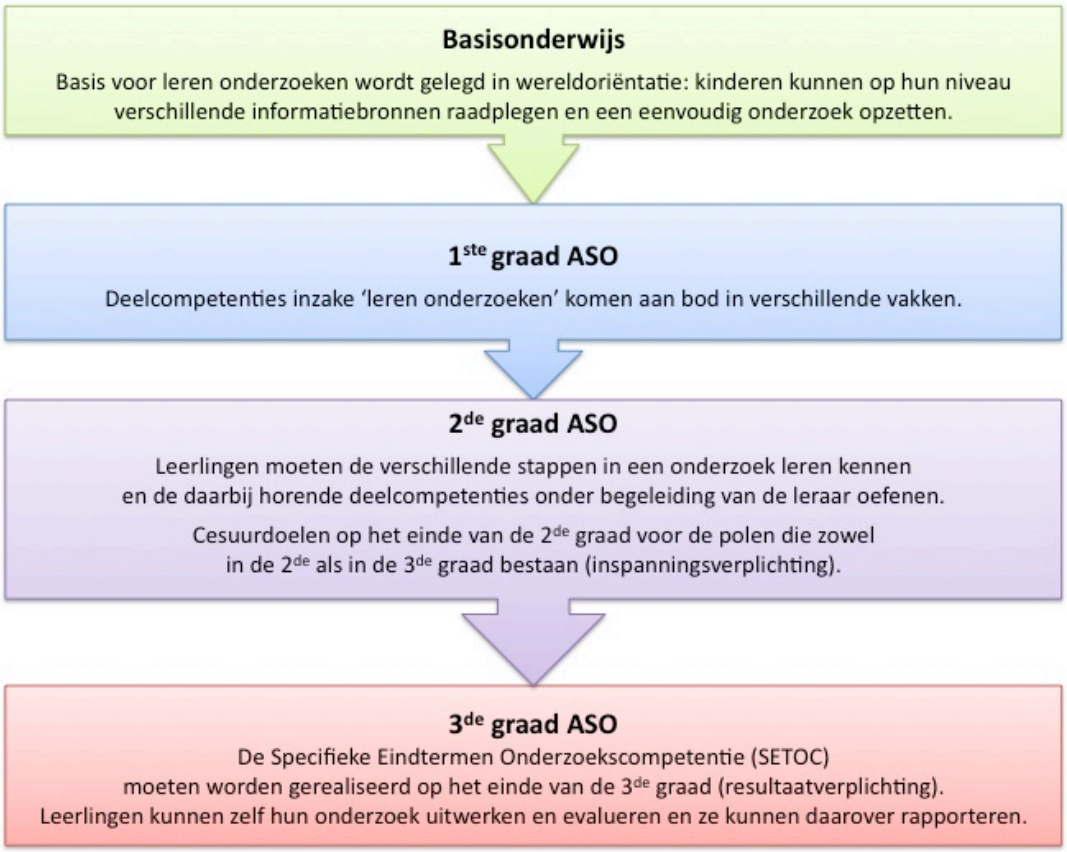
De term 'onderzoek' is op een bepaalde manier deel gaan uitmaken van het denken en spreken over het onderwijscurriculum van de 21ste eeuw. De belangrijkste reden daarvoor is dat 'kunnen onderzoeken' tegenwoordig beschouwd wordt als één van de transversale vaardigheden die cruciaal zijn om in het leven te kunnen staan en te kunnen werken.[2] Bijgevolg, heeft de 'leerlijn leren onderzoeken'[3] vorm gekregen in de

---

[1] Zie G. Cornelissen, L. Tamassia, S. Vervaet, F. Depaepe, K. Van De Keere, M. Simons, Tijd voor onderzoek als authentieke leerinhoud: een verkenning van eindtermen en leerplannen, Impuls 45/2 (2014).
[2] Zie bv. http://edglossary.org/21st-century-skills/
[3] Zie bv. de volgende documenten van pedagogische begeleidingsdiensten: PB Mechelen-Brussel (2010) Werken aan de onderzoekscompetentie in het aso - Hoe (goed) zijn we al bezig? Vicariaat Onderwijs, Mechelen-Brussel, 27 mei; Pedagogische Begeleidingsdienst

Vlaamse eindtermen en leerplannen, met als sluitstuk de invoering van de decretale verplichting i.v.m. het behalen van de onderzoekscompetentie op het einde van de 3de graad ASO, in uitwerking sinds schooljaar 2005-2006.

Het is van belang te beseffen dat onderzoek in de schoolpraktijk niet alleen een zaak is van leerkrachten in de 3de graad van het ASO en van lerarenopleiders in de specifieke lerarenopleiding (SLO). De leerlijn leren onderzoeken begint immers reeds in het basisonderwijs, in de vorm van onderzoekend leren. Dit is een didactische werkvorm waarbij het leren van vakinhouden gekoppeld wordt aan het inoefenen van specifieke onderzoeksvaardigheden en aan het stimuleren van bepaalde (onderzoeks-)houdingen. De basis van (leren) onderzoeken wordt dus via onderzoekend leren in het basisonderwijs gelegd en loopt verder door het hele secundair onderwijs, met een verschuiving van onderzoekend leren naar leren onderzoeken, waar onderzoeksvaardigheden en houdingen centraal komen te staan.
Onderzoek is dus transversaal aanwezig in het schoolcurriculum en de lerarenopleidingen lager en secundair onderwijs worden hier allemaal mee geconfronteerd, zie figuur 1.



Figuur 1: Leerlijn leren onderzoeken in het Vlaams onderwijs. Alleen voor het ASO zijn er decretale verplichtingen inzake onderzoekscompetentie. In verschillende TSO richtingen komen de deelcompetenties i.v.m. onderzoek echter ook aan bod.

GO! (2013) Onderzoekscompetentie 1e graad A-stroom, 2e en 3e graad aso. Informatiebrochure. Brussel, april; VVKSO (2008) Onderzoekscompetentie in leerplannen van de derde graad aso. Brussel, 26 juni.

Terwijl onderzoek vandaag op deze manier deel uitmaakt van het onderwijscurriculum, is het onderzoek ook een concrete maatschappelijke praktijk, die dagelijks plaatsvindt en waarbinnen dagelijks tal van mensen werkzaam zijn. We spreken hier niet enkel over het hedendaagse onderzoek, waarmee leerlingen heel vaak geconfronteerd worden via de media en waarbinnen ze zelf in de toekomst misschien aan de slag zullen gaan, maar ook over het onderzoek in het verleden, dat ook mee vorm heeft gegeven aan de kennis die leerlingen terugvinden in hun leerboeken (zie figuur 2).

Figuur 2: Onderzoek op school versus onderzoek in de wereld. *Onderzoek in Beweging* wil onderzoek zoals een praktijk die bestaat in de wereld, ook in het schoolcurriculum brengen.

Het feit dat onderzoek vaak aan bod komt op school betekent echter nog niet dat de wereld van onderzoek ook als (authentieke) leer*inhoud* aan bod komt. Zoals het duidelijk zichtbaar is in het schema van figuur 1, komt onderzoek vandaag op school en in de lerarenopleiding vooral aan bod als een methodiek voor het verwerven van onderzoeksvaardigheden/competenties. Het gaat immers over het volgen van de stappen van de zogenoemde onderzoekscyclus, het nauwkeurig verzamelen van data, het correct vermelden van bronnen... Onderzoek staat hier echter steeds in dienst van iets anders (verwerven van kennis, vaardigheden en attitudes) en kan bijgevolg heel moeilijk verschijnen als leerinhoud. Op die manier is er het risico dat aan leerlingen geen inkijk wordt geboden in de wereld van het onderzoek zelf en in de zeer diverse, complexe en fascinerende praktijken die, zowel vandaag als in het verleden, met die wereld verbonden zijn. Dit zorgt er niet alleen voor – en hierover bestaat heel wat

internationale literatuur[4] - dat leerlingen allerlei misconcepties ontwikkelen over wat onderzoek doen werkelijk is. Het zorgt er vooral ook voor dat jongeren zich geen authentiek beeld kunnen vormen van de wereld van onderzoek of dat ze daar geen betekenis aan kunnen geven. Daarom biedt *Onderzoek in Beweging* didactisch materiaal en een pedagogisch-didactisch concept aan om de onderzoekspraktijk zelf ook zichtbaar te maken op school.

Onderzoek in Beweging is bedoeld als een *verrijking* van de huidige didactiek van onderzoek in de klas en wil deze in geen geval vervangen. Integendeel, het werken met de materialen van *Onderzoek in Beweging* wordt best *gecombineerd* met de activiteiten die normaal plaatsvinden i.v.m. onderzoek in de klas. Er kunnen verschillende paden gevolgd worden om leerlingen en studenten van de lerarenopleiding een inkijk te geven in de wereld van onderzoek.

Hier wordt gekozen voor een digitale leeromgeving, gebaseerd op authentieke materialen die de wereld van onderzoek binnenbrengen in de klas. Met *Onderzoek in Beweging* kunnen leerlingen deze wereld digitaal exploreren zonder de klas te moeten verlaten. Op deze manier wordt de digitale leeromgeving een venster op de wereld van onderzoek die leerlingen zelf kunnen ontdekken.

Andere mogelijkheden om jonge mensen in contact te brengen met de wereld van onderzoek zijn bijvoorbeeld:

- *leerlingen/studenten fysiek naar de 'wereld van het onderzoek' brengen via bezoeken aan en samenwerking met onderzoekers in onderzoeksinstellingen*
- *onderzoekers in de klas uitnodigen in het kader van wetenschapsweek, studiedagen enz.*
- *vakinhoudelijk contact zoeken met hedendaags onderzoek, bv. door verbanden tussen leerstof en onderzoeksactualiteit te leggen in de les, door oefeningen te gebruiken gebaseerd op echte onderzoeksdata, door het onderzoek van het verleden achter de leerinhouden in de leerplannen terug tot leven te brengen, bijvoorbeeld door samen die oude publicaties te lezen en te bespreken.*

De digitale leeromgeving kan eenvoudig gecombineerd worden met deze of andere mogelijkheden.

[4] Zie bv. D. Hodson, Science Fiction: the continuing misrepresentation of science in the school curriculum, Curriculum Studies, Vol. 6, No. 2, 1998 en verder (sectie 2.3).

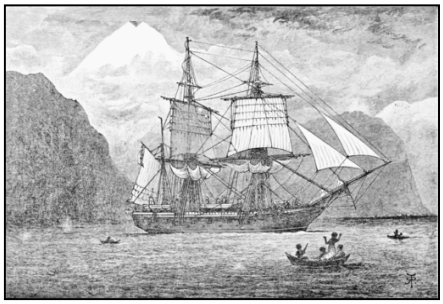
WhiteBox 1: INTERESSEVORMING

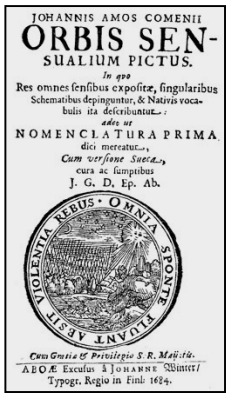
"Certainly, I never learned anything unless I left, nor taught someone else without inviting him to leave his nest."

"The voyage of children, that is the naked meaning of the Greek word *pedagogy*. Learning launches wandering."

Michel Serres
The troubadour of knowledge. Ann Arbor: The University of Michigan Press (1997)

Onderzoek komt op verschillende manieren aan bod in het onderwijs: onderzoekend leren, kennismaken met de onderzoekscyclus, onderzoekscompetenties verwerven. Dit is allemaal erg belangrijk, maar misschien ontbreekt hier nog iets. Laten we dit als een vraag formuleren: is er voldoende gelegenheid om onderzoek-doen op zo'n manier tot leven te wekken dat leerlingen als het ware in de wereld van het onderzoek worden getrokken? We gaan er vanuit dat dit nu al te vaak – en ondanks alle goede bedoelingen – tussen de mazen van het net valt. En waarom is het toch belangrijk om dit een plaats te geven in het onderwijs? De reden is eigenlijk eenvoudig: we gaan er vanuit dat jonge mensen pas echt een interesse voor wetenschap en onderzoek kunnen ontwikkelen indien ze ook blootgesteld worden aan die wereld. Waar het hier om gaat is interessevorming. Eenvoudig gezegd: aan jonge mensen de kans geven dat iets buiten hun vertrouwde wereld plots hun interesse opwekt, dus interessant wordt en hen uitdaagt om die vreemde wereld van onderzoek verder te verkennen. Hiervoor reserveren we de term interesse-vorming, en we gaan er vanuit dat leerlingen niet enkel iets van, over en door onderzoek moeten leren, maar dat ze minstens de kans krijgen om erdoor gevormd te worden. Terwijl 'leren' verwijst naar het verwerven van kennis, vaardigheden of houdingen, gebruiken we de term 'vorming' om te verwijzen naar een verandering in de manier waarop jonge mensen zich verhouden tot een wereld die voor hen nieuw is (en zich dus ook plots anders ten opzichte van zichzelf moeten verhouden). Eenvoudigweg: vele jonge mensen leren rekenen en leren een vreemde taal, maar het zijn maar enkele leerlingen die door de wiskunde of het Frans gevormd worden. Dit laatste wil zeggen: voor wie die wiskunde of het Frans plots een centrale(re) plaats opeist in hun (leef)wereld en echt betekenisvol wordt. Het heeft hen gegrepen, het interesseert hen, het laat hen niet meer los. We gaan er niet vanuit dat iedereen door de wereld van taal, wiskunde of onderzoek wordt gegrepen, maar wel dat iedereen daartoe de kans krijgt. En dat betekent dat we best proberen om 'onderzoek' ook op zo'n manier binnen te brengen in het onderwijs dat het die interesse kan opwekken. We kunnen jongeren meenemen naar een onderzoekscentrum of laboratorium en ze op deze manier direct onderdompelen in de wereld van onderzoek. Dit is heel waardevol en gaat de nieuwsgierigheid van leerlingen wekken, maar te vaak krijgt die onderzoekspraktijk geen diepe aandacht meer in de klas waardoor het bezoek niet kan leiden tot een vormende ervaring voor leerlingen. Om interessevorming mogelijk te maken, is het belangrijk om de wereld of het onderzoek – we spreken liever van 'onderzoek in beweging' of de 'praktijk van onderzoek' – *in de klas* te presenteren. Mits de juiste oefeningen en afbeeldingen moet het mogelijk zijn om leerlingen aandachtig te maken voor wat onderzoekers doen, wat hen allemaal bezighoudt en dus ook wat onderzoek doen dagdagelijks inhoudt. Op die manier geven we jonge mensen de kans om hun vertrouwde leefwereld te verlaten en om geïnteresseerd te geraken in wat we vandaag nog vaak de ivoren toren van de universiteit en de wetenschap noemen. Onbekend is onbemind.




JOHANNIS AMOS COMENII
ORBIS SENSUALIUM PICTUS.
In quo
Res omnes sensibus expositæ, singularibus Schematibus depinguntur, & Nativis vocabulis ita describuntur...:
adeo ut
NOMENCLATURA PRIMA
dici mereatur...,
Cum versione Suecæ...,
cura ac sumptibus
J. G. D. Ep. Ab.
REBUS · OMNIA SPONTE FLUANT ABSIT VIOLENTIA
Cum Gratia & Privilegio S. R. Maiestis.
ABOÆ Excusus à JOHANNE Winter/
Typogr. Regio in Finl. 1684.

1.2 Onderzoeksresultaten als Black Boxen

Het basisconcept van *Onderzoek in Beweging* is de black box waarin onderzoek vaak is gehuld. Deze term en de achterliggende idee ontlenen we aan de filosoof Bruno Latour, meer hierover vind je in WhiteBox 2. Heel veel van de praktijk van het onderzoek zit in een soort van zwarte doos, en is bijgevolg niet zichtbaar.
Wat bedoelen we hiermee?

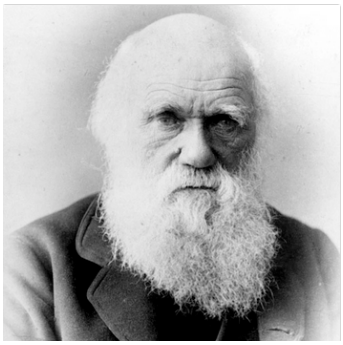
Hebben je leerlingen zich ooit afgevraagd waar de 'wetenschappelijke feiten' of 'kennis' in de leerboeken vandaan komen?
Ze zijn het resultaat van onderzoek!
Maar hoe dat onderzoek allemaal verlopen is, wordt snel vergeten, of al te schematisch vertaald naar een formeel schema, zoals de onderzoekscyclus.
Hoe zijn die feiten, feiten geworden? Was men het hier steeds over eens? Zal men het hierover eens blijven? Wat deden onderzoekers concreet om dit te onderzoeken? Wie waren ze? Waar vertoefden ze?
Een inkijk in de complexe, maar boeiende onderzoekspraktijk wordt op die manier vergeten of zelfs verhinderd; de praktijk van het onderzoek wordt als het ware opgesloten in een 'zwarte doos'.

Bekende onderzoekers worden soms zelf een black box! Hun naam wordt op een theorie 'geplakt', of op een ziekte, een verschijnsel, een instrument, maar we weten weinig van hen, en in het bijzonder weten we niet precies hoe ze verbonden zijn aan de kennis of ding dat hun naam draagt. Denk bijvoorbeeld aan het Cartesiaans assenstelsel, de dieselmotor, het syndroom van Down, de wet van Ohm, het Higgsboson ... . Deze namen en dingen zijn misschien heel erg bekend, maar wat er precies achter die namen schuilgaat, lijkt goed verborgen te zitten in een zwarte doos.

Alle didactische scenario's van *Onderzoek in Beweging* zijn ontworpen vertrekkend vanuit een black box. Het doel van de didactische scenario's die we aanreiken is om jonge mensen de kans te geven om deze black box terug te openen, en te exploreren wat er in de concrete onderzoekspraktijk allemaal gebeurt.

We hebben de volgende black boxen gekozen:

1. Darwin de onderzoeker

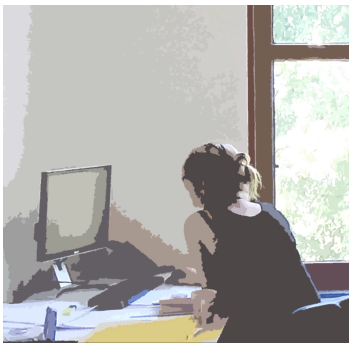


Darwin is onlosmakelijk verbonden met de evolutietheorie en ook het omgekeerde geldt. Hij wordt vaak geciteerd in natuurdocumentaires, maar ook in veel andere contexten waarin een 'natuurlijke selectie' zou plaatsvinden. Darwin is een 'bekend figuur', ook voor leerlingen. Maar dat Darwin een onderzoeker is geweest, wat hij concreet gedaan heeft, met wie hij communiceerde en waar zich dat allemaal afspeelde, weten we vaak niet. Darwin is heel bekend, maar Darwin de onderzoeker is voor ons een zwarte doos.

2. Nobelprijs fysica 2013

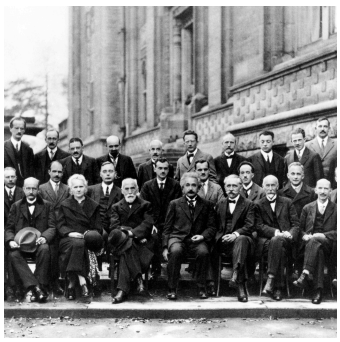
In 2013 wordt de Nobelprijs fysica toegekend aan Englert en Higgs voor de theoretische voorspelling van een mechanisme en van een deeltje, nadat dit deeltje in 2012 werd ontdekt door de experimenten in CERN. Deze wetenschappelijke prijs is een erkenning van het bestaan van een deeltje, van het 'correct zijn' van een model en – uiteraard - van de onderzoekers die de onderliggende theorie hebben ontwikkeld. Maar wat is er allemaal aan vooraf gegaan? Wat is er allemaal gebeurd dat die twee mensen in 2013 die prijs hebben mogen ontvangen? Wat en wie was betrokken bij het onderzoek dat geleid heeft tot de toekenning van die prijs?
De Nobelprijs kennen we waarschijnlijk allemaal, die is heel erg zichtbaar, maar alles wat eraan voorafgaat blijft heel vaak een zwarte doos.

