

Hoe doe je aan projectwerk in jouw klas?

Wat zijn succesfactoren?

**Ontwikkeld in een samenwerking tussen de KHKempen en de K.U.Leuven -
academische lerarenopleiding - departement natuurkunde en sterrenkunde**

September 2006



Katholieke Hogeschool Kempen
Kleinhoefstraat 4
2440 Geel
Tel: 014/56 21 56
Fax: 014/56 21 52

www.eurekas.be
info@eurekas.be



EurekaS is een project van de Katholieke Hogeschool Kempen.

Dit project wordt ondersteund binnen het actieplan
Wetenschapsinformatie en Innovatie,
een initiatief van de Vlaamse Overheid.



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave 2

Inleiding 3

Gebruiksaanwijzing 5

1. Wat is projectwerk? 6

1.1 Onderzoekend leren/leren onderzoeken 6

1.2 Aanleren van onderzoekscompetenties 6

1.2.1	Onderzoeksvaardigheden	7
1.2.2	3 soorten practica - onderzoekspracticum	8
1.2.3	Indeling van practica op basis van het probleemkarakter en de sturing	9
1.2.4	Van leraar-gestuurd naar leerling-gestuurd: haalbare stappen	12
1.2.5	Voorbeelden van open onderzoek met beperkte vraagstelling	12

1.3 Begeleiden van een open onderzoekspracticum 14

1.3.1	Praktische consequenties	14
1.3.2	Inhoudelijke eisen	15
1.3.3	Tweesporige beoordeling (met positieve feedback)	16

2. Voorbeelden van projectwerk 18

2.1 Studie van wasproducten 18

2.1.1	Vinden van de onderzoeksvraag	18
2.1.2	Werkwijze vastleggen	22
2.1.3	Uitvoeren van het experiment	23
2.1.4	Analyse van de resultaten en bespreking	23

2.2 Water verwarmen: hoe efficiënt kan het? 24

2.2.1	Vorbereiding	24
2.2.2	Uitvoeren van het experiment	25
2.2.3	Verwerking	25

2.3 Sedimentatiesnelheid 25

3. Meisjes in projectwerk (genderproblematiek) 28

3.1 Omkadering 28

3.2 Genderongelijkheid in wetenschappen en techniek opheffen 30

3.2.1	Het leggen van vrouwvriendelijke accenten in het curriculum	30
3.2.2	Vrouwelijke voorbeelden	31
3.2.3	Een genderneutrale klassfeer	33

4. Meisjes in projectwerk (resultaten genderonderzoek) 35

Inleiding

Hoe doe je aan projectwerk in jouw klas? Wat zijn succesfactoren?

In dit didactisch pakket trachten we u als leerkracht een aantal theoretische beschouwingen en praktische tips m.b.t. projectwerk mee te geven.

Even situeren: hoe is dit didactisch pakket ontstaan?

Dit pakket is ontstaan in het kader van het ESF (Europees Sociaal Fonds) project 'Eurekas' met een samenwerkingsverband tussen de Katholieke Hogeschool Kempen en de K.U.Leuven - academische lerarenopleiding - departement natuurkunde en sterrenkunde. Het project speelt in op een actuele problematiek, nl. een ondervetegenwoordiging van vrouwen in wetenschappelijke en technische beroepen. Dit onevenwicht is ook duidelijk terug te vinden in het aantal meisjes dat in het secundair onderwijs kiest voor een wetenschappelijke of technische studierichting.

Waarom kiezen steeds minder jongeren (en dan vooral meisjes) voor wetenschappen en technologie?

- Sluit het niet voldoende aan bij hun leefwereld?
- Is de dagelijkse realiteit te ver weg?
- Hebben ze geen zicht op de toepasbaarheid ervan?
- Vinden ze wetenschappen saai?
- Is het te theoretisch?

Om aan te tonen dat wetenschap niet saai en abstract hoeft te zijn, werd binnen het Eurekas-project een wedstrijdformule uitgedacht die jongeren kan aanspreken en waardoor hun interesse voor wetenschappen en technologie wordt aangewakkerd. Zo moesten de jongeren in groepjes van 4 à 6 leerlingen (waarvan minstens de helft meisjes) een experiment uit voeren en het experimentverloop, hun resultaten en ervaringen a.d.h.v. teksten en foto's op onze website www.eurekas.be te zetten. Belangrijk bij dit projectwerk was dat ze ontdekten hoe de wereld rondom ons bestaat uit allerlei fysische, chemische en natuurkundige verschijnselen en dat

wetenschap dus niet 'ver van ons bed' staat. Slechts enkelen staan stil bij het feit dat het verdwijnen van een bierkraag een wetenschappelijk verschijnsel is ...