3. Proefschrift pedagogische wetenschappen



Het moment waarop jonge onderzoekers hun doctoraat verdedigen is een soort afsluiter van een intensieve, en vaak zeer complexe zoektocht die hen in vele richtingen heeft doen zoeken. Die zoektocht wordt als het ware ingepakt in een boek of een bundeling van wetenschappelijke artikelen: een proefschrift. Keurig geschreven, mooi gestructureerd en geordend, geen woord te veel of te weinig, hier en nu voor een publiek gepresenteerd. Op dat moment worden alles zijsporen, alle afwijkingen en verplaatsingen, de probeersels en de vele interacties met andere onderzoekers aan het oog onttrokken. Het proefschrift is heel tastbaar en zichtbaar, maar alles wat daaraan vooraf gaat en alles wat ertoe bijgedragen heeft, wordt heel vaak aan het zicht onttrokken. We kennen de input (de onderzoeker) en we kennen ook de output (het proefschrift), maar het doctoraatsonderzoek blijft vaak een zwarte doos.

4. Solvay Conferentie 1927

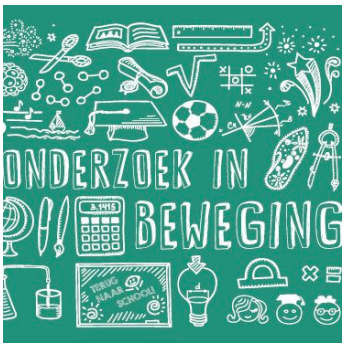


In 1927 vond de 5de Solvay Conferentie in de fysica plaats in Brussel. Deze conferentie wordt beschouwd als een mijlpaal in de geschiedenis van wetenschap en wordt vaak aangeduid als het moment wanneer de kwantummechanica vorm gekregen heeft. Van de conferentie is vooral de intrigerende zwart-wit groepsfoto beroemd geworden: drie rijen van serieus kijkende wetenschappers van wie de meerderheid Nobelprijswinnaar was of is geworden. Maar wat is er eigenlijk gebeurd tijdens de conferentie? Wat hebben de onderzoekers die je op de foto ziet, gedaan en gezegd? Hoe is de conferentie tot stand gekomen en wat is daarna gebeurd met de onderzoekers en hun theorieën? Leeft de onderzoekspraktijk van die oude conferentie nog door in de conferenties van vandaag?
De groepsfoto met de namen van de aanwezige wetenschappers en hun biografie kunnen we gemakkelijk vinden via google, maar wat er achter die foto schuilgaat, blijft voor ons een zwarte doos.

5. Onderzoek in Bedrijf

Jytte werkt als onderzoekster in het bedrijf Mirion Technologies in Olen. Als we Jytte opzoeken op het internet, kunnen we gemakkelijk vinden dat ze de functie heeft van 'Detector Scientist - Technical Sales Support PIPS Detectors' in het bedrijf.
Maar wat doet Jytte precies in haar werkdag? Met wie interageert ze? Waarmee werkt ze? Terwijl we de officiële functiebenaming van Jytte gemakkelijk kunnen achterhalen, blijft de concrete, dagelijkse onderzoekspraktijk van Jytte in het bedrijf voor ons een black box.

6. Onderzoek in Beweging



Onderzoek in Beweging is ook het resultaat van onderzoek!
Maar voor jullie lerarenopleiders is wat er achter de scenario's, de didactiek en deze handleiding schuil gaat een black box: jullie weten niet hoe deze materialen vorm gekregen hebben door onderzoek. Daarom willen we jullie de kans geven om de black box van *Onderzoek in Beweging* terug te openen (via 'Over Ons' op de website). Zo kunnen jullie ontdekken hoe het onderzoeksteam van *Onderzoek in Beweging* is gekomen tot een pedagogisch concept, hoe dit vertaald werd naar concrete didactische materialen, hoe deze materialen ontworpen, getest en verfijnd werden om uiteindelijk de finale versie te worden die jullie in de klas kunnen gebruiken. Wat zichtbaar zal worden is dat onderzoek doen geen lineair proces is, maar dat ook wij omwegen hebben gemaakt, andere paden hebben bewandeld, maar hopelijk is dit het resultaat precies ten goede gekomen.

WhiteBox 2: BLACK BOX

"The word **black box** is used by cyberneticians whenever a piece of machinery or a set of commands is too complex. In its place they draw a little box about which they need to know nothing but its input and output."

"We will enter facts and machines while they are in the making; we will carry with us no preconceptions of what constitutes knowledge; we will watch the closure of the black boxes and be careful to distinguish between two contradictory explanations, one uttered when it is finished, the other while it is being attempted."

"We go from final products to production, from 'cold' stable objects to 'warmer' and unstable ones."

Bruno Latour
Science in Action, Harvard University Press (1987)

Filosoof Bruno Latour is pionier geweest in het anders kijken naar de wereld van wetenschappelijk onderzoek. Hij heeft onderzoekers en onderzoeksleiders gevolgd in hun dagelijkse praktijk zoals een schaduw, en heeft terug gekeken naar het onderzoek van het verleden met nieuwe ogen. Latour heeft beseft dat de wereld van wetenschap en technologie twee gezichten heeft, zoals de Romeinse mythische figuur Janus, wiens uitspraken tegenstrijdig zijn.
Het eerste Janus-gezicht is het ene dat ons altijd gepresenteerd wordt, in de leerboeken en in de media, en dat ook gepresenteerd wordt aan jonge mensen: een verzameling van stabiele, objectieve wetenschappelijke feiten, betrouwbare instrumenten en methodes, die vaak de naam dragen van één onderzoeker die deze ontdekt of ontwikkeld heeft. Dit is wetenschap en technologie als eindproduct: een 'koude' verzameling van black boxen. Het tweede Janus-gezicht is het gezicht van onderzoek terwijl het gemaakt wordt, in actie. Daar zien we ideeën die niet stabiel zijn en instrumenten in ontwikkeling die (nog) niet betrouwbaar zijn: samen met Latour openen we de black box en penetreren we een warme, menselijke en minder objectieve wereld waar onderzoekers samenwerken, ook tegen elkaar strijden met publicaties, verder ook lobbyen en strategieën ontwikkelen om hun onderzoek te laten overleven, en dus zowel bezig zijn met inhoudelijke als met financiële zaken. En waar veel meer actoren – mensen en dingen - betrokken zijn dan de weinige onderzoekers die uiteindelijk hun naam verbinden met een wetenschappelijke 'ontdekking' of een instrument.

In Onderzoek in Beweging volgen wij Latour in de idee dat de school ook slechts één Janus-gezicht van het onderzoek laat zien: het eenvoudige en geordende gezicht dat onderzoek heeft wanneer het al 'gemaakt' is. We laten leerlingen black boxen openen om te zorgen dat zij ook het andere, intrigerende Janus-gezicht van onderzoek kunnen ontdekken: onderzoek in beweging.

1.3 Focus op de praktijk van het onderzoek

Een sluitende definitie van 'het onderzoek' is moeilijk te vinden in de wereld van het onderzoek zelf. De manier waarop onderzoekers zelf het eigen onderzoek ervaren en beschrijven, blijkt immers zeer *divers* te zijn. En deze diversiteit kan niet eenduidig in verband gebracht worden met de diversiteit aan onderzoeksdomeinen, zoals verder besproken in WhiteBox 3.
Daarom hebben we ervoor gekozen om niet te vertrekken vanuit een abstracte definitie of model van onderzoek, bijvoorbeeld de bekende onderzoekscyclus. Dit zou de concrete praktijk van het doen van onderzoek niet weerspiegelen.

Het is het onderzoek als menselijke *praktijk*, en juist zijn diversiteit en complexiteit, die centraal staat in dit project. Precies omdat we de onderzoekspraktijk willen zichtbaar maken, vertrekken we vanuit specifieke casussen, onze black boxen.

Afhankelijk van de specifieke Black Box die we willen openen, gaan we met een verschillende 'lens' naar de onderzoekspraktijk kijken.

In de **Black Box Darwin de onderzoeker** wordt er focust op de manier waarop Darwin als onderzoeker in relatie stond met de wereld. Vertrekkend vanuit zijn *activiteiten* als onderzoeker - observeren, lezen, reizen, verzamelen en interageren met anderen - wordt de onderzoekspraktijk van Darwin tot leven gebracht voor jongere kinderen.

In de **Black Box Nobelprijs Fysica 2013** wordt er vanuit de Nobelprijs uitgezoomd naar de *collectieve en maatschappelijke dimensie* van het achterliggende onderzoek. Er wordt hier scherp gesteld op de verscheidenheid van gebeurtenissen en actoren achter die Nobelprijs en op de ingewikkelde en niet lineaire processen in het verloop van het achterliggende onderzoek.

In de **Black Box Proefschrift Pedagogische Wetenschappen** wordt er eerst diep ingezoomd op de *dagelijkse praktijk* van *één* jonge onderzoeker. Daarmee wordt er op de erg concrete onderzoeksplaatsen, haar contacten, de gebruikte instrumenten en artefacten en ook de specifieke onderzoekshandelingen van deze onderzoeker scherp gesteld. Op deze manier ontdekt men dat de onderzoeker deel uitmaakt van een heel netwerk van mensen, locaties en dingen en dat ze, door haar handelingen en dagelijkse activiteiten, verbonden is met een heleboel andere menselijke actoren en zogenaamde niet menselijke actoren (zoals de computer, boeken, etc.).

In de **Black Box Solvay Conferentie 1927** wordt het debat tijdens de conferentie tot leven gewekt en de onenigheid tussen onderzoekers wordt zichtbaar, samen met de verschillende paden die in het onderzoek bewandeld werden. Daarna wordt vanuit de conferentie uitgezoomd, en leerlingen ontdekken hoe dat onderzoek in haar historische context was ingebed. Conferenties zijn een centraal element van de hedendaagse onderzoekspraktijk. Met deze black box ontdekken leerlingen ook de diverse activiteiten en handelingen van onderzoekers tijdens een conferentie.

In de **Black Box Onderzoek in Bedrijf** wordt er ingezoomd op één werkdag van één onderzoekster *in een bedrijf*. Door deze werkdag in detail te volgen, wordt de diversiteit en de complexiteit van de onderzoekspraktijk in het bedrijf tot leven gebracht. De verscheidenheid aan activiteiten, mensen en instrumenten in één werkdag van één persoon, is verbazingwekkend. De manier waarop activiteiten, mensen en dingen met

elkaar verstrengeld zijn in de onderzoekspraktijk, is verwonderlijk. Met deze black box krijgen leerlingen de kans om in de fascinerende onderzoekspraktijk van een hoogtechnologisch bedrijf in Vlaanderen te gluren!

Ten slotte, met de **Black Box Onderzoek in Beweging** krijgt de gebruiker de kans om de bewegingen van onze eigen onderzoekspraktijk van dichtbij te bekijken. Vertrekkend vanuit onze concrete agenda, met vergaderingen, afspraken en deadlines, ontdekt men hoe Onderzoek in Beweging resultaat is van een onderzoeksproject waaraan veel actoren binnen en buiten de onderwijswereld bijgedragen hebben.

WhiteBox 3: DIVERSITEIT

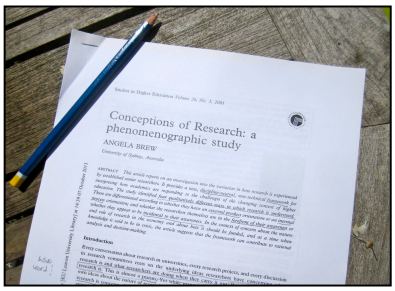
"Researchers know what research is. This is almost a truism."

"When a process of inquiry is talked about or engaged in, what is said and done is dependent upon underlying conceptions about the nature of research."

"Throughout the painstaking analysis of the data, there was an attempt to look beyond ways in which research is traditionally differentiated: such as by disciplinary differences, whether the research is perceived as pure or applied, and differences in methodology."

Angela Brew
Conceptions of Research: a phenomenographic study, Studies in Higher Education Vol. 26, No. 3, 2001

Onderzoek wordt steeds belangrijker in onze maatschappij en als gevolg hebben beslissingen inzake onderzoeksbeleid een steeds grotere impact op de samenleving. Telkens als beslissingen worden genomen die te maken hebben met onderzoek, speelt de *onderliggende opvatting van onderzoek* echter een rol. Dit is in het bijzonder ook het geval wanneer beslissingen worden genomen inzake onderzoek op school.



In deze brede context heeft Angela Brew willen nagaan hoe onderzoekers hun onderzoek ervaren. Ze was geïnteresseerd in de *variatie* in hun opvatting van onderzoek en heeft deze in kaart gebracht. Aangezien er een verwachting is dat de perceptie van onderzoek verbonden zou moeten zijn met het onderzoeksdomein, heeft Angela Brew onderzoekers betrokken uit de drie grote domeinen: natuurwetenschappen & technologie, sociale wetenschappen, humane wetenschappen & kunsten.

Ze heeft vier categorieën kunnen onderscheiden:

- *Domino*: onderzoek als een proces waar verschillende elementen gelinkt worden op een lineaire wijze, om problemen op te lossen en vragen te beantwoorden of te stellen.
- *Handel:* onderzoek als een sociale markt waar het uitwisselen van 'producten' plaatsvindt, zoals bv. publicaties of citaties.
- *Lagen:* onderzoek als een proces van ontdekken, onthullen of creëren van onderliggende betekenis.
- *Reis:* onderzoek als een persoonlijke ontdekkingsreis, die mogelijk naar transformatie van de persoon leidt.

Haar studie heeft aangetoond dat deze categorieën over de domeinen heen voorkomen. Bovendien, zijn er onderzoekers wiens opvatting van onderzoek transversaal ligt over twee of zelfs drie categorieën. Om deze diversiteit te respecteren, hebben we in ons project gekozen om niet te vertrekken vanuit een specifieke conceptie - of 'definitie' - van onderzoek. Angela Brew

verwijst naar het feit dat onderzoeksbeleid het bestaan van de verschillende onderzoeksdomeinen erkent, maar is het ook zo voor de verschillende *concepties* van onderzoek? Men zou dezelfde vraag kunnen stellen i.v.m. het beleid inzake onderzoek op school: houdt men rekening met de verschillende categoriën van opvattingen over wat onderzoek doen betekent? Deze reflectie laten we aan de lezer, samen met de oefening om onderzoek zoals het nu aan bod komt op school, te kaderen binnen de categorieën geïdentificeerd door Angela Brew.

1.4 Authenticiteit: aandacht voor onderzoeksartefacten

Hoe kan men de onderzoeks*praktijk* zichtbaar maken? Door activiteiten, personen maar ook 'dingen' te laten zien die tijdens het onderzoeksproces een rol spelen. Meer over hoe dingen belangrijk kunnen zijn in onderzoek, vind je in WhiteBox 4.
Om het openen van onze black boxen mogelijk te maken voor leerlingen, zijn we eerst zelf in de praktijk van onderzoek gedoken, op zoek naar deze activiteiten, personen, 'dingen' ….
We hebben veel artefacten verzameld die verwijzen naar deze componenten van onderzoek, bijvoorbeeld:

- academische artikels en abstracts
- aankondigingen van ontdekkingen
- aankondigingen van het uitreiken van prijzen
- websites van wetenschappelijke associaties
- foto's en video's van onderzoekers
- beelden van onderzoeksinstrumenten, onderzoeksproducten en onderzoekslocaties
- interviews, e-mails en brieven van onderzoekers
- kaarten met locaties waar onderzoek plaatsgevonden heeft
- tekeningen, grafieken en andere visualisaties gemaakt in het kader van onderzoek
- agenda's, verslagen, projectaanvragen

Deze *onderzoeksartefacten* zijn de basis van onze didactiek geworden.
De oefeningen van *Onderzoek in Beweging* zijn opgebouwd om de aandacht van leerlingen te leiden naar deze afzonderlijke 'dingen', om na te gaan welke rol ze spelen en daarmee de onderzoekspraktijk als een complex geheel te zien. Dingen kunnen soms ook sprekend zijn en we gaan er vanuit dat sommige artefacten leerlingen ook kunnen aanspreken en interesseren voor onderzoek.

De onderzoeksartefacten die gebruikt worden in *Onderzoek in Beweging* bevatten soms specifiek vakjargon. Het is echter niet altijd nodig om deze woorden op te zoeken of uit te klaren om verder te kunnen in de oefeningen. Het kan volstaan dat leerlingen zien dat onderzoek samen gaat met een bepaald taalgebruik. Het doel van de opdrachten is immers altijd om iets te ontdekken over onderzoek – de onderzoekspraktijk wordt leerinhoud - en niet om specifieke inhouden te leren binnen een vakdomein, hoewel dit natuurlijk niet uitgesloten is. De leerkracht kan kiezen om de activiteiten van *Onderzoek in Beweging* eventueel te combineren met leeractiviteiten die de inhoudelijke doelstellingen van een vakdomein realiseren.

WhiteBox 4: DINGEN DIE ER TOE DOEN

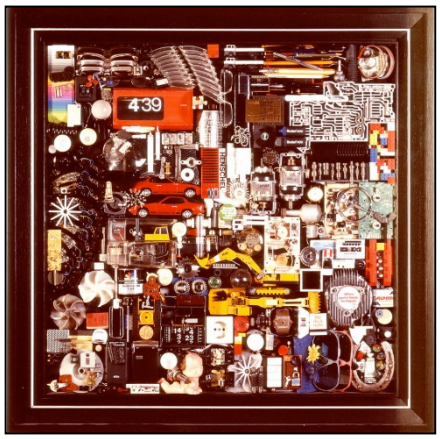
"As I see it, things are unfairly accused of being just 'things'."

"Early this morning, I was in a bad mood and decided to break a law and start my car without buckling my seat belt. My car usually does not want to start before I buckle the belt. It first flashes a red light ''FASTEN YOUR SEAT BELT!,'' then an alarm sounds; it is so high pitched, so relentless, so repetitive, that I cannot stand it. After ten seconds I swear and put on the belt. This time, I stood the alarm for twenty seconds and then gave in. My mood had worsened quite a bit, but I was at peace with the law—at least with that law. I wished to break it, but I could not."

Bruno Latour

-2000. When things strike back: a possible contribution of 'science studies' to the social sciences. *British Journal of Sociology, 51*(1), pp. 107–123.
-1992. ''Where Are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artifacts''. In: Wiebe E. Bijker and John Law (eds.), *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change* (pp. 225–258). Cambridge, Mass.: MIT Press.
-1987. *Science in Action.* Harvard University Press.

Wat is onderzoek precies? Voor een antwoord op deze vraag gaan we vaak kijken naar wat de onderzoeker allemaal doet. En we kijken dan vooral naar wat er zich precies in haar hoofd of in haar laboratorium afspeelt. Maar de praktijk van onderzoek bestaat uit zo veel meer elementen. Neem een ander voorbeeld om dit duidelijk te maken: autorijden. Autorijden is meer dan enkel de bestuurder die zich met de auto op de weg begeeft. Die auto is immers geassembleerd en bestaat dus uit heel veel componenten die allemaal zorgvuldig zijn ontworpen door ingenieurs en vervolgens zijn vervaardigd door verschillende bedrijven. Maar om auto te kunnen rijden, zijn er ook wegen nodig, en verkeersborden, regels ook. Je hebt een rijbewijs nodig, en dus een training en examen. Niet te vergeten zijn de brandstof, en dus benzinestations en dan komen we ook uit bij de raffinaderijen. Dit is nog maar het topje van de ijsberg. Bedenk zelf eens wat allemaal nodig is om met de auto te kunnen rijden. Het is vaak wanneer er één element ontbreekt of stuk is, dat we pas beseffen wat allemaal nodig is om auto te kunnen rijden. Al die (kleine) dingen en al die (andere) personen doen er echt toe. Meer nog: die kleine dingen bepalen mee wat we doen en wat we niet (kunnen of willen) doen. Hetzelfde geldt ook voor onderzoek, en dit heeft de socioloog Bruno Latour heel mooi uit de doeken gedaan. Hij laat zien dat naast de onderzoeker heel veel andere personen belangrijk zijn, maar ook tal van dingen een rol spelen. Denk aan de laborant en technische assistenten om de apparaten te bedienen, maar ook allerhande instrumenten gaande van microscopen, computers, bibliotheken tot printers en een archief. Email is noodzakelijk en tijdschriften waarin de onderzoeksresultaten gepubliceerd en conferenties waar ze gepresenteerd kunnen worden. Bedenk eens uit hoeveel componenten een deeltjesversneller bestaat, of wat er voor iemand als Darwin nodig was om al zijn reizen te kunnen maken. Bedenk ook wat dat schip allemaal mogelijk heeft gemaakt voor Darwin, maar natuurlijk ook wat daardoor niet mogelijk is. Daarnaast mogen we de heel eenvoudige zaken nodig zoals pen en papier zeker niet vergeten. Je kan natuurlijk zeggen: "Al die dingen zijn niet



zo belangrijk, het is de onderzoeker die telt." Maar zou je dat ook zeggen over autorijden? Je kan toch moeilijk zeggen: "Alleen de bestuurder telt; de auto, de wegen, benzine, het reservewiel en de richtingaanwijzer zijn minder belangrijk." Dus als het over onderzoek gaat, is het belangrijk om het bredere plaatje te bekijken: er zijn heel veel dingen – vaak hele kleine dingen – die er echt wel toe doen.

("Kloecker-Primeur" by Ingo Klöcker. Licensed under CC BY-SA 3.0 de via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kloecker-Primeur.jpg#/media/File:Kloecker-Primeur.jpg)

1.5 Visualiseren en multidimensionaliteit

Hoe kan men een diverse en complexe praktijk ontsluiten voor jonge mensen?
Dit lijkt op het eerste zicht een probleem omdat didactiek vaak gezien wordt als een proces van systematische vereenvoudiging, waar complexe inhouden 'gedemonteerd' worden in geïsoleerde stukjes die door leerlingen apart verteerd kunnen worden. Wij willen echter teruggaan naar de oorspronkelijke betekenis van *didactiek als 'het laten zien'*. Het gaat hier over het laten zien van de diversiteit en complexiteit van de onderzoekspraktijk.

We tonen de onderzoekspraktijk aan door deze te *visualiseren*.
We kijken eerst vanuit verschillende invalshoeken, of dimensies: Waar? Wanneer? Wie? en Wat? Door de vele verbindingen te ontdekken over dimensies heen, krijgen we een globale ervaring waar diversiteit en complexiteit in het geheel zichtbaar worden. We zetten op deze manier de *multidimensionaliteit* van de onderzoekspraktijk in de verf**.**
Deze aanpak is geïnspireerd door de visualisaties van controverses in controversy mapping. Hierover vind je meer in WhiteBox 5.

Zo gebruiken we bijvoorbeeld een aangeklede tijdlijn, waar gebeurtenissen die met elkaar verbonden zijn door een specifiek onderzoek in eerste instantie chronologisch geordend worden (organisatie volgens de dimensie: Wanneer?). Dit doen we bijvoorbeeld voor het onderzoek dat geleid heeft tot de Nobelprijs Fysica 2013 en voor de werkdag van een onderzoekster in een bedrijf. Door de tijdlijn zelf af te breken en anders te ordenen kunnen leerlingen verschillende structuren ontdekken in het verloop van dat specifieke onderzoek.

Een ander voorbeeld is een aangeklede kaart waar de vele locaties van een onderzoek gevisualiseerd worden (organisatie volgens de dimensie: Waar?). Dit gebruiken we bv. om de onderzoeksreis van Darwin met de Beagle te visualiseren en ook om de vele locaties van het onderzoek in een doctoraat in de Pedagogische Wetenschappen met elkaar te verbinden.

Hoewel een specifieke visualisatie de informatie in eerste instantie organiseert volgens één dimensie, zijn andere dimensies ook aanwezig. De verschillende dimensies zijn immers met elkaar verbonden in de onderzoekspraktijk. Bijvoorbeeld ziet men in een aangeklede kaart ook hoe verschillende instellingen, onderzoekgroepen en mensen verbonden zijn in een specifieke onderzoekspraktijk (dimensie Wie?) en mogelijk ook wanneer de onderzoeker op een bepaalde locatie is geweest (dimensie Wanneer?) en wat hij of zij daar gedaan heeft (dimensie Wat?).

De volgende tabel geeft een samenvatting van de verschillende visualisaties die worden gebruikt in Onderzoek in Beweging:

Dimensie	**Visualisatie**	**Black Box**
Waar?	exploreerbare kaart (google map)	Darwin, Proefschrift, Onderzoek in Beweging
	kaart	Nobelprijs
Wanneer?	exploreerbare tijdlijn	Nobelprijs, Proefschrift, Solvay, Bedrijf, Darwin
	gesplitste tijdlijnen met verbindingen	Nobelprijs
	projectagenda	Onderzoek in Beweging
	tijdspad van project	Onderzoek in Beweging
Wie?	video's van onderzoekers	Nobelprijs, Solvay, Darwin
	brieven van onderzoekers	Darwin, Solvay
	e-mails van een onderzoeker	Proefschrift, Bedrijf
	geluidsfragmenten van een onderzoeker	Darwin
	auteurslijst op artikels	Nobelprijs
	exploreerbare groepsfoto	Solvay
	exploreerbaar netwerk	Bedrijf
Wat?	verzameling beelden van onderzoeksinstrumenten en onderzoeksobjecten	Proefschrift, Bedrijf, Darwin
	verzameling van conferentiewebsites en affiches	Solvay
	glossarium	Solvay, Onderzoek in Beweging

WhiteBox 5: COMPLEXITEIT VISUALISEREN

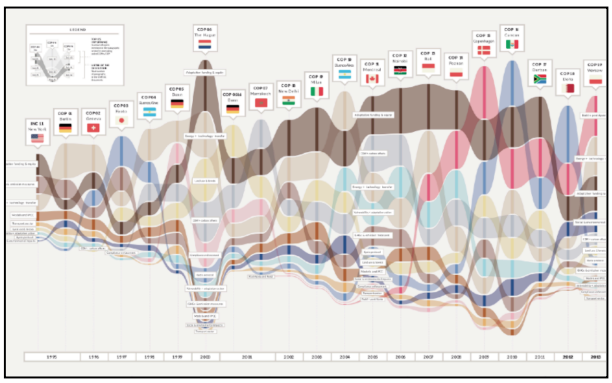
"No exploration without representation."

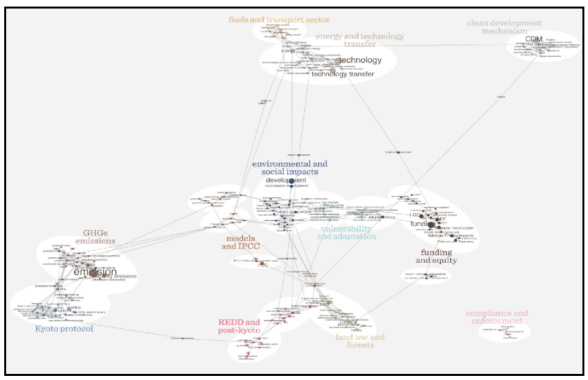
"The task of *unfolding the complexity* of controversies should never be separated from the task of *ordering such complexity*."

"The word 'controversy' refers here to every bit of science and technology which is not yet stabilized, closed or 'black boxed'; it does not mean that there is a fierce dispute nor that it has been policized; we use it as a general term to describe *shared uncertainty.*"

"The key for drawing effective representations is drawing many of them: each one dedicated to a different aspect of the phenomenon. Even if each map fails in capturing the richness of the disputes, all together they may do the trick."

Tommaso Venturini
Building on Faults – How to represent controversies with digital methods (Public Understanding of Science October 2012 vol. 21 no. 7 796-812); Diving in Magma – How to explore Controversies with Actor-Network Theory (Public Understanding of Science May 2010 vol. 19 no. 3 258-273)





Figuur: Twee kaarten in controversy mapping: een aangeklede tijdlijn en een netwerk van verbindingen (Venturini, Baya-laffite, Cointet, Gray, Zabban, & De Pryck, Three Maps and Three Misunderstandings (Big Data and Society, 2014, 1(1))

In het onderzoeksgebied Controversy Mapping (cartografie van de controverses), wordt onderzoek 'in actie' bestudeerd in zijn geheel, in volledige interactie met de maatschappij. Alle betrokken actoren, menselijk en niet menselijk, worden gehoord. Het in kaart brengen van actoren en argumenten, van hun verbanden en hoe deze met de tijd evolueren, gebeurt tegelijkertijd met het visueel representeren van de controverse.
Het resultaat zijn echte kaarten die elk een bepaald aspect – of dimensie – van de controverse in de verf zetten. Om de rijkdom van de controverse, zijn complexiteit, te kunnen laten zien moet de controverse vanuit verschillende invalshoeken benaderd worden en dus moeten er verschillende kaarten gemaakt en gecombineerd worden.
De visualisaties van *Onderzoek in Beweging* en veel van onze oefeningen zijn geïnspireerd door het werk van Tommaso Venturini met zijn studenten (zie http://controverses.sciences-po.fr/archiveindex/).

2. Hoe werken met Onderzoek in Beweging?

2.1 Black Boxen, oefeningen en taken

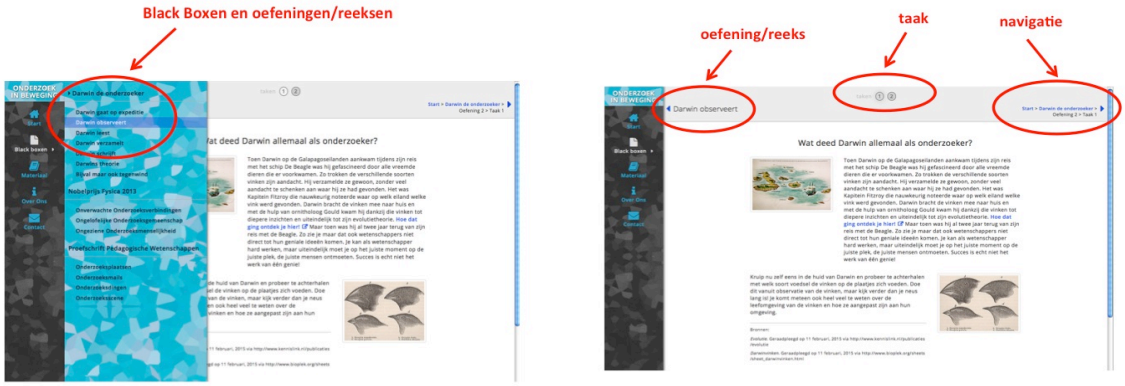
De didactische scenario's van *Onderzoek in Beweging,* de Black Boxen, zijn opgebouwd uit verschillende oefeningen die onafhankelijk van elkaar gebruikt kunnen worden. Deze oefeningen kunnen ook worden gecombineerd voor een complexer en rijker traject. De oefeningen benaderen de onderzoekspraktijk immers vanuit verschillende invalshoeken en laten verschillende dimensies van de onderzoekspraktijk zien: Waar? Wanneer? Wie? Wat? Daarom is het interessant om meerdere oefeningen te combineren bij voldoende tijd. Dit kan ook gebeuren in het kader van verschillende lessen, bv. gekoppeld aan passende inhouden of onderzoeksopdrachten. In sectie 2.4.2 geven we meer suggesties, maar je kan je eigen combinaties maken zodat die goed passen bij je klaspraktijk.
De organisatie van *Onderzoek in Beweging* is samengevat in de volgende tabel:

Black Box	**Reeks**	**Oefening**	**Vak en doelgroep**
Darwin de onderzoeker		Darwin observeert	Wero 3de graad BaO WW 1ste graad SO
		Darwin leest	
		Darwin gaat op expeditie	
		Darwin verzamelt	
		Darwin schrijft	
		Bijval maar ook tegenwind	
		Darwins theorie	
Nobelprijs Fysica 2013	Onverwachte Onderzoeks-verbindingen	Theorie en experiment	FY 3de graad SO
		Lage en hoge energie	FY 3de graad SO
	Ongelofelijke Onderzoeks-gemeenschap	Ongelofelijke Onderzoeks-gemeenschap	FY 3de (ev. 2de) graad SO
	Ongeziene Onderzoeks-menselijkheid	Anders praten over onderzoek	FY 3de (ev. 2de) graad SO
		Vertrouwen en erkenning	FY 3de graad SO
		Controverses	FY 3de (ev. 2de) graad SO
Proefschrift Pedagogische Wetenschap-pen		Onderzoeksplaatsen	GW 3de graad SO
		Onderzoeksemails	
		Onderzoeksdingen	
		Onderzoeksscene	
Solvay Conferentie 1927		Conferentiedebat	FY en CW 3de graad SO
		Conferentietijd	
		Conferentiehandelingen	
		Conferentiescene	
Onderzoek in Bedrijf		Werkdag	FY 3de graad SO (STEM)
		Werkcontacten	
		Werkdingen	
		Werkverbeelden	

Onderzoek in Beweging		Projectplaatsen en projectmensen Projectactiviteiten Projecttijd	vooral bedoeld voor de lerarenopleiding

Sommige oefeningen zijn verder gesplitst in taken, die logisch met elkaar verbonden zijn, maar soms ook afzonderlijk uitgevoerd kunnen worden.

De structuur met Black Boxen, reeksen/oefeningen en taken is gemakkelijk te volgen op de website zoals getoond in figuur 3.



Figuur 3: Elementen van het navigatiesysteem van de website Onderzoek in Beweging

2.2 Exploratieoefeningen

De oefeningen van *Onderzoek in Beweging* zijn *exploratieoefeningen*, waarbij leerlingen op basis van een gericht zoeken in een relatief grote hoeveelheid informatie een antwoord formuleren op open vragen.
Zo moeten leerlingen bijvoorbeeld zoeken in de rijk gevulde mailbox van een jonge onderzoeker, of in de vele gebeurtenissen verbonden met de Nobelprijs Fysica 2013.
Veelal is er geen 'juist antwoord' op de vragen en staat de interactie van leerlingen met authentiek onderzoeksmateriaal centraal.
De oefeningen maken het immers mogelijk om verschillende aspecten van de onderzoekspraktijk eerst te ontdekken en dan met elkaar te *verbinden*. Op deze manier wordt het mogelijk voor leerlingen om de complexiteit van de onderzoekspraktijk te verkennen.

Exploratieoefeningen zijn in het bijzonder geschikt voor het werken in groepjes waar de nadruk ligt op discussies en waarbij de resultaten achteraf kunnen besproken worden met de hele klas, zodat de ervaringen gedeeld worden.

WhiteBox 6: VERBINDINGEN

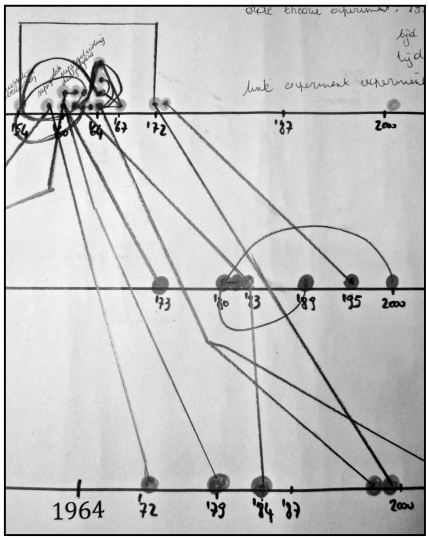
"Sembra che per i mutanti, al contrario, la scintilla dell'esperienza scocchi nel veloce passaggio che traccia tra cose differenti la linea di un disegno."

"Kennelijk geldt voor de mutanten daarentegen dat de vonk van de ervaring overspringt in de snelle overgang die de lijn van een tekening trekt tussen verschillende dingen."

Alessandro Baricco
De Barbaren – Essay over de mutatie, 2006. Nederlandstalige editie: De Bezige Bij, 2010.

Als leerkracht interageer je elke dag met de nieuwe generatie: je bereidt jonge mensen voor om aan de wereld van de toekomst mee vorm te kunnen geven. In een wereld die voortdurend verandert, is elke nieuwe generatie in je klas altijd een beetje verschillend dan de vorige. Maar heb je soms het gevoel dat de generatie van nu op een diepere, verregaande manier verschillend lijkt te zijn dan de vorige? En is dit waar? Zijn deze leerlingen al bewoners van een nieuwe wereld?

Google werd gelanceerd in 1997 en wordt nu, in 2015, 18 jaar oud, precies zoals de leerlingen die de middelbare school binnenkort zullen verlaten. Wat betekent, voor deze zogenoemde Google-generatie, *ervaring* opdoen? Wat is voor deze leerlingen *betekenis*vol? Alessandro Baricco zoekt, in zijn boek De Barbaren, een antwoord. Hij komt tot de conclusie dat betekenis voor hen *horizontaal* te vinden is, in de breedte dus en niet in de diepte, en dat ervaring iets te maken heeft met de snelle beweging die verschillende dingen verbindt 'op het oppervlak van het bestaande'.



Met Onderzoek in Beweging hebben we willen experimenteren met inhouden en didactiek, en dit juist om te zorgen dat de school vandaag, voor de Google-leerlingen, nog tijd kan creëren voor interesse in de wereld. Aansluitend bij de gedachten van Baricco, hebben we ook oefeningen bedacht die 'horizontaal' zijn in plaats van 'verticaal': leerlingen bewegen zich tussen veel informatie, zoeken - en op deze manier ontdekken - *verbindingen* tussen verschillende aspecten van het onderzoek. Kijk naar je leerlingen en verwonder je terwijl zij klikken, zoeken, verbinden! Volgens Baricco hebben ze al kleine kieuwen en vertrekken ze binnenkort in de zee, terwijl wij op het land gebonden zijn.

2.3 Ideeën die jonge mensen hebben over onderzoek, worden bespreekbaar

Leerlingen hebben bepaalde voorstellingen van de wereld van onderzoek en in het bijzonder van onderzoekers. Onderzoek komt vaak aan bod in de media en in films en sommige leerlingen kennen onderzoekers in de familie of binnen hun vriendenkring. De wijze waarop onderzoek aan bod komt op school, namelijk als een methodiek (onderzoekend leren) of als een vaardigheid of competentie (leren onderzoeken en het verwerven van de onderzoekscompetenties), heeft echter ook een invloed op het beeld van leerlingen over onderzoek.

In de vakdidactische literatuur is dit probleem bekend[5]. Daar wordt benadrukt dat het reduceren van onderzoek op school tot een methodiek (onderzoekend leren) en/of tot een vaardigheid of competentie (leren onderzoeken, meestal verbonden met het 'correct' kunnen doorlopen van de onderzoekscyclus) misconcepties over onderzoek kan introduceren. De volgende stellingen worden bijvoorbeeld onder de 'mythes over onderzoek' opgelijst:

a. Wetenschappelijk onderzoek is een eenvoudig, algoritmisch proces.
b. De zogenoemde wetenschappelijke attitudes [6] zijn essentieel voor een doeltreffende wetenschappelijke praktijk.
c. Wetenschappelijk onderzoekers bezitten deze attitudes.

Punt (a) verwijst naar de resultaten van observaties van het verloop van onderzoek in de praktijk voor specifieke casussen, waar het bleek dat het schema van de 'natuurwetenschappelijke methode' of 'onderzoekscyclus' weinig te maken heeft met de manier onderzoekers aan de slag gaan. De leeractiviteiten i.v.m. leren onderzoeken kunnen leerlingen er toe leiden te geloven dat echte onderzoekers, precies zoals hen, in hun dagelijkse onderzoekspraktijk nauwkeurig een vooraf vastgelegde reeks van stappen moeten volgen. Punten (b) en (c) verwijzen naar studies over wetenschappers waar het bleek dat ze als personen erg divers zijn en niet overeen komen met een 'model' van onderzoeker met specifieke attitudes. Het succes van een onderzoeker blijkt ook niet bepaald te worden door het al dan niet 'bezitten' van die typische attitudes.
I.v.m. het laatste punt wordt er in het bijzonder gesproken over de mythe van 'the emotionally-detached, disinterested impartiality of the scientist', kortom: onderzoekers zijn koudafstandelijk en moeten in elk geval een koele, afstandelijke blik blijven behouden t.o.v. hun onderzoek. Dit blijkt niet het geval te zijn in de praktijk, maar deze boodschap kan wel worden doorgegeven aan kinderen indien er een beperking is tot leeractiviteiten die het ontwikkelen van deze attitudes beogen.