Aan deze wedstrijd was ook een onderzoek verbonden om na te gaan waarom weinig jongeren (en dan vooral meisjes) interesse hebben in wetenschappen en technologie. Wat zijn dan elementen binnen het EurekaS-project die hen wel aanspreken? Wat kan hun interesse voor wetenschappen aanwakkeren?

Al de kennis vergaard binnen dit project, samen met de expertise binnen de academische lerarenopleiding - departement natuurkunde en sterrenkunde van de K.U.Leuven resulteert in dit didactisch pakket over projectwerk. Als toepassingsgebied is hier gekozen voor wetenschappelijke en technische vakken, maar het is echter zo opgevat dat ook leerkrachten die geen wetenschappelijke vakken geven ook aan de slag kunnen met dit pakket bij hun projectwerk.

Voor meer informatie omtrent het EurekaS-project kan u steeds terecht bij Els Van Gorp (els.van.gorp@khk.be).

Gebruiksaanwijzing

Hoe gebruik je nu als leerkracht secundair onderwijs dit didactisch pakket?

Het pakket is opgebouwd uit vier delen.

Een *eerste deel 'Wat is projectwerk?'* geeft een theoretisch inzicht in projectwerking.

Ook de onderzoekscompetenties die hierbij verworven worden, komen aan bod.

Om aan te tonen hoe de theorie i.v.m. projectwerk in praktijk kan worden omgezet, worden in *deel 2 'Voorbeelden van projectwerk'* enkele voorbeelden van projectwerk stap voor stap uitgewerkt.

Deel 3 en deel 4 gaan dieper in op de genderproblematiek binnen wetenschappen en technologie.

In *deel 3 'Meisjes in projectwerk (genderproblematiek)'* wordt de vrouwelijke ondervertegenwoordiging binnen wetenschappen onder de loep genomen en worden er aan u als leerkracht tips gegeven om deze genderongelijkheid binnen uw klas op te heffen, door bijvoorbeeld een genderneutrale klassfeer te creëren.

In *deel 4 'Meisjes in projectwerk (resultaten genderonderzoek)'* worden de resultaten van het genderonderzoek, verbonden aan de EurekaS-wedstrijd, beschreven. Welke facetten binnen wetenschappen en technologie spreken jongeren (en dan vooral meisjes) aan? Wat kan je hier zelf als leerkracht aan doen? ...

1. Wat is projectwerk?

1.1 Onderzoekend leren/leren onderzoeken

Als leerkracht secundair onderwijs kan je projectwerk als methodiek in elk vak integreren. Gezien het verband met het ESF-project 'Eurekas' hebben we hier een toepassing gekozen binnen het wetenschappelijke vakgebied.

Projectwerk en de bijhorende onderzoekscompetenties worden hier uitgelegd a.d.h.v. een voorbeeld uit de derde graad. Projectwerk is mogelijk binnen elke leeftijds categorie, mits verschuiving van enkele accenten.

De eindtermen van de derde graad geven weer welke onderzoekscompetenties de leerling moet verwerven. Leerlingen leren onderzoeken is terecht een onderwijsdoel: veel kennis is snel verouderd, daarom is het kunnen zoeken en toetsen van kennis wellicht belangrijker dan kennis op zich. Zo zullen jongeren als ze de school verlaten meer inzicht hebben in de wetenschappelijke methode: hoe ideeën ontstaan, beoordeeld worden en ev. worden verworpen, aanvaard of herzien, hoe we weten wat we weten.

Er wordt volgens de eindtermen van leerlingen niet verwacht dat ze zelfstandig een volledig onderzoek kunnen voeren. Maar wie alleen of in groep zelfstandig toch de verschillende fasen van een eigen (beperkt) onderzoek doorloopt en tot een goed einde brengt, zal over de nodige afzonderlijke competenties beschikken. Het aanleren van deze competenties is een proces dat stapsgewijze verloopt over verschillende jaren.

1.2 Aanleren van onderzoekscompetenties

Om onderzoekscompetenties aan te leren, moeten ze eerst in concrete vaardigheden vertaald worden. Een aantal van deze vaardigheden zijn hieronder meer in detail weergegeven.

1.2.1 Onderzoeksvaardigheden

1. Voorbereiding van het onderzoek

De leerling formuleert een onderzoeksvraag.

formuleert een hypothese.

vindt de onafhankelijke en de afhankelijke veranderlijken.

ontwerpt een experiment dat de onderzoeksvraag beantwoordt.

kan resultaten voorspellen of schatten.

begrijpt de opeenvolgende stappen van het onderzoek, en kan die ook verantwoorden.