De oefeningen van *Onderzoek in Beweging* hebben niet als doel het bijstellen van (mis)concepties, maar zorgen wel voor een breder en hopelijk authentieker kader i.v.m. onderzoek. Daardoor confronteren de oefeningen leerlingen soms wellicht met hun

---

[5] Zie bv. D. Hodson, Science Fiction: the continuing misrepresentation of science in the school curriculum, Curriculum Studies, Vol. 6, No. 2, 1998.
[6] Hodson geeft de volgende lijst van eigenschappen en attitudes die typisch geassocieerd worden met wetenschappelijk onderzoekers: hogere intelligentie, objectiviteit, rationaliteit, openheid voor nieuwe ideeën, bereidheid om de beoordeling uit te stellen, intellectuele integriteit en gemeenschapszin.

eigen 'opvattingen' van onderzoek. Deze positieve confrontatie is echter alleen mogelijk wanneer de leerkracht ook steeds blijft bij de specifieke praktijken die in de black boxen worden getoond, en niet veralgemeent naar "hoe *het* onderzoek is en moet zijn" of naar abstracte modellen van onderzoek.
Andere oefeningen hebben precies het doel om *de grenzen te verleggen van wat in de klas denkbaar en zegbaar is over onderzoek.*

In de oefening 'Anders praten over onderzoek' van de Black Box Nobelprijs fysica, bijvoorbeeld, worden leerlingen gevraagd om woorden te vinden die hen, in die context, verbazen. Leerlingen vertellen dan aan de hele klas waarom die specifieke woorden hen hebben verbaasd. In deze bespreking kan het gebeuren dat leerlingen, terwijl ze bepaalde dingen *zeggen*, tegelijkertijd ook beseffen dat ze zelf al bepaalde dingen over onderzoek *dachten*. De leerlingen beseffen eventueel dat het idee dat ze al hebben niet klopt met wat ze in de onderzoeksartefacten hebben gevonden.
Soms onthullen deze besprekingen echte vooroordelen over onderzoekers en de wereld van het onderzoek. Zo is er het voorbeeld van een leerling die verbaasd is over 'het sociale leven' van de onderzoeker. Hij zegt: 'ik dacht dat die onderzoekers geen sociaal leven hadden, dat ze 100% gefocust moesten zijn op hun onderzoek (en maakt en gebaar met zijn twee handen, alsof zijn hoofd in een tunnel zat)". Dit is een voorbeeld van 'idee' over onderzoekers dat geen echte 'misconceptie' is, maar het is zeker niet van toepassing op alle onderzoekers en tegelijk heeft het een grote invloed op de manier waarop jonge mensen zich gaan verhouden t.o.v. de wereld van onderzoek. De oefening creëert een ruimte waar over deze opvattingen en voorstellingen gesproken kan worden door leerlingen en de hele klas kan daarbij even stilstaan.
Uit de try-outs blijkt dat leerlingen bv. ook hevig reageren op de woorden die verwijzen naar gevoelens van onderzoekers t.o.v. hun onderzoek. Ze zeggen dat ze dachten dat onderzoekers koel en afstandelijk moesten zijn (en op deze manier bevestigen ze dat ook zij geloven in de 'mythe' zoals die besproken werd door Hodson).
Op een analoge manier hebben leerlingen tijdens de try-out van de Black Box Proefschrift Pedagogische Wetenschappen gezegd dat ze er vanuit gingen dat onderzoek doen in de pedagogische wetenschappen 'saai' is, dat onderzoekers meestal alleen werken en dat het onderzoekswerk vooral over het lezen van boeken en artikels ging. De exploratie van de mailbox van een onderzoeker heeft hen laten zien dat doctoraatsonderzoek heel divers is, dat de onderzoeker deel uitmaakt van een gemeenschap, en dus niet eenzaam en alleen werkt.
In een andere oefening worden leerlingen gevraagd om het onderzoek dat geleid heeft tot de Nobelprijs fysica 2013 te vergelijken met een specifieke onderzoeksopdracht die ze zelf hebben gedaan in de les. Daarmee wordt er in de les vrije tijd gemaakt om ook over de eigen onderzoekservaringen van de leerlingen te spreken.
Zo haalt een leerling bijvoorbeeld aan: "het is zo verschillend, want *in de klas weten we altijd wat we moeten uitkomen*, maar die onderzoekers wisten het niet!".
Deze eerlijke reacties van leerlingen zijn niet alleen waardevol voor de leerlingen zelf, maar ook voor de leerkracht, die op deze manier inzicht kan krijgen in de eigen onderwijspraktijk en mogelijk kan beslissen om deze bij te sturen.

2.4 Tips om interessevorming voor onderzoek concreet te realiseren in je klas

Onderzoek in Beweging wil jonge mensen de kans geven om geïnteresseerd te worden in de praktijk van het doen van onderzoek en om op deze manier door onderzoek gevormd worden.
Belangrijk voor deze **vorming** zijn de **concrete handelingen** van de leerkracht in de klas. De cruciale rol van de leerkracht in *Onderzoek in Beweging* is tweeledig: enerzijds richt de leerkracht de aandacht van leerlingen naar de onderzoeksartefacten en stimuleert discussie en reflectie over de onderzoekspraktijk; anderzijds kiest de leerkracht hoe de vormingsactiviteiten van *Onderzoek in Beweging* in te bedden in het curriculum en te verbinden met de leeractiviteiten die bijvoorbeeld gericht zijn op het realiseren van de vakinhoudeljke doelstellingen of van de onderzoekscompetentie.

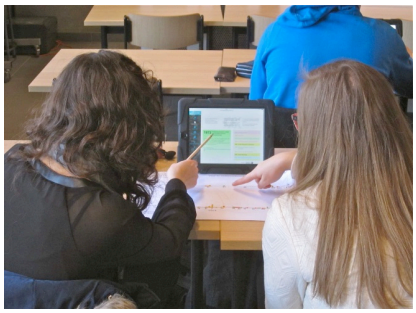
In het volgende geven we concrete suggesties over hoe je aan de slag kan gaan met Onderzoek in Beweging in je klaspraktijk. Deze suggesties zijn onze didactische vertaling van het pedagogisch concept van dit project, maar reflecteren ook onze specifieke ervaring in de testfase van de materialen. We bespreken hier de elementen die relevant zijn voor alle scenario's en we focussen vooral op de concrete handelingen en organisatie in de klas. Specifieke suggesties i.v.m. de afzonderlijke black boxen worden samen met suggesties voor een mogelijke koppeling met de vakinhoudelijke eindtermen gegeven in hoofdstuk 4.

2.4.1 Klassetting en keuze van de digitale middelen

Onderzoek in Beweging is een digitale leeromgeving, die vooral geschikt is voor groepswerk met gerichte ondersteuning door de leerkracht. Terwijl sommige opdrachten in principe klassikaal gemaakt kunnen worden (onderwijsleergesprek) en dus slechts één computer vereisen (die van de leerkracht) met projectie vooraan, is het voor de meeste opdrachten wel de bedoeling dat leerlingen/studenten in groepjes aan de slag gaan en dat de leerkracht/docent rondloopt om hen te ondersteunen. Dit betekent dat de begeleider moet beschikken over tablets, laptops, of over een computerlokaal of vaklokaal met computerhoekjes, en uiteraard over internetverbinding. Een andere optie is om te werken met smartphones (of een ander digitaal medium) die leerlingen zelf meebrengen ('bring your own device'). De website van *Onderzoek in Beweging* is adaptief, wat betekent dat de inhoud van vensters zich automatisch aanpast aan hun afmetingen, en draait op alle digitale tools. Bij sommige opdrachten zijn ook werkbladen beschikbaar gesteld die vooraf door de leerkracht gedownload en afgedrukt kunnen worden. Hoewel de verschillende opties voor de digitale middelen allemaal mogelijk zijn en goed kunnen werken, is er op basis van de observaties tijdens de try-outs een lichte voorkeur voor de configuratie met tablets t.o.v. vaste computers in een computerlokaal en t.o.v. smartphones.

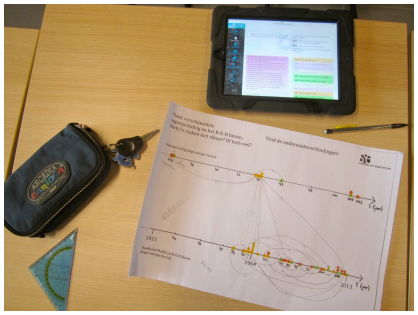
Een computerlokaal zoals in de foto hiernaast, waar elke leerling in principe kan kijken op een eigen groot scherm en waar het scherm – ook wanneer gedeeld – veel aandacht op zich trekt, kan de interactie en discussie, die we beogen, mogelijk verhinderen. In deze klasconfiguratie kan de leerkracht dus bijzondere

aandacht geven aan het stimuleren van de interactie tussen leerlingen.



Het scherm van een smartphone is erg klein en dus minder geschikt om samen te kijken en te zoeken. Leerlingen zoeken dan vooral individueel.

De setting met tablets lijkt vanuit onze beperkte tests de discussie en samenwerking te bevorderen. Bovendien, blijkt de combinatie met papier (zoeken op tablet en tekenen/noteren op een blad) beter te werken: zie beelden hiernaast.



Een projectie vooraan in de klas kan nuttig zijn om de verschillende opdrachten klassikaal in te leiden en eventueel ook om specifieke interessante elementen die door bepaalde leerlingen naar voor gebracht worden, binnen te brengen in de discussie en aan iedereen in de klas te laten zien.

2.4.2 Organisatie en tijd

Elke leerkracht heeft een eigen lespraktijk/stijl en het is cruciaal om *Onderzoek in Beweging* naar de eigen praktijk te kunnen vertalen. Veel leerkrachten voelen echter dat ze weinig tijd hebben in de klas voor activiteiten specifiek gericht op interessevorming zoals *Onderzoek in Beweging*. De tijdsdruk is immers vaak groot om alle leerdoelstellingen in de leerplannen te realiseren. Hoewel dit voor een deel afhankelijk is van de specifieke vakken, leerjaren en scholen, lijkt het toch ook een vrij algemeen probleem te zijn.
We willen hier enkele concrete tips geven om de mogelijkheden geboden door Onderzoek in Beweging op verschillende manieren te integreren in de klaspraktijk en mogelijk binnen een beperkte tijd. Meer specifieke suggesties voor de Black Boxen worden in hoofdstuk 4 gegeven.

1. Klas splitsen, parallel werken aan *verschillende oefeningen*, ervaringen delen en samen reflecteren

Binnen elke Black Box vindt men verschillende oefeningen, en elk is nog onderverdeeld in taken. Voor sommige leerkrachten kan dit te veel lijken te zijn.
Maar het kan zeker om alleen bepaalde oefeningen te gebruiken, en om daarin zich eventueel te beperken tot een deel van de taken, die toch genoeg diversiteit en complexiteit laten zien.
In het volgende wordt een misschien meer interessante manier voorgesteld om met de tijdsbeperking om te gaan, waarmee de ervaring van leerlingen gemaximaliseerd kan worden zonder dat elke leerling alle oefeningen moet maken.
Neem bv. de Black Box Nobelprijs Fysica en de twee opdrachten Theorie en Experiment en Lage en Hoge Energie. De klas kan in twee gesplitst worden en leerlingen kunnen parallel in groepjes werken aan de twee opdrachten. De bespreking kan dan voor alle groepen samen gedaan worden: de leerlingen van de eerste helft vertellen aan de anderen wat ze ontdekt hebben, en omgekeerd. Ze kunnen dan samen reflecteren over

de eigen praktijk (laatste taak): hoe verschilt een onderzoekje dat ze gedaan hebben in de klas met het onderzoek dat geleid heeft naar de Nobelprijs?
Deze werkvorm kan ook met andere Black Boxen. In de Black Box Darwin de onderzoeker, bijvoorbeeld, zijn er vijf opdrachten die gericht zijn op de verschillende activiteiten van Darwin als onderzoeker. De leerkracht kan beslissen dat groepjes leerlingen zich concentreren op één van deze activiteiten en hun bevindingen dan samen bespreken.
De rol van de leerkracht is hier cruciaal om te zorgen dat de bespreking wel een collectieve dimensie krijgt en dat de klas als geheel de diversiteit en complexiteit van de onderzoekspraktijk ziet.

2. Klas splitsen, *binnen dezelfde oefening* artefacten verdelen, ervaringen delen en samen reflecteren

In sommige opdrachten, bv. binnen de Black Boxen Proefschrift Pedagogische Wetenschappen en Nobelprijs Fysica, moeten leerlingen een relatief groot database exploreren: de vele e-mails in de mailbox van een onderzoeker of de gebeurtenissen verbonden met de Nobelprijs.
Voor sommige leerkrachten kan de hoeveelheid materiaal in de database overkomen als te groot voor de tijd waarover ze beschikken.
Hoewel het heel interessant is om leerlingen vrij te laten zoeken in de volledige database, kan de leerkracht eventueel ook beslissen om het materiaal onder de leerlingen te verdelen, bv. op basis van de datum van de gebeurtenis of e-mail. In het geval van de mailbox, kan deze verdeling ook alleen indicatief zijn om te zorgen dat de klas als geheel de volledige database ontdekt en om te vermijden dat iedereen kijkt naar e-mails van dezelfde periode.

3. Voorbereiding *thuis*, in de klas ervaring delen en samen reflecteren

Bij beperkte tijd in de klas kan ook een eerste verkenning thuis gebeuren, als huiswerk. Bv. kan in de Black Box Nobelprijs Fysica, voor de opdracht 'Anders praten over onderzoek', de zoektocht naar 'onverwachte woorden' thuis gebeuren, nadat de teksten van de gebeurtenissen door de leerkracht zijn verdeeld zoals in punt 2 hierboven. Men doet dan alleen de bespreking en reflectie in de klas, en hiervoor kunnen 10-15 min genoeg zijn.

4. Niet noodzakelijk zien als één groot project: stukjes koppelen bv. aan deelcompetenties om deze te kaderen, en *verspreiden* over het schooljaar

Hoewel Onderzoek in Beweging opzet werd als een één geïntegreerd project, hoeft het niet zo te zijn voor de leerkracht!
Neem bv. de Black Box Darwin de onderzoeker. De leerkracht kan voor of na een activiteit in onderzoekend leren met nadruk op 'observeren', de opdracht 'Darwin observeert' gebruiken. Hiermee kunnen kinderen ontdekken hoe hun werk in de klas verbonden is met het werk van een grote onderzoeker uit het verleden. Later in het jaar, wil de leerkracht leerlingen misschien de kans geven om te reflecteren over hun eigen samenwerking en de rol van anderen in het kader van onderzoekend leren. Hiervoor kan men de opdracht 'Darwin schrijft' gebruiken. Men kan dus doorheen het schooljaar verschillende opdrachten inzetten om het onderzoek van leerlingen breder te kaderen.

2.4.3 Beginnen, ondersteunen, eindigen

De oefeningen van Onderzoek in Beweging zijn specifiek ontworpen voor interessevorming en dus niet zozeer voor het leren van specifieke vakinhouden of voor het verwerven van bepaalde vaardigheden of competenties.

Daarom zijn de oefeningen op een heel specifieke manier opgebouwd. Het gaat over exploreren en leerlingen gaan dus op een andere manier aan de slag in vergelijking met de situatie waar het leren van specifieke inhouden of het inoefenen van vaardigheden centraal staan. Dit betekent ook dat sommige taken geen 'juist' antwoord hebben en dat de blootstelling aan het geheel van veel verscheidene elementen centraal staat. Het materiaal zelf is ook bewust anders gestructureerd in vergelijking met de boeken en werkbundels waarmee leerlingen meestal geconfronteerd worden. Het materiaal is meestal *niet lineair* gestructureerd.
Dit is allemaal bedoeld om een maximale blootstelling en ervaring mogelijk te maken i.v.m. de diversiteit en complexiteit van onderzoek.

Deze 'vormingsgerichte' manier van werken is misschien niet voor iedereen evident. Daarom vind je hieronder enkele tips.

1. Hoe inleiden: het verschil duidelijk maken

Wanneer men voor de eerste keer werkt met *Onderzoek in Beweging* in een klas, kan het helpen om de doelstellingen van de activiteit transparant mee te delen.

Bv. kan men beginnen met de gekozen Black Box van onderzoek en hierover een paar vragen stellen. Bijvoorbeeld, voor de Black Box Proefschrift Pedagogische Wetenschappen: Weten jullie wat een proefschrift is? En wat een doctoraat is? Hebben jullie een idee van wat een doctorandus in de pedagogische wetenschappen in zijn dagelijkse onderzoekspraktijk doet?

Men kan duidelijk maken dat het doel van de activiteit is om te kijken naar wat zich achter dat proefschrift (de Black Box) allemaal afspeelt. En om daarmee iets te ontdekken over *onderzoek* zoals het voorkomt in de 'echte' wereld. Het gaat dus niet om het opdoen van kennis en vaardigheden die verbonden zijn met het specifieke doctoraatsonderzoek dat wordt voorgesteld in de oefening.

Men kan ook aankondigen dat het materiaal waarmee leerlingen aan de slag gaan, authentiek is. Het gaat over een verscheidenheid van echte documenten, foto's en e-mails die juist verzameld werden om aan leerlingen de kans te geven om in die specifieke wereld van het onderzoek te kunnen duiken. Zoals reeds vermeld in sectie 1.4, moeten leerlingen zich dus zeker geen zorgen maken als ze in de teksten soms technische woorden (vakjargon in onderzoek) vinden die ze niet kennen.

Soms kan het ook helpen, zeker bij een klasgroep die altijd op een bepaalde manier werkt in de klas, om de fysieke organisatie te veranderen in het klaslokaal. Bv. zou de leerkracht de banken van tevoren kunnen verplaatsen om kleine groepjes te vormen en de tablets en eventueel werkbundels daar al klaar te zetten. Als de leerlingen binnenkomen is het dan direct duidelijk dat men vandaag anders aan de slag zal gaan.

2. Hoe ondersteunen: aandacht richten naar de wereld van onderzoek

De leeromgeving *Onderzoek in Beweging* bevat geen concrete regels die kant en klaar zijn voor gebruik en waarmee vervolgens door de oefeningen kan worden gegaan. Wat daar wel klaar staat, zijn vele rijke 'stukjes' van een wereld, die samen ontdekt kunnen worden en die leerlingen samen met elkaar kunnen verbinden om op die manier de praktijk van het onderzoek 'tot leven te wekken'.

Als leerlingen aarzelen, kan men ze terug richten naar bepaalde artefacten en hen zo uitnodigen om even in die wereld van onderzoek 'te stappen'. Wat men ook kan doen is om de discussie tussen leerlingen te stimuleren: zorgen dat ze aan elkaar tonen en vertellen wat ze allemaal gezien en gevonden hebben.
En als de leerkracht ziet dat bepaalde leerlingen aarzelen omdat ze zich zorgen maken om een 'fout antwoord' te geven, kan duidelijk gemaakt worden dat het hier niet echt over 'juist' of 'fout' gaat, maar om iets nieuws te ontdekken en erbij stil te staan. Dat gebeurde ook in de try-out bv. met de Black Nobelprijs Fysica, waar sommige leerlingen - maar ook leerkrachten - aarzelenden om verbindingen tussen gebeurtenissen op het werkblad te tekenen. Ze wilden eerst alles gelezen hebben en op een bepaalde manier alles 'onder controle' hebben, om zeker te zijn om 'geen foute verbinding' te tekenen. Het is echter vooral de globaliteit van alle verbindingen samen die de praktijk van het onderzoek 'tot spreken' zal brengen, en men kan dus gerust gebeurtenissen beginnen te verbinden zonder op voorhand alles in detail uit te zoeken. Bovendien kunnen groepjes leerlingen elkaar aanvullen.
Bij vele oefeningen is het inderdaad zo dat het uiteindelijke antwoord van de hele klas komt, dus collectief, waarbij de verschillende leerlingen of groepjes bijgedragen hebben elk vanuit hun eigen ontdekkingen.

3. Hoe eindigen: tijd vrijmaken voor het beseffen

In *Onderzoek in Beweging* zijn er taken, of zelfs volledige oefeningen, die gericht zijn om even stil te staan bij wat men allemaal met de oefening(en) ontdekt heeft. Deze taken maken het mogelijk dat de blootstelling van de leerling aan de wereld van onderzoek nog verdiept kan worden. Het is dus de moeite waard om ook wat tijd vrij te maken voor deze eindtaken. Het einddoel van *Onderzoek in Beweging* is immers niet dat leerlingen specifieke artefacten hebben gelezen of een bepaalde visualisatie hebben bekeken of mee-geconstrueerd, maar dat ze daarmee ten slotte zelf betekenis kunnen geven aan de wereld van onderzoek.
De leerkracht kan ook zelf een eigen eindtaak bedenken die een sluitstuk kan worden voor het traject dat hij zelf samengesteld heeft met de oefeningen van *Onderzoek in Beweging*.

Om een voorbeeld te geven van zo een sluitstuk, bouwen leerlingen in de Black Box Proefschrift Pedagogische Wetenschappen op het einde zelf een 'scène' waarmee ze de verschillende aspecten van de dagelijkse onderzoekspraktijk, die ze daarvoor ontdekt hebben, met elkaar verbinden en op een eigen manier verwerken. In de Black Box Nobelprijs Fysica zetten leerlingen de praktijk van het onderzoek naar het Brout-Englert-Higgs boson naast hun eigen onderzoekje in de klas.

2.4.4 Aandacht voor taalgebruik inzake onderzoek

"Zie je? Eerst komt alle theorie, en dan het *onderzoek*!" (leraar fysica)

"Er zijn verschillende soorten *onderzoekers* in deeltjesfysica: de theoretici die vooral theorieën schrijven om de interactie tussen de deeltjes te beschrijven, en de experimentatoren die echt gaan *onderzoeken* hoe de deeltjes zich gedragen."
(student lerarenopleiding fysica)

Het is vooral door aandacht te besteden aan het eigen taalgebruik inzake onderzoek, dat men kan vermijden om zelf op voorhand bepaalde opvattingen over onderzoek te introduceren. Dit is belangrijk in het kader van de ondersteuning van het werk van leerlingen en studenten met de Black Boxen.

In de twee citaten hierboven (uit onze try-out), ziet men een voorbeeld van hoe een leerkracht via het eigen taalgebruik een bepaalde boodschap inzake onderzoek doorgeeft aan leerlingen. In dit geval, door de term 'onderzoek' feitelijk als synoniem voor 'experiment' te gebruiken, geeft men eigenlijk de boodschap dat theorievorming niet deel uitmaakt van onderzoek en, breder gezien, dat onderzoek hetzelfde is als experimenten doen.

We weten niet altijd goed hoe we aan leerlingen onze eigen opvatting van onderzoek communiceren – en voor een stuk valt dat ook niet te vermijden natuurlijk. Maar precies daarom is het ongetwijfeld interessant om de 'dingen', de onderzoeksartefacten van *Onderzoek in Beweging*, zoveel mogelijk zelf te laten 'spreken' over onderzoek. Dit kan men bereiken door, in de ondersteuning bij een bepaalde tekst of geluidsfragment, vooral te proberen dezelfde woorden te gebruiken die in de tekst zelf voorkomen. Dit kan een hulpmiddel zijn om de aandacht van leerlingen op een eerder neutrale manier terug te richten naar de materialen zelf, en bij de materialen stil te staan.

3. Onderzoek in Beweging in de lerarenopleiding

3.1 Drie fasen in de lerarenopleiding

Onderzoek in Beweging kan op verschillende manieren ingezet worden in de lerarenopleiding. We onderscheiden de volgende drie fasen die we verder toelichten:

1. De student ontdekt zelf de wereld van het onderzoek
2. De student begeleidt anderen bij de ontdekking van de wereld van het onderzoek
3. De student, als onderzoeker en innovator, ontwerpt en test nieuwe opdrachten

Idealiter zouden alle drie fasen doorlopen moeten worden in de opleiding van leraren, maar niet alle lerarenopleiders kunnen zelf de drie fasen ter hand nemen in het kader van hun eigen opdracht. Bovendien laat de organisatie van de opleiding, in het bijzonder wat projectvakken en bachelorproef betreft, niet altijd toe om fase 3 te realiseren met *Onderzoek in Beweging*. Daarom stellen we verder verschillende trajecten voor waarmee lerarenopleiders *Onderzoek in Beweging* kunnen inzetten in hun eigen praktijk (zie ook samenvattende tabel op het einde van dit hoofdstuk).

3.1.1 Fase 1: de student ontdekt de wereld van het onderzoek

De studenten van de geïntegreerde lerarenopleiding lager en secundair onderwijs (BaSO en BaLO-BaKO) zijn in de meeste gevallen nog niet in aanraking gekomen met de wereld van onderzoek in hun vakgebied en hebben geen voorafgaandelijke onderzoekservaring. Hun ervaring inzake onderzoek is dus gelijkaardig aan die van leerlingen. Sommige studenten hebben beperkte ervaring met onderzoekend leren als didactische methode, en zijn in contact gekomen met de zogenoemde onderzoekscyclus in het kader van vakken gericht op het verwerven van algemene vaardigheden. Studenten wetenschappen kennen de stappen van de zogenoemde natuurwetenschappelijke methode die ze meestal volgen in practica.

Studenten in de specifieke lerarenopleiding (SLO) zijn normaal gesproken wel in het kader van hun masteropleiding in contact gekomen met een onderzoeksgroep in hun vakgebied en hebben een beperkte onderzoekservaring in het kader van de masterproef en mogelijk in projectvakken. Het is echter wel zo dat masterstudenten vaak weinig inzicht hebben in de manier waarop hun masterproefonderzoek zich kadert in de bredere onderzoeksgemeenschap en evenmin in de maatschappelijke context.
Bovendien is er echter ook bij deze studenten nog een verschil tussen het zelf onderzoek doen versus de onderzoekspraktijk ontsluiten voor leerlingen.

Met de Black Boxen van *Onderzoek in Beweging* kunnen studenten een specifieke onderzoekspraktijk leren kennen op dezelfde manier waarop leerlingen dat doen. Studenten nemen dus de rol van de 'lerende' op in deze fase. Hoewel studenten van de SLO reeds een blootstelling hebben gehad aan een specifieke onderzoekspraktijk, zal dat in de meeste gevallen erg verschillend zijn van de praktijk getoond in de gekozen Black Box - wegens de diversiteit van de wereld van onderzoek, ook binnen vakdomeinen. De SLO-docent kan op de voorafgaande ervaring van de studenten inspelen om hen meer inzicht te geven in de diversiteit van de onderzoekspraktijk.

3.1.2 Fase 2: de student begeleidt anderen bij de ontdekking van de wereld van het onderzoek

Het doel om *Onderzoek in Beweging* te gebruiken in de lerarenopleiding is uiteraard dat de studenten in de toekomst de wereld van onderzoek zullen ontsluiten voor hun leerlingen. Daarom is het interessant om studenten reeds tijdens de opleiding de kans te geven om zelf een Black Box te gebruiken in de klas, bv. tijdens de stage, wetenschapsweek e.d. Wanneer het echter niet mogelijk is om dit met leerlingen te oefenen, kan de docent de studenten elkaar laten begeleiden in het maken van de oefeningen. Men kan de studenten verdelen in groepjes die zich in fase 1 concentreren op één oefening binnen een Black Box, en daarna de andere groepjes begeleiden voor die oefening.
Terwijl het in fase 1 niet nodig is om de studenten op de hoogte te brengen van de didactische principes van het project, wordt dit wel belangrijk op het moment dat de studenten zelf leerlingen moeten begeleiden. Op dat moment kan de docent de versie van deze handleiding die voor de leerkracht bedoeld is, gebruiken. Eventueel kan de docent ter voorbereiding met de studenten na de eerste fase in de vorm van een groepsgesprek de achterliggende principes aanbrengen en in groep bespreken.

3.1.3 Fase 3: de student, als onderzoeker en innovator, ontwerpt nieuwe opdrachten

In de laatste jaren heeft 'de leraar als onderzoek en innovator' steeds meer aandacht gekregen in het onderwijs. Dit wordt vaak geïnterpreteerd in de zin dat de leerkracht de effectiviteit van de eigen praktijk constant moet kunnen monitoren en bijsturen. Hoewel dit zeker een belangrijk element is, vinden we dat de onderzoekende en innovatieve leerkracht veel meer kan dan dit. In het bijzonder gaan we er vanuit dat de innovatieve leerkracht ook eigen materialen moet kunnen bedenken, ontwerpen en uittesten.

In het kader van *Onderzoek in Beweging* kunnen studenten van de lerarenopleiding nieuwe opdrachten of zelfs een volledig nieuwe Black Box bedenken en ontwerpen. Afhankelijk van de beschikbare tijd en omvang van de opdracht, lijsten we hieronder enkele opties op (met stijgende moeilijkheidsgraad):

- vertrekkend vanuit een bestaande Black Box met de reeds verzamelde onderzoeksartefacten, ontwikkelen de studenten één of meerdere opdrachten voor een ander onderwijsniveau met extra artefacten die ze zelf opsporen en uitwerken. Zo hebben studenten BaSO fysica bijvoorbeeld een Black Box Nobelprijs ontwikkeld voor het vak wetenschappelijk werk in de eerste graad SO, vertrekkend vanuit de digitale Black Box Nobelprijs die aanvankelijk bedoeld was voor het vak fysica in tweede en derde graad.
- voor een gekozen Black Box ontwikkelen studenten een volledig nieuwe opdracht die een ander aspect of andere dimensie van de wereld van onderzoek zichtbaar maakt, en ook met nieuwe onderzoeksartefacten die ze zelf moeten vinden.
- studenten ontwikkelen een nieuwe Black Box. Dat betekent dat ze zelf, onder begeleiding, eerst een Black Box van onderzoek vinden die ze zouden willen openen. Daarna moeten ze op zoek naar artefacten die het openen van de gekozen Black Box mogelijk maken. Op basis hiervan moeten ze didactische opdrachten ontwikkelen.

Dit traject is natuurlijk erg omvangrijk en is wellicht dus alleen mogelijk in het kader van een bachelorproef.

Het is belangrijk dat studenten de kans krijgen om hun prototype zelf uit te testen met leerlingen (of ev. met medestudenten) en dat ze daarna hun materialen verbeteren en verfijnen op basis van de resultaten van hun try-out. De docent kan dit organiseren als een outreachactiviteit[7] of kan de studenten ondersteunen om dit zelf te regelen in het kader van hun stage.

Figuur 4: studenten BaSO-fysica testen zelf gemaakt Onderzoek in Beweging materialen in de klas.

Ten slotte willen we benadrukken dat een Black Box niet noodzakelijk digitaal hoeft te zijn. Dat is binnen de beschikbare tijd meestal niet haalbaar voor studenten. Studenten kunnen papieren materialen ontwikkelen, gekoppeld aan digitale artefacten, zoals online filmpjes, artikels e.d.[8]

3.2 Ontwerponderzoek en gebruik van de Black Box Onderzoek in Beweging

Met de Black Box Onderzoek in Beweging kunnen toekomstige leerkrachten ontdekken hoe de website *Onderzoek in Beweging* vorm heeft gekregen. Dit is in het bijzonder relevant en interessant omwille van de volgende aspecten:

1. Ontwerponderzoek

Studenten kunnen de onderzoekspraktijk exploreren voor het onderzoek dat ze ook als leerkrachten zelf kunnen doen: ontwerponderzoek, met als doel het ontwikkelen van didactische materialen. In een concrete casus krijgen studenten de kans om te zien hoe didactische materialen bedacht, ontworpen, uitgetest en verfijnd werden. Ze zien welke actoren betrokken werden in het onderzoek en welk rollen ze allemaal gespeeld hebben.

Daarom kan de Black Box Onderzoek in Beweging ook ingezet worden in de lerarenopleiding wanneer men werkt aan het profiel van de leraar als onderzoeker en innovator, bv. in het kader van algemene vaardigheden, een projectvak of de bachelorproef.

[7] We bedoelen hiermee dat de docent, in het kader van het opleidingsonderdeel, één of ev. meerdere activiteiten kan organiseren in scholen waarmee de resultaten van het werk van de studenten kunnen doorstromen naar leerlingen en leerkrachten.
[8] Om het werk van de studenten te faciliteren, hebben we de verzameling van artefacten ook als pdf aangeboden wanneer dit zinvol is (zie website onder 'materiaal').

2. Onderzoek 'in de wereld van het vak' verbinden met onderzoek 'in de wereld van de leerkracht'

Voor toekomstige leerkrachten is het niet evident om de wereld van onderzoek te ontsluiten voor jonge mensen omdat ze vaak zelf geen of weinig ervaring hebben met onderzoek.
Het kan dus interessant zijn om de Black Box Onderzoek in Beweging te gebruiken naast een vakgebonden Black Box. Studenten kunnen op deze manier eerst de praktijk van onderzoekers in het vak ontdekken en daarna de onderzoekspraktijk van een didactisch team. Men kan op deze manier de diversiteit van de onderzoekspraktijk nog meer zien, en tegelijk kunnen studenten mogelijke parallelle elementen in de twee casussen ontdekken die betekenisvol kunnen zijn voor leerkrachten i.v.m. onderzoek.

3. Verband didactiek - achterliggende visie en concept

Met de Black Box Onderzoek in Beweging kunnen leerkrachten-in-opleiding ook ontdekken hoe didactische materialen ontstaan vanuit een *achterliggende visie en pedagogisch concept*, en waarvan de materialen een concrete didactische vertaling zijn. Studenten kunnen zien hoe het proces van gemeenschappelijke visievorming binnen het (onderzoeks)team van *Onderzoek in Beweging* is verlopen en hoe de visie dan gerealiseerd werd in ontwikkelde materialen en website. Dergelijke visievorming is op zich ook relevant voor toekomstige leerkrachten aangezien die steeds meer verwacht worden in leerkrachtenteams te werken (bv. voor STEM).

4. Onderzoekspraktijk in een onderwijsproject

Met de Black Box Onderzoek in Beweging krijgen leerkrachten-in-opleiding ook de kans om de specifieke onderzoekspraktijk in het kader van een *project* te ontdekken.
Onderzoek in Beweging is immers resultaat van een Vlaams project gefinancierd door het expertisenetwerk School of Education van de Associatie KU Leuven.
Een project is een specifieke vorm van organisatie van onderzoek die tegenwoordig steeds belangrijker wordt. Leerkrachten en scholen krijgen ook steeds meer de kans om mee te doen aan Vlaamse en Europese projecten als volwaardige partner en mogelijk ook als coördinator.
Ook daarom is het relevant voor toekomstige leerkrachten om de wereld van onderzoeksprojecten te leren kennen.

3.3 Trajecten voor de lerarenopleiding

Vertrekkend vanuit de besproken fasen en elementen relevant voor toekomstige leerkrachten, willen we nu concrete trajecten voorstellen met een indicatie van de mogelijke situering binnen de lerarenopleiding. De verschillende trajecten worden samengevat in de tabel in figuur 6.

Trajecten die enkel fase 1 doorlopen:

- Ontdekken (wereld van onderzoek in het vak)

De studenten ontdekken de onderzoekspraktijk in hun vak door zelf een Black Box te openen in de digitale leeromgeving *Onderzoek in Beweging*.
Dit kan gebeuren binnen een vakinhoudelijk opleidingsonderdeel (bv. Black Box Nobelprijs binnen het vak fysica van de lerarenopleiding BaSO) of ev. in een vakdidactisch OPO (SLO).
(Voorlopig Black Boxen voor wereldoriëntatie BaO en fysica, gedragswetenschappen en wetenschappelijk werk SO beschikbaar op de website)

- Ontdekken (wereld van onderzoek voor de leerkracht - generiek)

De studenten ontdekken de onderzoekspraktijk van een onderwijsproject in ontwerponderzoek met de Black Box Onderzoek in Beweging. Dit kan bv. in het kader van een vak waar algemene vaardigheden (en in het bijzonder onderzoeksvaardigheden voor de leerkracht) aan bod komen. De nadruk ligt op het exploreren van een specifieke onderzoekspraktijk.

- Ontdekken (wereld van het onderzoek in het vak en voor de leerkracht)

In dit traject gebruikt de docent de combinatie van een vakgebonden Black Box met de Black Box Onderzoek in Beweging om studenten de kans te geven het onderzoek in hun vakdomein ook te verbinden met ontwerponderzoek in didactiek. Dit kan best in het kader van een vakinhoudelijk vak of vakdidactiek.

Traject dat fase 1 en 2 doorloopt:

- Ontdekken en begeleiden (wereld van onderzoek in het vak)

De studenten ontdekken zelf de wereld van onderzoek met een vakgebonden Black Box, studeren de basisprincipes van de didactiek van *Onderzoek in Beweging* (handleiding voor de leerkracht) en begeleiden leerlingen (of medestudenten) die met de materialen van *Onderzoek in Beweging* aan de slag gaan.
Dit kan in een combinatie van vakinhoudelijk vak + stage, of van vakdidactiek + stage, en ook buiten de stage als de docent een andere outreachactiviteit organiseert in een school.

Trajecten die fase 1, 2 en 3 doorlopen:

(in het kader van projectvak, bv. constructiegericht project, of de bachelorproef)

- Ontwerpen (van opdrachten Onderzoek in Beweging, vanuit het vak met ondersteuning van de Black Box Onderzoek in Beweging)

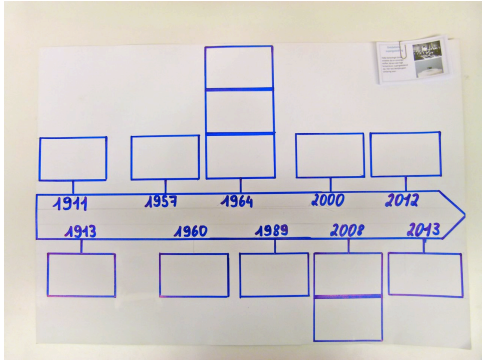
Studenten ontdekken de wereld van onderzoek met een vakgebonden Black Box én de wereld van ontwerponderzoek in onderwijs met de Black Box Onderzoek in Beweging (fase 1). Nadat ze het pedagogisch-didactisch concept van Onderzoek in Beweging onder de knie hebben, ontwerpen ze eigen materialen om de wereld van onderzoek te ontsluiten voor jonge mensen (fase 3). De uittestfase van het ontwerp, indien mogelijk in een school, laat toe dat de studenten zelf proberen de wereld van onderzoek te ontsluiten voor jonge mensen (fase 2).
De docent kan tijdens het ontwerp terugkoppelen met wat de studenten hebben ontdekt in de Black Box Onderzoek in Beweging.

- Ontwerpen (van opdrachten Onderzoek in Beweging, vanuit het vak)

Zoals hierboven maar zonder ondersteuning van de Black Box Onderzoek in Beweging (bv. bij gebrek aan tijd).

- Ontwerpen (inleiding/voorbereiding van ontwerponderzoek)

De docent die in het kader van een projectvak of bachelorproef studenten moet inleiden in ontwerponderzoek, gebruikt hiervoor de Black Box Onderzoek in Beweging. De nadruk is hier een beetje anders dan in het gelijkaardige ontdekkingstraject. De studenten moeten immers daarna zelf materialen ontwerpen (hoewel niet in het kader van Onderzoek in Beweging). De docent kan dus tijdens het ontwerp terugkoppelen met wat de studenten hebben ontdekt in de Black Box Onderzoek in Beweging.



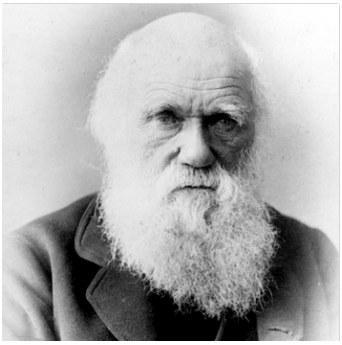
Figuur 5: in het kader van het projectvak 'ConstructieGericht Project' hebben studenten BaSO-fysica een eenvoudige Black Box Nobelprijs Fysica ontworpen voor het vak wetenschappelijk werk in de eerste graad SO. Ze hebben een tijdlijn-spel gemaakt met kaartjes, samen met een oefening gebaseerd op filmpjes en artikels die ze zelf gevonden hebben. Ze hebben hun materialen vervolgens uitgetest in de klas met 25 leerlingen.

Figuur 6: De verschillende voorgestelde trajecten voor het gebruik van Onderzoek in Beweging in de lerarenopleiding.