2. Uitvoeren van het experiment

De leerling voert correct kwalitatieve waarnemingen uit.

voert de nodige metingen uit.

bedient de apparatuur.

noteert de resultaten correct in een geschikte tabel.

voert de nodige berekeningen uit.

neemt beslissingen tijdens het experiment.

3. Verwerking

De leerling stelt de resultaten voor in een grafiek.

trekt uit de resultaten besluiten over de hypothese en/of de onderzoeksvraag.

formuleert op basis van het gevoerde onderzoek nieuwe vragen.

kan het gevoerde onderzoek in een verslag (schriftelijk of mondeling) weergeven.

Op basis van de beoogde doelstellingen worden 3 soorten practica onderscheiden (*cf. 1.2.2 3 soorten practica - onderzoekspracticum*). In de praktijk gaat de meeste aandacht van leerkrachten en leerlingen naar het gebruik van apparatuur en verificatie van kennis ("bewijzen" van een wet uit het leerboek, het bepalen van een gekende grootheid). Het aspect "onderzoeken" komt zelden aan bod. Zo wordt aan leerlingen zelden of nooit gevraagd om:

- een onderzoeksvraag te formuleren.

- een hypothese te formuleren en uit te zoeken hoe een bepaalde hypothese kan getoetst worden.
- experimentele resultaten te voorspellen of verwachtingen uit te spreken.
- uit te zoeken waarom de verkregen resultaten niet in overeenstemming zijn met wat werd verwacht.
- nieuwe vragen te formuleren op basis van de resultaten van een onderzoek.

Als we willen dat leerlingen onderzoekscompetenties verwerven zullen ze moeten leren onderzoeksvragen formuleren, of een experiment bedenken om een bepaalde hypothese te toetsen. Aan dit soort vaardigheden zullen we dan ook hier de nodige aandacht besteden.

1.2.2 soorten practica - onderzoekspracticum

Op basis van de doelstellingen die worden beoogd, worden 3 soorten practica onderscheiden.

Als we als leerkracht verwachten dat leerlingen een bepaalde techniek leren of leren werken met een apparaat, spreken we van een *vaardigheidspracticum* of *apparatuurpracticum*.

Als het de bedoeling is dat leerlingen inzicht verwerven in een bepaald begrip of een bepaalde wetmatigheid, dat zij nagaan welke factoren daarbij een rol spelen, dan spreken we van een *begripspracticum* of een *kennispracticum*.

Een practicum waarin we als leerkracht leerlingen leren onderzoeken, is een *onderzoekspracticum*.

Het verloop van een apparatuurpracticum of een begripspracticum kan vooraf meestal vrij nauwkeurig worden vastgelegd. Voor een onderzoekspracticum kan vooraf het verloop meestal niet in detail worden vastgelegd.

Leerkrachten die zich vooraf de vraag stellen of een practicum een apparatuurpracticum, dan wel een begripspracticum of een onderzoekspracticum is, weten beter waarop zij zich moeten focussen, en kunnen zo voorkomen dat bepaalde doelstellingen in de loop van het jaar niet of te weinig aan bod komen.

Voor het aanleren van onderzoeksvaardigheden worden verschillende stromingen onderscheiden. De oudste is dat leerlingen opdrachten krijgen waarbij de verschillende vaardigheden één na één worden ingeoeffend. Een nadeel van deze werkwijze is dat dit saai wordt, en daarom juist niet tot onderzoeken inspireert. Een andere stroming is dat leerlingen van bij het begin de opdracht krijgen om een volledig onderzoek uit te voeren. Zo zouden leerlingen al doende wel de nodige onderzoeksvaardigheden verwerven. Motivatie voor onderzoek bijbrengen is hier een doorslaggevend argument, maar anderzijds is er de vrees dat een aantal leerlingen het bos en de bomen niet meer kunnen onderscheiden en verdrinken in het geheel.

1.2.3 Indeling van practica op basis van het probleemkarakter en de sturing

Het probleemkarakter van een practicumopgave

Het oplossen van een probleem bestaat in het vinden van een weg om van een gekende begintoestand naar een gewenste eindtoestand te gaan. Een practicumopdracht waarbij alles van tevoren vast ligt (herformulering van het probleem in te meten grootheden, meetmethode en apparaat en conclusie) is daarom eigenlijk geen probleem meer. De leerlingen moeten nog enkel meten, hun meetresultaten uitrekenen en de conclusies uitschrijven. Dit is een *volledig gesloten practicum*. Daartegenover staat een *volledig open practicum* waarbij geen enkele stap van bij het begin vast ligt. Tussen beide uitersten van het spectrum liggen er tussenvormen: zo kan men voor een bepaald probleem een meetmethode kennen, maar nog niet de meetresultaten en de conclusies.