Traject	Black Boxen		Fasen			Inzetbaarheid in de lerarenopleiding					
	Vakgebonden (FY,GW, WERO of eigen)	Onderzoek in Beweging	1	2	3	inhoudelijk vak	vakdidactiek	algemene vaardigheden (onderzoek)	stage	projectvak	bachelorproef
Ontdekken (vak)	X		X			X	X				
Ontdekken (vak + generiek)	X	X	X			X	X				
Ontdekken (generiek)		X	X					X			
Ontdekken en begeleiden	X		X	X		X	X		X		
Ontwerpen (vak)	X		X	X	X				X	X	X
Ontwerpen (vak +generiek)	X	X	X	X	X				X	X	X
Ontwerpen (voorbereiding)		X	X	(X)	(X)					X	X

4. Blackbox "Darwin de onderzoeker"

4.1 Inleiding



Charles Darwin wordt gezien als de bedenker van de evolutietheorie[9]. Hierdoor krijgt hij heel wat aandacht en is hij een bekend figuur. Het jaar 2009 werd zelfs uitgeroepen tot het jaar van Darwin en sommigen spreken ook over darwinisme in plaats van de evolutietheorie. Hoe komt dit? Is dat terecht? Bedacht Darwin in zijn eentje de ideeën van de evolutietheorie? Darwin was een onderzoeker, maar weten we wat hij concreet heeft gedaan, met wie en hoe hij communiceerde, en waar zich dit alles afspeelde.
Deze black box van Darwin de onderzoeker willen we openen en zo een aantal aspecten van 'onderzoek' als activiteit ontsluiten. M.a.w. de opdrachten hebben niet als doel om te leren over de evolutietheorie, maar willen veeleer leerlingen laten kennismaken met wat onderzoek doen inhoudt.

4.2 Algemene informatie, met doelgroep en link met eindtermen

Doelgroep: 3de graad basisonderwijs - 1ste graad secundair onderwijs - bachelor onderwijs[10]

Link met eindtermen

- **3de graad BaO: wereldoriëntatie**

De combinatie van de verschillende opdrachten leidt tot een projectmatige benadering waarin eindtermen vanuit verschillende bestaansdimensies/domeinen aan bod komen:
1.3 De leerlingen kunnen in een beperkte verzameling van organismen en gangbare materialen gelijkenissen en verschillen ontdekken en op basis van minstens één criterium een eigen ordening aanbrengen en verantwoorden.
1.5 De leerlingen kunnen bij organismen kenmerken aangeven die illustreren dat ze aangepast zijn aan hun omgeving.
3.4 De leerlingen kunnen in concrete situaties verschillende manieren van omgaan met elkaar herkennen, erover praten en aangeven dat deze op elkaar inspelen.
4.6 De leerlingen tonen zich bereid om actieve en passieve vormen van vrijetijdsbesteding te onderzoeken en te evalueren.
5.8 De leerlingen kunnen aan de hand van een voorbeeld illustreren dat een actuele toestand, die voor kinderen herkenbaar is, en die door de geschiedenis beïnvloed werd, vroeger anders was en in de loop der tijden evolueert.
5.9 De leerlingen tonen belangstelling voor het verleden, heden en de toekomst, hier en elders.

---

[9] Levende wezens komen van een gemeenschappelijke voorouder en zijn doorheen de tijd aangepast aan hun omgeving.
[10] Om de leesbaarheid van de tekst te vergemakkelijken wordt telkens gesproken over "leerlingen" i.p.v. "studenten / leerlingen". We bedoelen hier dan ook beide.

5.10 De leerlingen beseffen dat er een onderscheid is tussen een mening over een historisch feit en het feit zelf.
6.2 De leerlingen kunnen in praktische toepassingssituaties op een gepaste kaart en op de globe de evenaar, …, en de werelddelen opzoeken en aanwijzen.
6.3bis De leerlingen kunnen begrippen zoals … stad, …, land en continent in de juiste context gebruiken.
7.1 De leerlingen kunnen op hun niveau verschillende informatiebronnen raadplegen.
De opdrachten kunnen ook afzonderlijk aan bod komen. In het volgende hoofdstuk worden de eindtermen per opdracht vermeld.

- **1ste graad SO: Wetenschappelijk werk**

Link tussen de doelstellingen 'onderzoekend leren' en 'wetenschap en samenleving': 'Door een 'contextuele' en 'projectmatige' aanpak komt de relatie tussen wetenschap en samenleving duidelijk naar voor. Door te vertrekken vanuit de leefwereld van de leerlingen zullen zij wetenschap niet als wereldvreemd ervaren.' Leerlingen verbinden de activiteiten van de grote onderzoeker van het verleden 'Darwin' met de activiteiten die ze ook uitvoeren in onderzoekend leren en in andere contexten van het leven.

Doel: leerlingen de kans geven om de blackbox van de onderzoeker Darwin te openen, en meerdere aspecten van het onderzoek dat geleid heeft tot de evolutietheorie te exploreren en te ontdekken. Via de persoon van Darwin, zijn collega-onderzoekers en hun onderzoeksactiviteiten maken de leerlingen kennis met de intrigerende wereld van het onderzoeken. Ze verrijken hun beeld van 'onderzoek' als activiteit vanuit een waaier aan aspecten die in de opdrachten ontsloten wordt[11]:

- **Verwonderd en nieuwsgierig zijn, waarnemen, meer willen weten**

Dit komt bijvoorbeeld tot uiting via het exploreren van de omgeving, het maken en bijhouden van notities, schetsen en tekeningen van observaties, het schrijven van brieven over ervaringen, het organiseren en indelen van verzamelde organismen, ...

- **Samenwerken met anderen**

Dit komt bijvoorbeeld tot uiting via het schrijven van brieven en e-mails naar andere onderzoekers, het overleggen met experten, het vragen naar hulp bij professoren en leerkrachten, het delen van ideeën op congressen, …

- **Gebruik maken van beschikbare bronnen en instrumenten**

Dit komt bijvoorbeeld tot uiting via het zoeken naar fondsen die helpen bij onderzoek, het gebruiken van onderzoekinstrumenten (bv. microscopen), het lezen van boeken en artikels, het gebruiken van kaarten, ...

- **Gebruik maken van kansen en toeval**

Dit komt bijvoorbeeld tot uiting via het inspelen op plotse gebeurtenissen, het aangrijpen van kansen voor onderzoek, het "op het juiste moment op de juiste plaats zijn", …

[11] Grotzer, T., Heffner-Wong, A., Morris, L., Jasti, C., & Liu, D. (2010). *The nature of scientific thinking: Lessons designed to develop understanding.* Cambridge: Harvard Graduate School of Education.

- **Creatief en kritisch denken**

Dit komt bijvoorbeeld tot uiting via het soms tegen de stroom ingaan, het in vraag durven stellen van theorieën, het op eigen manier voortbouwen op ideeën van anderen, het zoeken naar verklaringen, …

De leerlingen kunnen nog heel wat bijkomende aspecten over 'onderzoek' als activiteit ontdekken. De opdrachten steunen immers op exploratie door de leerlingen waarbij geen juiste antwoorden worden nagestreefd, maar waarbij de verrijking van hun beeld van 'onderzoek' als activiteit centraal staat.

Een tweede belangrijke kanttekening is dat de opdrachten dus niet de bedoeling hebben om inhoudelijk de evolutietheorie aan te brengen bij de leerlingen!

Werkvorm en materiaal

In een inleiding wordt gepeild naar de voorkennis van de leerlingen over 'onderzoek' als activiteit. Na de opdrachten, tijdens het slot, wordt teruggekomen op de eerste ideeën van de leerlingen om ze te confronteren met hun ontdekkingen vanuit de opdrachten.
De opdrachten voeren de leerlingen bij voorkeur uit in kleine groep. Iedere opdracht omvat exploratie gevolgd door reflectie.

<table>
<tr><td colspan="5">Inleiding met paspop "Darwin de onderzoeker" (brainstorm)</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Wat deed Darwin allemaal als onderzoeker?</td><td colspan="4">Darwin gaat op expeditie</td></tr>
<tr><td colspan="4">exploratie</td></tr>
<tr><td colspan="4">reflectie</td></tr>
<tr><td>Darwin observeert</td><td>Darwin leest</td><td>Darwin verzamelt</td><td>Darwin schrijft</td></tr>
<tr><td>exploratie
reflectie</td><td>exploratie
reflectie</td><td>exploratie
reflectie</td><td>exploratie
reflectie</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Is Darwin de bedenker van de evolutietheorie?</td><td colspan="4">Darwins theorie?</td></tr>
<tr><td colspan="4">exploratie</td></tr>
<tr><td colspan="4">reflectie</td></tr>
<tr><td colspan="5">Slot met paspop "Darwin de onderzoeker" (brainstorm)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Extra info: Bijval, maar ook tegenwind</td></tr>
</table>

Wie over weinig tijd beschikt kan zich beperken tot de opdracht "Darwin gaat op expeditie". In deze opdracht verkennen de leerlingen een digitale kaart die linken bevat naar andere opdrachten. Op die manier maken de leerlingen vanuit één opdracht kennis met verschillende activiteiten die 'onderzoek' kenmerken.

Het is ook mogelijk om de opdrachten afzonderlijk te integreren in lessen over bijvoorbeeld het schrijven van brieven, het herkennen en indelen van organismen, interpersoonlijke relaties, …

- **Inleiding met paspop**

Mensen voeren allerlei soorten beroepen uit. Zo zijn er ook 'onderzoekers'. Maar wat typeert een onderzoeker? Wat doet die allemaal? Hoe gaat die precies te werk? …
Centraal in de inleiding staat de vraag: *Wat doet een onderzoeker?*
De studenten / leerlingen beantwoorden deze vraag door een paspop aan te kleden die een onderzoeker voorstelt. Ze kleden de paspop aan met post-its waarop ze noteren wat ze denken dat een onderzoeker doet.
De leerlingen kunnen in kleine groepjes brainstormen, maar ze kunnen ook individueel over de centrale vraag nadenken. Ze noteren op 3 post-it's telkens een antwoord op de vraag. Vervolgens delen ze deze antwoorden met de rest van de klas. Als leerkracht zorg je tijdens deze voorstelling voor een groepering van de antwoorden, zodat aspecten gevormd worden van 'onderzoek' als activiteit.
De paspop met post-its blijft in de klas, zodat hierop kan teruggekomen worden tijdens de opdrachten en het slot.

Het zou kunnen dat de leerlingen blijven hangen in antwoorden zoals "dingen/van alles onderzoeken". Vraag dan als leerkracht verder door, zodat ze dit antwoord concreter maken, bv. "Wat bedoel je daarmee? Wat zijn die dingen? …" Ook stereotiepe antwoorden zijn mogelijk, zie bv. bril, proefjes doen, … (bv. geïnspireerd door stripfiguren zoals professor Barabas en professor Gobelijn). Dat is niet erg! Het is juist de bedoeling van dit pakket om hun beeld te verrijken.

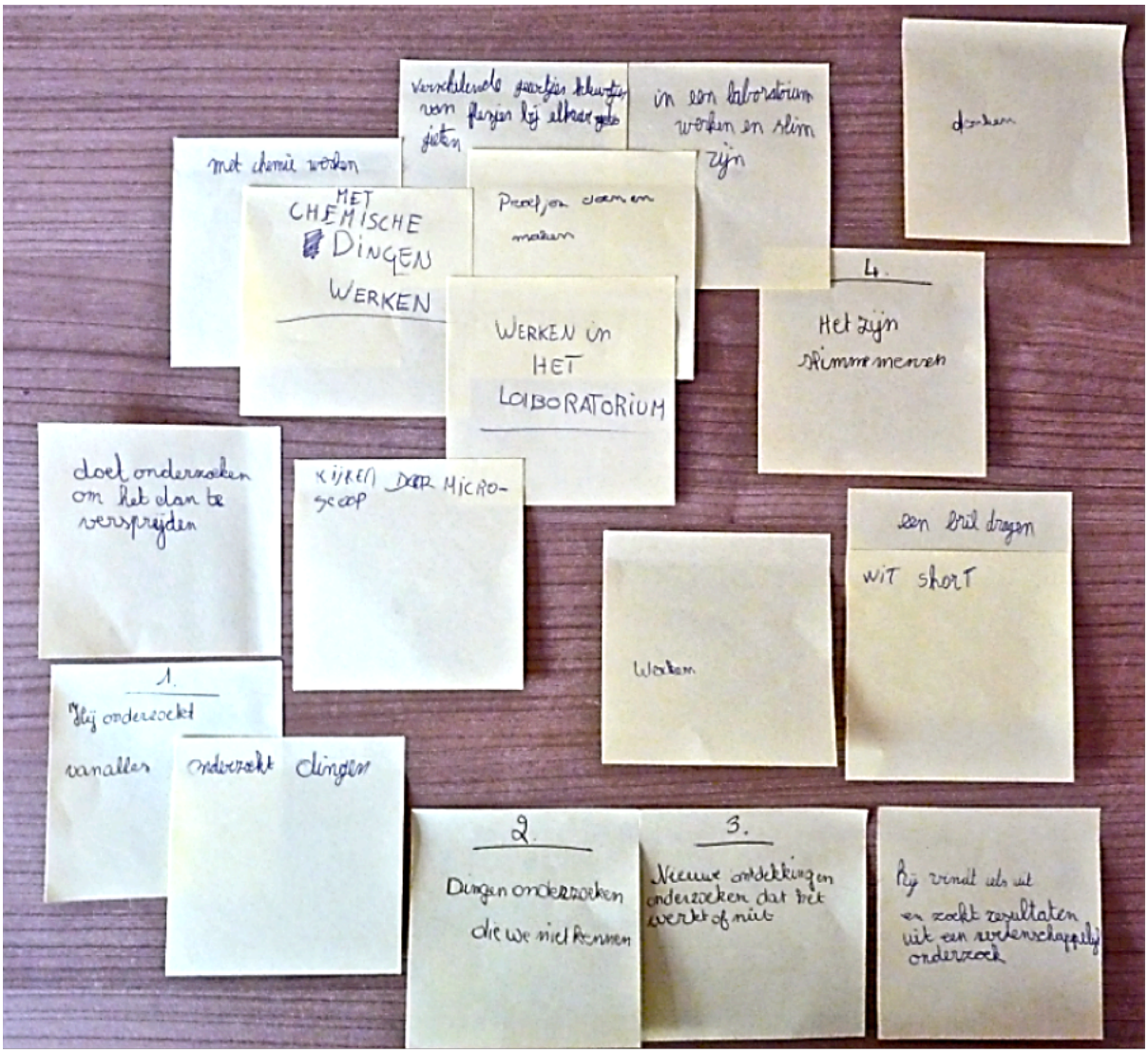
In plaats van een paspop kan ook gebruik gemaakt worden van bijvoorbeeld het silhouette van een persoon, een projectie van een figuur van een onderzoeker, of een object dat met onderzoeken te maken heeft (bv. een loep). Kies een genderbewust beeld. Een andere mogelijkheid is om de leerlingen zelf een tekening te laten maken van een onderzoeker.

In de figuur op de volgende pagina vindt men voorbeeldantwoorden van leerlingen van het 5de leerjaar lager onderwijs .

- **Opdrachten**

Op de website www.onderzoekinbeweging.be zijn zes opdrachten te vinden waarin de onderzoeker Darwin centraal staat. Via online exploratie ontdekken de leerlingen in kleine groepjes meerdere aspecten van het onderzoek dat geleid heeft tot de

evolutietheorie. Op basis van reflectie worden diverse aspecten van 'onderzoek' als activiteit geëxpliciteerd vanuit de opdrachten.
Er wordt best gestart met de opdracht "Darwin gaat op expeditie". Voor de vier volgende opdrachten (zie schema) is het mogelijk om ieder groepje leerlingen een andere opdracht online te laten uitvoeren of ieder groepje kan elke opdracht doorlopen, waarbij de taken kunnen worden verdeeld. Bij deze eerste vijf opdrachten (zie schema) staat de vraag "Wat deed Darwin allemaal als onderzoeker?" centraal. Vanuit online exploratie komen de leerlingen tot antwoorden op die vraag. Per opdracht wordt één aspect van 'onderzoek' als activiteit centraal gesteld. De leerkracht kan zich hier op focussen tijdens de begeleiding, maar uiteraard kunnen de leerlingen nog veel meer ontdekken.



Figuur 4: voorbeeldantwoorden gegeven door leerlingen tijdens de inleiding met paspop.

Afsluiten kan met de opdracht "Darwins theorie?". In deze opdracht wordt de evolutietheorie benaderd vanuit historisch perspectief waarbij de leerlingen kunnen achterhalen dat Darwin één van de vele schakels is in het vorm geven van de evolutietheorie zoals we die nu kennen.

Iedere opdracht volgt volgende opbouw:

- **Exploratie**

De leerlingen verkennen (bij voorkeur) in kleine groep de opdracht online op de website: www.onderzoekinbeweging.be.

De online exploratie kan gebeuren op een vaste computer, laptop, tablet, … Twee leerlingen per device maakt een grote betrokkenheid van iedere leerling mogelijk. Het kan interessant zijn om ook enkele koptelefoons te voorzien, aangezien in een aantal opdrachten de leerlingen ook gevraagd worden om te luisteren naar audiofragmenten. Te kijken naar een filmpje, …

- **Reflectie**

Tussendoor, maar zeker na de exploratie, vertellen de leerlingen aan elkaar wat ze ontdekt hebben. De leerkracht stelt hierbij richtvragen, die aanzetten tot reflectie over de opdracht, zodat aspecten van 'onderzoek' als activiteit geëxpliciteerd worden en in relatie gebracht worden met eerdere ideeën.

Voor de leerlingen in de basisschool is het belangrijk om tijdens de opdrachten de link te leggen met de eigen leefwereld, in het bijzonder tijdens de reflectie.

De opdrachten worden verder toegelicht in het volgende hoofdstuk.

- **Slot met paspop**

Na afloop van de zes opdrachten wordt de oefening met de paspop herhaald. Dit heeft vooral als doel het ontdekte vast te zetten. Hierbij wordt de transfer gemaakt van de onderzoeker Darwin naar een algemener beeld van 'onderzoek' als activiteit. De eerste ideeën van de leerlingen uit de inleiding worden geconfronteerd met hun ontdekkingen: kunnen de leerlingen antwoorden toevoegen op de vraag "Wat doet een onderzoeker?", vinden ze dat er post-its moeten worden verwijderd, …

Als leerkracht kan je bovenstaande aspecten in het achterhoofd houden om de antwoorden van de leerlingen te groeperen. Nogmaals deze aspecten zijn niet sluitend. De opdrachten hebben de bedoeling een rijk beeld van 'onderzoek' als activiteit te ontsluiten, dus ook andere antwoorden en aspecten (groepering van antwoorden) zijn mogelijk!

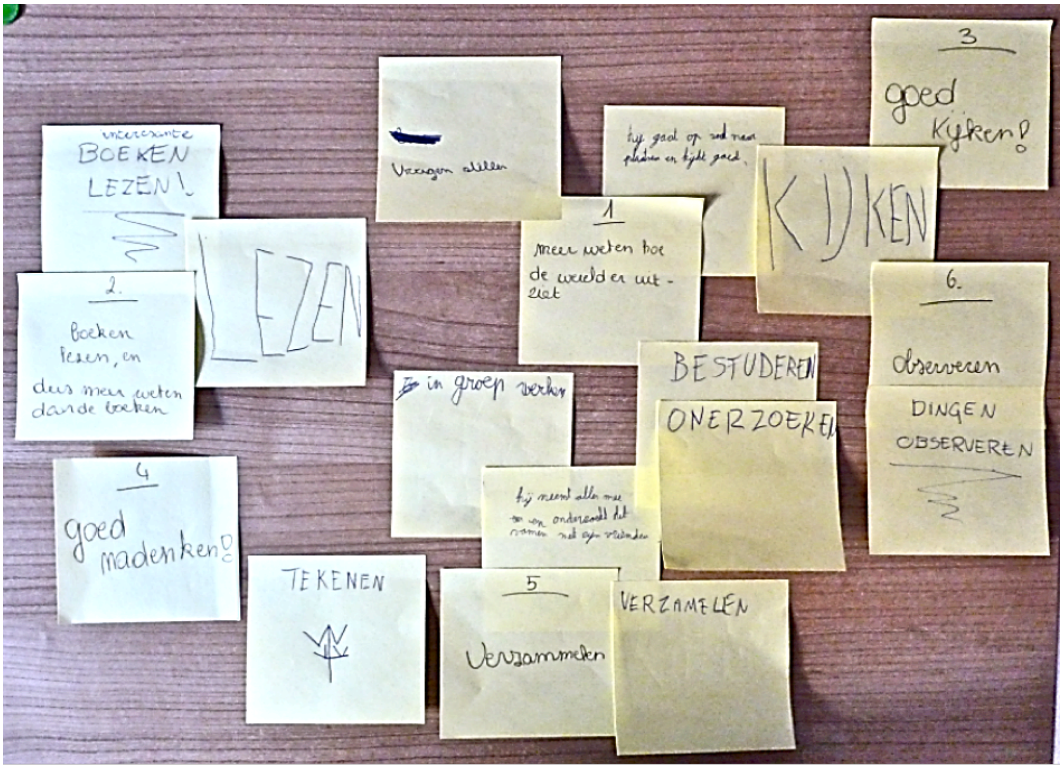
In de figuur op de volgende pagina vindt men voorbeeldantwoorden van leerlingen van het 5de leerjaar lager onderwijs.

- **Extra info: Bijval, maar ook tegenwind**

Wie inhoudelijke achtergrondinformatie zoekt over de evolutietheorie, kan terecht op de website www.evolutietheorie.be. Deze website biedt tal van wetenschappelijke artikels aan over de evolutietheorie. Sommige zijn vertaald naar het Nederlands, andere zijn geschreven door Nederlandstalige onderzoekers en docenten. Zowel leraren en leerlingen uit het secundair en hoger onderwijs en algemeen geïnteresseerden kunnen hiermee aan de slag. Naast teksten zijn er ook video-opnames van lezingen die meer uitleg geven over wetenschappelijke, historische, filosofische en andere vragen rond de evolutietheorie. Ook voor kinderen is er een link die o.a. zeer toegankelijke tekenfilmpjes bevat over het recht van de sterkste, natuurlijke selectie, ... [12].
Op de website www.onderzoekinbeweging.be kan je bij "Bijval maar ook tegenwind" een filmpje bekijken waarin de betekenis van de evolutietheorie wordt geduid. Verder wordt er ook in stilgestaan bij de controverse rond deze theorie.
Het filmpje kan aanleiding geven tot een klasdiscussie waarin volgende vragen kunnen aan bod komen:

- Wordt de evolutietheorie door iedereen aanvaard? Waarom wel/niet?
- Hoe kunnen we weten of de ideeën van Darwin steek houden?
- Waarom kunnen we niet om evolutie heen?

Geschatte tijd: 4 à 5u (als ieder groepje elke opdracht maakt)



Figuur 5: voorbeeldantwoorden van leerlingen tijdens het slot met paspop.

[12] Kabinet Vlaams minister van Onderwijs en Vorming (2009) *Jarige Darwin gaat online*. http://www.ond.vlaanderen.be/nieuws/2009/0212-Darwin.htm (14/05/2015)

4.3 Oefeningen met voorbeeldantwoorden en tips

4.3.1 Darwin gaat op expeditie

Link met eindtermen

- Wereldoriëntatie
5.9 De leerlingen tonen belangstelling voor het verleden, heden en de toekomst, hier en elders.
6.2 De leerlingen kunnen in praktische toepassingssituaties op een gepaste kaart en op de globe de evenaar, …, en de werelddelen opzoeken en aanwijzen.
6.3bis De leerlingen kunnen begrippen zoals … stad, …, land en continent in de juiste context gebruiken.
7.1 De leerlingen kunnen op hun niveau verschillende informatiebronnen raadplegen.
- Wetenschappelijk werk: link tussen 'onderzoekend leren' en 'wetenschap en samenleving'.

Doel: leerlingen ontdekken aspecten van 'onderzoek' als activiteit.
<u>Centraal staat: Gebruik maken van kansen en toeval</u>

Vanuit deze opdracht moeten de leerlingen vooral inzien dat voor een onderzoeker, zoals Darwin, kansen grijpen zo belangrijk is. De ontdekkingen van een onderzoeker steunen ook op een zeker geluk en toeval. Verder moeten de leerlingen ook inzien dat een onderzoeker een veelheid aan activiteiten onderneemt, waarbij het verkennen van de wereld en deze willen begrijpen centraal staat.

Werkvorm en materiaal
Centraal staat de vraag: Wat deed Darwin allemaal als onderzoeker?

Op de website kunnen bij opdracht 3 verschillende postkaarten gedownload worden. Deze postkaarten moeten afgeprint aanwezig zijn in de klas om deze opdracht uit te voeren.

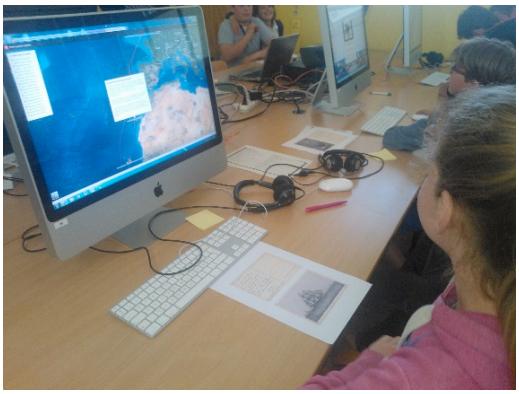
Iedere groep leerlingen voert de opdracht uit.

- De postkaarten worden verdeeld over de groepjes. Eén of meerdere postkaarten kunnen centraal staan per groepje. Ieder groepje verkent de "google maps"-kaart, maar rekening houdend met de opdracht om de locatie van de postkaart(en) terug te vinden. Wat de leerlingen leren aan de hand van de postkaart(en), kunnen ze noteren als een kort reisverslagje op de kaart(en) in naam van Darwin. De reisverslagjes komen dan aan bod tijdens de reflectie.
- Het is ook mogelijk dat de groepjes vrij de kaart verkennen. Nadien kiezen ze één of meerdere postkaarten en schrijven ze een kort reisverslagje op de kaart(en) in naam van Darwin. De reisverslagjes komen aan bod tijdens de reflectie.

De leerlingen zijn geneigd om in de eerste plaats op zoek te gaan naar de locatie van hun postkaartje(s). Dit betekent dat ze niet onmiddellijk aan de slag gaan met wat vermeld staat bij de verschillende locaties. Eenmaal ze hun locatie(s) hebben gevonden, verdiepen ze zich in wat er daar geschreven staat. Er is echter niet voor iedere locatie een postkaart. Stimuleer de leerlingen, eventueel na afloop van het schrijven van hun postkaartje(s), dus ook om de andere locaties eens te verkennen.

Voor de leerlingen in de basisschool is het belangrijk om bij het schrijven van het postkaartje de link te leggen met hun eigen ervaringen: Wat vertellen zij aan hun familie wanneer ze op reis zijn? Op die manier kunnen ze zich inleven in Darwin en krijgen zijn ervaringen meer betekenis, waardoor ze deze noteren op het postkaartje.

- **Exploratie**



Op de website verkennen de leerlingen de opdracht: aan de hand van een "google maps"-kaart volgen ze de route van de Beagle. Darwin greep de kans om met de Beagle de wereld rond te reizen, en dit gebeurde dankzij een goede vriend van hem. Zowel op zee als op het land treden de leerlingen in de voetsporen van Darwin door te lezen, kijken en luisteren, ontdekken ze wat Darwin deed en beleefde op de verschillende plaatsen. Vanuit fascinatie nam hij de wereld waar, maakte notities, verzamelde hij allerlei organismen, ... Hij las boeken, bestudeerde organismen met microscopen, … Op die manier werd hij geprikkeld en kregen zijn ideeën over evolutie langzaamaan vorm. Deze zaken komen aan bod in de nabespreking aan de hand van de reisverslagen die de leerlingen noteren op de postkaartjes (zie reflectie).

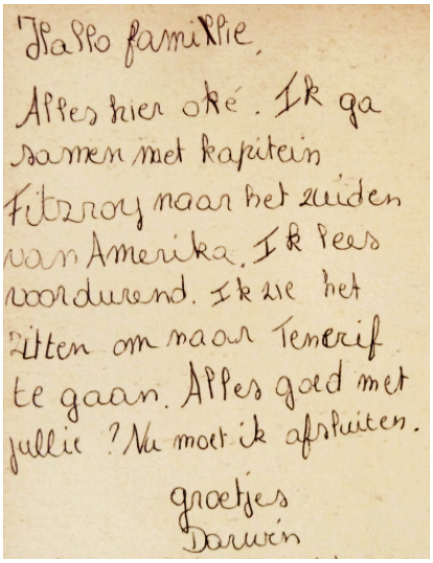
- **Reflectie**

Vertrekkend vanuit de exploratie worden vragen gesteld (tijdens of nadien) die de leerlingen aanzetten tot reflectie over de opdracht, dus over wat ze ontdekt hebben over de onderzoeksactiviteiten van Darwin, en dit in relatie tot hun eigen ervaringen met op reis gaan:

- Wie zou er net zoals Darwin graag de wereld eens rondreizen?
- Wat verwacht je dan van zo'n reis?
- Hoe komt het dat Darwin op reis kon vertrekken?
- Waarom zou Darwin op reis vertrokken zijn?
- Was hij graag op reis? Waarom wel/niet?
- Waar is Darwin zoal geweest? En jullie?
- Wat doen jullie zoal op reis?
- Wat deed Darwin allemaal op reis?

Vanuit deze vragen kan ieder groepje vertellen wat zij neergeschreven hebben op hun postkaartje(s) over Darwin en de specifieke locatie. Als leerkracht groepeer je de antwoorden van de leerlingen. Bovenstaande aspecten van 'onderzoek' als activiteit kan je hierbij in het achterhoofd houden.

Voorbeeld postkaartje "Darwin vertrekt op expeditie"
Leerlingen 5de leerjaar


Hallo familie,
Alles hier oké. Ik ga samen met kapitein Fitzroy naar het zuiden van Amerika. Ik reis voordurend. Ik zie het zitten om naar Tenerif te gaan. Alles goed met jullie? Nu moet ik afsluiten.
groetjes
Darwin

Tot slot kan stilgestaan worden bij de centrale vraag: Wat deed Darwin allemaal als onderzoeker? Hier kunnen de ontdekte aspecten van 'onderzoek' als activiteit geëxpliciteerd worden. Dit kan in relatie tot de eerdere ideeën op de paspop.

Vanuit deze opdracht kunnen er linken gelegd worden naar de andere opdrachten. Op die manier is deze opdracht het vertrekpunt om de andere opdrachten te behandelen. Wie over weinig tijd beschikt, kan ervoor kiezen om de opdracht "Darwin gaat op expeditie" centraal te stellen en zo de leerlingen verschillende activiteiten die 'onderzoek' kenmerken te laten ontdekken. Hierbij kan je dan als leerkracht exemplarisch één of meerdere van de andere opdrachten behandelen.
Bijvoorbeeld: Darwin houdt zich bezig aan boord, kan aanleiding geven om dieper in te gaan op de opdracht 'Darwin leest': Wat las hij precies? Op welke manier hield hetgeen hij las hem bezig? …

Volgende linken met de andere opdrachten zijn mogelijk:

Darwin gaat op expeditie	***Link met andere oefeningen***
Plymouth	
Darwin houdt zich bezig aan boord	*Darwin leest*
Kaapverdië	
Darwin kruist voor het eerst de evenaar	
Salvador (Brazilië)	
Darwin onderzoekt plankton	
Rio De Janeiro – Darwin trekt op verkenning	*Darwin observeert*
Darwin zendt zijn verzamelingen naar huis	*Darwin verzamelt - Darwin schrijft*
Bahia Blanca	*Darwin verzamelt - Darwins theorie*
Darwin maakt indruk op de bemanning	
Patagonië	*Darwin schrijft - Darwins theorie*
Darwin reist richting Grote Oceaan	*Darwin schrijft*

Concepcion	*Darwin leest (Lyell)*
Darwin kijkt uit naar de Galapagoseilanden	
Galapagoseilanden	*Darwin observeert - Darwins theorie*
Darwin vertrekt huiswaarts	
Tasmanië	
Darwin is al meer dan 4 jaar onderweg	
Cocoseilanden	
Darwin gaat via Brazilië terug naar huis	

4.3.2 Darwin observeert

Link met eindtermen

- Wereldoriëntatie
1.3 De leerlingen kunnen in een beperkte verzameling van organismen en gangbare materialen gelijkenissen en verschillen ontdekken en op basis van minstens één criterium een eigen ordening aanbrengen en verantwoorden.
1.5 De leerlingen kunnen bij organismen kenmerken aangeven die illustreren dat ze aangepast zijn aan hun omgeving.
5.9 De leerlingen tonen belangstelling voor het verleden, heden en de toekomst, hier en elders.
- Wetenschappelijk werk: link tussen 'onderzoekend leren' en 'wetenschap en samenleving'.

Doel: leerlingen ontdekken aspecten van 'onderzoek' als activiteit.
<u>Centraal staat: Verwonderd en nieuwsgierig zijn, waarnemen, meer willen weten</u>

Vanuit deze opdracht moeten de leerlingen vooral inzien dat voor een onderzoeker, zoals Darwin, waarnemen zo belangrijk is. Een onderzoeker kijkt in de eerste plaats naar de wereld en wil deze begrijpen. Om waarnemingen te begrijpen worden deze geïnterpreteerd. Een onderzoeker zoekt naar verklaringen voor wat hij/zij observeert. Hij/zij maakt daarbij gebruik van aanwezige kennis en de hulp van vrienden en collega's. Zowel kritisch als creatief denken, speelt daarbij een belangrijke rol. Bijkomend kan aan bod komen dat ontdekkingen ook steunen op een zeker geluk.

Werkvorm en materiaal
Centraal staat de vraag: Wat deed Darwin allemaal als onderzoeker?

2 opties: één groep of iedere groep leerlingen voert de opdracht uit.

- **Exploratie**

Op de website verkennen de leerlingen de opdracht. Ze kijken naar het filmpje of lezen er hoe Darwin tot zijn originele idee over 'evolutie' kwam, en hoe hij hierin slaagde dankzij de kans om op expeditie te gaan met De Beagle. Ze vernemen hoe hij gefascineerd was door de 'Darwin' vinken, maar niet onmiddellijk inzag hoe belangrijk die vinken waren. Zijn idee over 'evolutie' ontstond dus niet als één of andere geniale ingeving. Hij had al veel gelezen, gehoord van collega's, en hij had de gave om dit allemaal op te slaan in zijn achterhoofd en die zaken terug op te roepen en op latere momenten in verband te brengen met zijn waarnemingen. Hij was een buitengewoon goeie observator die constant bezig was dieper in te gaan op zijn waarnemingen. In die zin was 'een vogel' voor hem niet zomaar 'een vogel', maar keek hij naar de bouw van die vogel, en probeerde hier zaken uit af te leiden. Hij was ook enorm gretig om te 'weten', en liet zich daarbij ook helpen door vrienden en collega's die op sommige vlakken meer kennis hadden dan hijzelf. Deze zaken komen aan bod in de nabespreking (zie reflectie).

Wie wil, kan door te klikken in de tekst op de hyperlink "Hoe dat ging ontdek je hier!" meer te weten komen over de Darwinvinken. Het filmpje bevat achtergrond-informatie om dieper in te gaan op de evolutietheorie. Zo krijgen de leerlingen onder meer een idee over hoe de vinken relevant zijn voor de evolutietheorie.

Klikken op "Maak de oefening" leidt naar een tweede pagina: hier worden de leerlingen zelf uitgedaagd om nauwkeurig waar te nemen en vanuit hun waarnemingen te interpreteren: Kunnen ze door goed te kijken naar de vogels bijvoorbeeld afleiden wat ze eten? De leerlingen doen dit eerst voor enkele Darwinvinken en vervolgens voor enkele inheemse vogels.

In deze oefening klikken de leerlingen de bolletjes aan, waarna ze via "feedback" hun antwoorden kunnen controleren. Om te voorkomen dat de leerlingen lukraak klikken, vraag je de leerlingen om net zoals Darwin te noteren welke gelijkenissen en verschillen ze zien op de foto's van de vogels en hoe ze dus tot hun antwoorden komen. Dit komt dan aan bod tijdens de reflectie.

Het is mogelijk dat de leerlingen er niet in slagen om aan de slag te gaan met de oefening doordat ze niet weten waar zich op te focussen bij het bekijken van de afbeeldingen van de vogels. Via vraagstelling kan de leerkracht ervoor zorgen dat de leerlingen op weg geraken. Als leerkracht vestig je hier de aandacht op het "niet zomaar kijken" naar een vogel, maar het meer willen weten en wat je hiervoor kan doen (vergelijken, voorkennis gebruiken, overleggen, …)

De leerlingen kunnen aansluitend ook observaties doen in de eigen buitenomgeving, bijvoorbeeld van de zwaluw, mees en vink om dan te achterhalen met wat de vogel

zich voedt of hij al dan niet trekt. Waarom wel, waarom niet … Als leerkracht kan je ook de link leggen naar andere voorbeelden van interpretaties vanuit de waarneming van vogels en andere dieren, bijvoorbeeld over camouflage, opvallende kleuren[13], …

- **Reflectie**

Vertrekkend vanuit de oefening worden vragen gesteld (tijdens of nadien) die de leerlingen aanzetten tot reflectie over de oefening, en dit in relatie tot wat ze ontdekt hebben over de onderzoeksactiviteiten van Darwin:
Focus op kijken naar de wereld, verwonderd en nieuwsgierig zijn
(waarnemen: Hoe ziet een vogel eruit?):

- Hoe zijn jullie te werk gegaan?
- Naar wat hebben jullie gekeken?
- Waarom is kijken volgens jullie belangrijk?
- Wat is kijken volgens jullie precies?
- Keek Darwin? Waarom denk je dat?
- Waarom was dit belangrijk voor Darwin?

Focus op meer willen weten, creatief en kritisch denken, samenwerken met anderen
(interpreteren: Wat kan ik afleiden over die vogel op basis van hoe hij eruit?):

- Weet je door te kijken of een vogel insecten of zaden eet?
- Is kijken voldoende? Waarom wel/niet?
- Hoe weet je dat dan wel?
- Hoe ben je te werk gegaan? (vergelijken, patronen zoeken, …)
- Hoe deed Darwin dit?

Na het bekijken van het filmpje kunnen nog volgende vragen worden gesteld:

- Waarom was het kijken naar de vogels op de Galapagoseilanden belangrijk voor de evolutietheorie?
- Slaagde Darwin er alleen in om alle puzzelstukjes in elkaar te laten vallen? En jullie?

Tot slot kan stilgestaan worden bij de centrale vraag: Wat deed Darwin allemaal als onderzoeker? Hier kunnen de ontdekte aspecten van 'onderzoek' als activiteit geëxpliciteerd worden. Dit kan in relatie tot de eerdere ideeën op de paspop.

Belangrijk om in het achterhoofd te houden bij de bespreking is dat een uitspraak zoals "De vogel heeft zich aangepast aan zijn omgeving." een misconcept kan bevatten over de evolutietheorie. Een dier past zich namelijk niet zelf aan aan de omgeving, maar het past in die omgeving waardoor het kan blijven bestaan. De centrale idee die dus niet uit het oog mag verloren worden is: De omgeving bepaalt of een organisme daarin kan blijven leven of niet.

[13] Tersteeg, W. (2014) *Ontrafeld: waarom zebra's strepen hebben*. De Morgen, 2 april http://www.demorgen.be/wetenschap/ontrafeld-waarom-zebra-s-strepen-hebben-a1838876/ (14/05/2015)

4.3.3 Darwin leest

Link met eindtermen

- Wereldoriëntatie
4.6 De leerlingen tonen zich bereid om actieve en passieve vormen van vrijetijdsbesteding te onderzoeken en te evalueren.
5.9 De leerlingen tonen belangstelling voor het verleden, heden en de toekomst, hier en elders.
7.1 De leerlingen kunnen op hun niveau verschillende informatiebronnen raadplegen.
- Wetenschappelijk werk: link tussen 'onderzoekend leren' en 'wetenschap en samenleving'

Doel :leerlingen ontdekken aspecten van 'onderzoek' als activiteit.
Centraal staat: Gebruik maken van beschikbare bronnen en instrumenten

Vanuit deze oefening moeten de leerlingen vooral inzien dat voor een onderzoeker, zoals Darwin, lezen zo belangrijk is. Een onderzoeker is geïnteresseerd in de ideeën van anderen, wil meer weten over allerlei onderwerpen, … Op die manier kan hij/zij met voorkennis naar de wereld kijken, deze verder in vraag stellen en proberen begrijpen. Een onderzoeker springt daarbij creatief en kritisch om met wat hij/zij leest, waardoor nieuwe ideeën kunnen ontstaan, kennis in vraag wordt gesteld, …

Werkvorm en materiaal
Centraal staat de vraag: Wat deed Darwin allemaal als onderzoeker?
2 opties: één groep of iedere groep leerlingen voert de opdracht uit.
- Wanneer de volledige klas de opdracht uitvoert, kunnen de vier boeken verdeeld worden over de verschillende groepjes.

Wanneer deze opdracht uitgevoerd wordt met leerlingen uit het basisonderwijs, is het belangrijk dat de link gelegd wordt met de opdracht "Darwin gaat op expeditie" (ankerpunten: Darwin houdt zich bezig aan boord en Concepcion). De klemtoon hoort bij alle leeftijdsgroepen vooral te liggen op de boeken als inspiratiebron, en niet zozeer op de inhoud van de boeken. Voor jonge leerlingen is het in die zin aan te raden hen vooral te laten luisteren naar de audiofragmenten bij het boek van Lyell en Malthus.

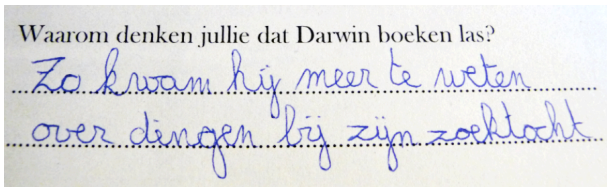
- **Exploratie**

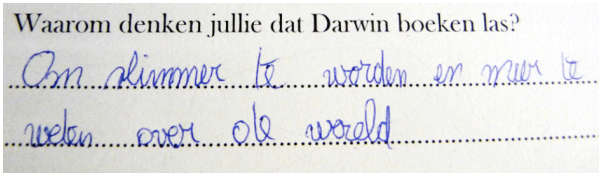
Op de website verkennen de leerlingen de opdracht. Ze kunnen er een korte samenvatting lezen van vier boeken die Darwin las. Deze boeken inspireerden hem: hoe dit gebeurde kunnen de leerlingen beluisteren via een audiofragment bij ieder boek. Op die manier ontdekken de leerlingen dat Darwin als onderzoeker

niet alleen experimenten uitvoerde, maar ook heel wat las over uiteenlopende onderwerpen. Hij was leergierig en had een brede interesse. Wat hij las, stelde hij soms in vraag of deed hem twijfelen aan zijn eigen kennis en ideeën (boeken van Paley en Chambers). Andere keren vond hij in de boeken nieuwe ideeën die hij kon gebruiken om zijn eigen ideeën verder vorm te geven (boeken van Lyell en Malthus). Deze zaken komen aan bod in de nabespreking (zie reflectie).

De leerlingen kunnen gevraagd worden om een fiche te maken of in te vullen over ieder boek en in het bijzonder de betekenis ervan voor Darwin. Op die manier beschikken ze over een houvast tijdens de reflectie. Op de website kan een voorbeeldfiche gedownload worden bij materialen.

Voorbeeldantwoorden uit fiche over de boeken van W. Paley en T. Malthus
Leerlingen 5de leerjaar


Waarom denken jullie dat Darwin boeken las?
Zo kwam hij meer te weten over dingen bij zijn zoektocht


Waarom denken jullie dat Darwin boeken las?
Om slimmer te worden en meer te weten over de wereld

Wie wil, kan nog twee filmpjes bekijken van hedendaagse onderzoekers. In deze filmpjes wordt ingezoomd op hoe kennis veranderlijk is. In het ene filmpje verduidelijkt Prof. Dr. Ben Derudder (sociaal geograaf) hoe Darwin geïnspireerd werd door de ideeën van een andere onderzoeker, namelijk de econoom Malthus. Tegelijkertijd belicht de professor hoe de ideeën van onderzoekers evolueren doorheen de tijd en soms bijgestuurd of zelfs ontkracht worden. In het andere filmpje gaat Prof. Dr. Kathleen Van Craenenbroeck (moleculair bioloog) dieper in op hoe onderzoekers tot nieuwe kennis komen.

- **Reflectie**

Vertrekkend vanuit de exploratie worden vragen gesteld (tijdens of nadien) die de leerlingen aanzetten tot reflectie over de opdracht, dus over wat ze ontdekt hebben over de onderzoeksactiviteiten van Darwin, en dit in relatie tot hun eigen ervaringen met het lezen van boeken:

- Lezen jullie zelf boeken? Welke boeken?
- Waarom lezen jullie boeken?
- Wie leest graag? Waarom wel/niet?
- Lezen jullie soms boeken om meer te weten te komen over iets?
- Waarom las Darwin boeken? (*brede interesse, meer willen weten, nieuwe ideeën, voeden van zijn ideeën, 'over het muurtje kijken', …*)
- Welke boeken las hij? (*informatieve boeken, over verschillende onderwerpen, …*)
- Op welke manier las Darwin boeken? (*kritisch, aandachtig, met een open blik, …*)
- Waarom was lezen belangrijk voor Darwin? Wat leerde Darwin zoal uit de boeken die hij las? (*nieuwe ideeën (Malthus - Lyell), stilstaan bij de aanvaardbaarheid van nieuwe ideeën (Chambers), nadenken/twijfelen over bestaande ideeën (Paley - Chambers)*)

- Waarom was dit belangrijk voor de evolutietheorie? (*voorkennis om naar de wereld te kijken, nieuwe ideeën die zijn ideeën verrijkten, twijfel over bestaande ideeën, …*)

Indien de leerlingen fiches maakten of invulden over de boeken kunnen deze als hulpmiddel gebruikt worden bij de bespreking van de vragen.
Na het bekijken van de filmpjes kunnen nog volgende vragen worden gesteld:

- Waarom was het lezen van het boek van Malthus belangrijk voor Darwin? En voor de evolutietheorie?
- Zijn de ideeën van Malthus nog steeds actueel? Waarom wel/niet?
- Kan kennis veranderen? Waarom wel/niet?
- Hoe gebeurt dit? Hoe ontstaat kennis?

Tot slot kan stilgestaan worden bij de centrale vraag: Wat deed Darwin allemaal als onderzoeker? Hier kunnen de ontdekte aspecten van 'onderzoek' als activiteit geëxpliciteerd worden. Dit kan in relatie tot de eerdere ideeën op de paspop.

4.3.4 Darwin verzamelt

Link met eindtermen

- Wereldoriëntatie
1.3 De leerlingen kunnen in een beperkte verzameling van organismen en gangbare materialen gelijkenissen en verschillen ontdekken en op basis van minstens één criterium een eigen ordening aanbrengen en verantwoorden.
1.5 De leerlingen kunnen bij organismen kenmerken aangeven die illustreren dat ze aangepast zijn aan hun omgeving.
5.8 De leerlingen kunnen aan de hand van een voorbeeld illustreren dat een actuele toestand, die voor kinderen herkenbaar is, en die door de geschiedenis beïnvloed werd, vroeger anders was en in de loop der tijden evolueert.
5.9 De leerlingen tonen belangstelling voor het verleden, heden en de toekomst, hier en elders.
7.1 De leerlingen kunnen op hun niveau verschillende informatiebronnen raadplegen.
- Wetenschappelijk werk: link tussen 'onderzoekend leren' en 'wetenschap en samenleving'.

Doel: leerlingen ontdekken aspecten van 'onderzoek' als activiteit.
<u>Centraal staat: Creatief en kritisch denken</u>

Vanuit deze opdracht moeten de leerlingen vooral inzien dat voor een onderzoeker, zoals Darwin, het interpreteren van observaties zo belangrijk is. Een onderzoeker verzamelt observaties, en om deze te begrijpen maakt hij /zij interpretaties door bijvoorbeeld indelingen te maken en verklaringen te zoeken. Opdat dit mogelijk is moet een onderzoeker kritisch, maar ook creatief denken.

Werkvorm en materiaal
Centraal staat de vraag: Wat deed Darwin allemaal als onderzoeker?
2 opties: één groep of iedere groep leerlingen voert de opdracht uit.

- **Exploratie**

Op de website verkennen de leerlingen de opdracht. Ze lezen over de verzamelpassie van Darwin, en hoe hij zijn verzameling indeelde. De inleidende tekst kan samen met de kinderen gelezen worden. In deze tekst gaat het specifiek over het verzamelen van organismen om deze nadien een plaats te geven binnen een classificatiesysteem.
Via "lees meer", komen de leerlingen vervolgens meer te weten over hoe Linnaeus en Darwin levende wezens indeelden. Maar indelen alleen was voor hem niet genoeg. Hij zocht naar verklaringen voor verschillen en gelijkenissen. Hij vroeg zich af waarom sommige dieren en planten zo goed op elkaar leken en bij elkaar hoorden in een verzameling. Het schetsje dat Darwin maakte met de woorden 'I think' is daar een bewijs van. Het geeft aan hoe soorten met elkaar verbonden zijn en van elkaar afstammen. Het moet een heel creatief proces geweest zijn voor Darwin om los te komen van de klassieke statische manier van de indeling van organismen, louter op basis van het waarnemen van gelijkenissen en verschillen. Darwin ging verder dan het waarnemen alleen. Hij poogde ook zijn waarnemingen te interpreteren en te verklaren. Deze honger naar 'weten', in combinatie met de waarnemingen die hij deed en hetgeen hij leerde van andere mensen via boeken, gesprekken, lezingen… zorgde er uiteindelijk voor dat hij tot nieuwe inzichten kwam rond evolutie.
Via "laten we dit nu zelf eens proberen" kunnen de leerlingen zelf proberen om op basis van gelijkenissen en verschillen te achterhalen hoe de verschillende mensapen in relatie staan tot elkaar. Zo treden ze binnen in het creatieve denkproces dat Darwin ooit moet hebben doorlopen…

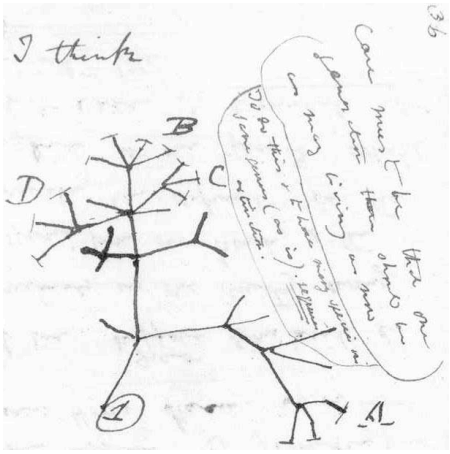
- **Reflectie**

Vertrekkend vanuit de exploratie worden vragen gesteld (tijdens of nadien) die de leerlingen aanzetten tot reflectie over de opdracht, dus over wat ze ontdekt hebben over de onderzoeksactiviteiten van Darwin.
Stel na het lezen van de inleidende tekst de volgende vragen aan de kinderen:

- Wat is er zo leuk aan verzamelen?
- Wat verzamel jij zoal?
- Vind je jouw verzameling waardevol? Waarom?
- Heb je zelf een structuur bedacht om jouw verzameling te ordenen?
- Hoe doe je dat dan?
- Wat verzamelde Darwin?
- Wat deed Darwin met zijn verzamelingen?

Wanneer de leerlingen via "lees meer" de tekst over Linnaeus gelezen hebben, kunnen volgende vragen gesteld worden:

- Welke structuur bedacht Linnaeus om levende wezens in te delen?
- Denk jij dat het systeem van Linnaeus nog altijd gebruikt wordt? Waarom wel? Waarom niet?



Samen met de leerlingen kan dan ook stilgestaan worden bij hoe Darwin probeerde om voor alles een verklaring te zoeken en dus in zijn denken verder ging dan enkel maar verzamelen en indelen zoals Linnaeus deed. Hij ging ook op zoek naar het antwoord op de vraag: "Waarom lijken sommige planten of dieren zo goed op elkaar en horen ze bij elkaar in de verzameling?"
Tijdens zijn "denken" maakte Darwin dit schema. Aan de leerlingen kunnen volgende vragen gesteld worden i.v.m. dit schema:

- Wat zou dit schema betekenen?
- Waarom maakte Darwin dit schema?
- Wat heeft dit schema te maken met de gelijkenissen tussen organismen?

Na het maken van de oefening over mensapen, kunnen volgende vragen gesteld worden:

- Hoe zijn jullie tewerk gegaan?
- Naar wat hebben jullie gekeken?
- Is kijken voldoende? Waarom wel/niet?
- Hoe weet je dat dan wel?
- Hoe kunnen jullie hetgeen jullie deden in verband brengen met de schets van Darwin?

Tot slot kan stilgestaan worden bij de centrale vraag: Wat deed Darwin allemaal als onderzoeker? Hier kunnen de ontdekte aspecten van 'onderzoek' als activiteit geëxpliciteerd worden. Dit kan in relatie tot de eerdere ideeën op de paspop.

4.3.5 Darwin schrijft

Link met eindtermen

- Wereldoriëntatie:
3.4 De leerlingen kunnen in concrete situaties verschillende manieren van omgaan met elkaar herkennen, erover praten en aangeven dat deze op elkaar inspelen.
5.9 De leerlingen tonen belangstelling voor het verleden, heden en de toekomst, hier en elders.
7.1 De leerlingen kunnen op hun niveau verschillende informatiebronnen raadplegen.
- Wetenschappelijk werk: link tussen 'onderzoekend leren' en 'wetenschap en samenleving'.

Doel: leerlingen ontdekken aspecten van 'onderzoek' als activiteit.
<u>Centraal staat: Samenwerken met anderen</u>

Vanuit deze oefening moeten de leerlingen vooral inzien dat voor een onderzoeker, zoals Darwin, samenwerken zo belangrijk is. Een onderzoeker wil meer weten en deelt vanuit die gedrevenheid zijn ervaringen, maar ook twijfels. Op bijeenkomsten, maar ook via brieven, mails, … zoekt een onderzoeker naar nieuwe ideeën, hulp en feedback.

Werkvorm en materiaal
Centraal staat de vraag: Wat deed Darwin allemaal als onderzoeker?
2 opties: één groep of iedere groep leerlingen voert de opdracht uit.

- Wanneer de volledige klas de opdracht uitvoert, kunnen de acht brieven verdeeld worden over de verschillende groepjes.
- Indien één groep aan de slag gaat met de opdracht, dan wordt beter een selectie gemaakt van een viertal brieven. Op die manier is de tijdsbesteding meer in lijn met de andere opdrachten.

- **Exploratie**

Op de website verkennen de leerlingen de opdracht: aan de hand van acht brieven en biografieën komen de leerlingen te weten dat Darwin heel veel belang hechte aan zijn collega onderzoekers, die ook vaak vrienden waren. Dankzij deze vrienden kreeg hij unieke kansen als onderzoeker (bv. brief van Henslow/Fitzroy). Darwin en zijn collega's deelden hun ervaringen en ideeën (bv. brief van Gray/Lyell) en vroegen elkaar om hulp (bv. brief Gould/Fitzroy), feedback (bv. brief van Wallace/Lyell), … De brieven tonen ook de menselijke kant van de onderzoeker, die twijfelt, grapjes maakt, nieuwtjes deelt, nieuwsgierig is, blij en dankbaar is … (bv. brief Hooker/Huxley) Deze zaken komen aan bod in de nabespreking (zie reflectie).

De leerlingen kunnen gevraagd worden om een identiteitskaart te maken of in te vullen over een bepaalde collega/vriend en in het bijzonder over zijn/haar betekenis voor Darwin. Op die manier beschikken ze over een houvast tijdens de reflectie. Op de website kan een voorbeeldfiche gedownload worden bij materialen.

- **Reflectie**

Vertrekkend vanuit de exploratie worden vragen gesteld (tijdens of nadien) die de leerlingen aanzetten tot reflectie over de opdracht, dus over wat ze ontdekt hebben over de onderzoeksactiviteiten van Darwin, en dit in relatie tot hun eigen ervaringen met het schrijven van brieven, e-mails, …:

- Wie schrijft soms een brief? Of een e-mail?
- Naar wie schrijf je dan?
- Naar wie schreef Darwin?
- Welke rol speelden de collega's van Darwin in zijn leven?
- Wat vertel je dan in je brief?
- Waarover schreven Darwin en zijn collega's/vrienden?
- Denk je dat Darwin graag post kreeg? Waarom wel/niet?
- Waarom was het schrijven en ontvangen van brieven belangrijk voor Darwin?

Indien de leerlingen fiches maakten of invulden over de brieven kunnen deze als hulpmiddel gebruikt worden bij de bespreking van de vragen.
Tot slot kan stilgestaan worden bij de centrale vraag: Wat deed Darwin allemaal als onderzoeker? Hier kunnen de ontdekte aspecten van 'onderzoek' als activiteit geëxpliciteerd worden. Dit kan in relatie tot de eerdere ideeën op de paspop.

4.3.6 Darwins theorie

Link met eindtermen

- Wereldoriëntatie
5.9 De leerlingen tonen belangstelling voor het verleden, heden en de toekomst, hier en elders.
7.1 De leerlingen kunnen op hun niveau verschillende informatiebronnen raadplegen.
- Wetenschappelijk werk: link tussen 'onderzoekend leren' en 'wetenschap en samenleving'.

Doel: vanuit deze oefening moeten de leerlingen vooral inzien dat evolutietheorie niet het werk van Darwin alleen is. Er waren reeds kiemen lang voor Darwin en ook nu en in de toekomst wordt deze theorie verder vorm gegeven en verfijnd. Onderzoekers bedenken nieuwe ideeën, maar bouwen ook verder op elkaars ideeën, waarbij ideeën worden in vraag gesteld, bijgestuurd, verfijnd, … en soms ook ontkracht. Het vormen van theorieën vraagt dus heel wat tijd.

Werkvorm en materiaal
Centraal staat de vraag: Is Darwin de bedenker van de evolutietheorie?
Iedere groep leerlingen voert de opdracht uit.

- **Exploratie**

Op de website verkennen de leerlingen de opdracht: ze worden gevraagd om de plaatjes op de tijdslijn te plaatsen in chronologische volgorde (verslepen/verkleinen). Ze kunnen klikken op de accordeonstructuur om meer te weten over ieder plaatje. Het is belangrijk er op te letten dat de afstand tussen de plaatjes op de tijdslijn realistisch weergegeven wordt. Wellicht is het nodig om de kinderen daarop attent te maken. Op die manier kunnen de kinderen vaststellen dat er in de loop van de tijd soms weinig gebeurd is rond evolutionair denken en dat dit na Darwin in een stroomversnelling is geraakt, waarbij onderzoekers voortbouw(d)en op elkaars ideeën door deze in vraag te stellen, te verfijnen, bij te sturen, aan te vullen, ...

In de loop van de tijd gebeurde er soms weinig rond het evolutionair denken, terwijl dit na Darwin in een stroomversnelling is geraakt. Dit heeft tot gevolg dat op de tijdslijn plaatjes aan de rechterzijde (meest recente tijd) over elkaar moeten worden geplaatst. Het is aangewezen om de leerlingen mee te delen dat de plaatjes kunnen overlappen. Met leerlingen uit de basisschool kan de opdracht klassikaal gemaakt worden, bijvoorbeeld met behulp van een digibord.

De klemtoon hoort in deze oefening te liggen op het doorbreken van het idee dat een onderzoeker, zoals Darwin, in zijn/haar eentje een theorie bedenkt, terwijl dit het werk is van meerdere onderzoekers doorheen de tijd. Het is dus niet de bedoeling om het evolutionair denken of de evolutietheorie aan de leerlingen uit te leggen aan de hand van deze opdracht. Als leerkracht is het wel belangrijk om inzicht te hebben in deze theorie om de opdracht te kunnen begeleiden. Meer informatie is te vinden in het filmpje bij "Bijval maar ook tegenwind" en op de website www.evolutietheorie.be.

- **Reflectie:**

Vertrekkend vanuit de exploratie worden vragen gesteld (tijdens of nadien) die de leerlingen aanzetten tot reflectie over de opdracht, en over wat ze ontdekt hebben:

- Was Darwin de eerste die nadacht over evolutie? Hoe weten jullie dat?
- Wat valt op bij het plaatsen van de prentjes op de tijdslijn?
- Heeft Darwin hulp gehad van andere onderzoekers bij het opstellen van zijn evolutietheorie? Welke hulp? Van wie?
- Waren er nog twijfels over de evolutietheorie na Darwin?
- Hoe zal de toekomst eruit zien: kunnen er nog plaatjes bijkomen?

Tot slot kan stilgestaan worden bij de centrale vraag: Is Darwin de bedenker van de evolutietheorie? Er kan ook hier teruggekoppeld worden naar de paspop en de eerdere ideeën van de leerlingen.

Onderzoek in Beweging is een realisatie van het
project Onderzoek als Authentieke Leerinhoud
van het expertisenetwerk School of Education
Associatie KU Leuven

http://www.onderzoekinbeweging.be