De sturing van een practicum

Een practicum kan deels tot volledig leraar-gestuurd zijn, maar ook deels tot volledig leerling-gestuurd. Een instrument om een idee te krijgen over wie in welke mate stuurt is de zogenaamde POCO-schaal (POCO staat voor Praktische Opdrachten Construeren). De sturing neemt hierbij af van links naar rechts volgens een zespuntenschaal waarin de leerkracht:

beslist.

voorbeelden geeft.

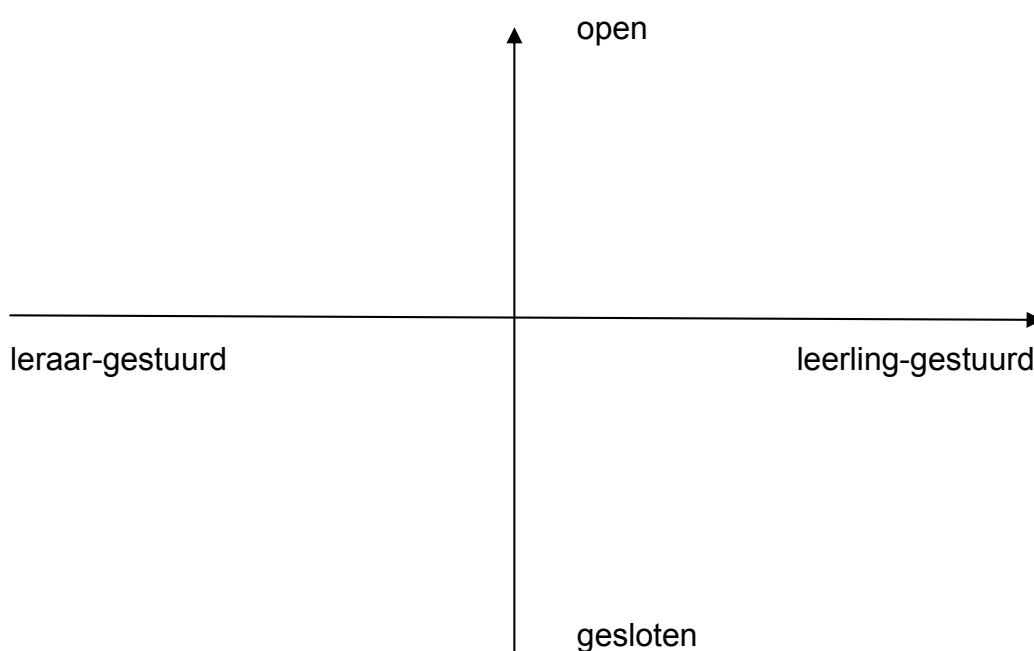
opties geeft.

suggesties geeft.

criteria geeft.

advies geeft.

Beide criteria: het probleemkarakter en de sturing, kan men voorstellen in onderstaand diagram. In horizontale richting plaatst men een practicumvorm meer naar rechts naarmate deze meer leerling- dan wel leraar-gestuurd is, en in verticale richting naar boven naarmate het meer een open dan wel een gesloten practicum is. Een “kookboekpracticum” staat in dit diagram links onderaan, een open onderzoek rechts bovenaan.



Misschien is het best om tussen beide stromingen een gulden middenweg te kiezen. In de praktijk zijn heel veel practica gesloten en sterk leraar-gestuurd. Als we onderzoeksvaardigheden willen aanleren zullen we geleidelijk moeten groeien van leraar-gestuurd naar leerling-gestuurd, en al van bij de eerste practica open onderzoekjes met beperkte vraagstelling inbouwen. Deze kunnen dan geleidelijk aan in omvang groeien. Kies ook telkens slechts enkele onderzoeksvaardigheden waarop je de aandacht richt, in plaats van alles tegelijk te willen doen. Zorg wel dat alle te verwerven vaardigheden in de loop van het jaar aan bod komen.

1.2.4 Van leraar-gestuurd naar leerling-gestuurd: haalbare stappen

Je kan leerlingen in beperkte mate het materiaal dat ze willen onderzoeken laten kiezen:

- De dichtheid van frisdranken en hun light-variant verschilt ongeveer 5%. Dit kan je gemakkelijk meten door telkens een bepaald volume te wegen. I.p.v. zelf cola en cola-light mee te brengen laat je leerlingen per 2 een verschillend merk frisdrank meebrengen.
- Met de wet van Archimedes kan je de dichtheid van een onregelmatig voorwerp bepalen. Leerlingen brengen zelf dat materiaal mee.
- Dikwijls gebruikt men bonen om het kiemen van zaden te bestuderen. Leerlingen brengen zelf andere zaden mee (erwten, waterkers, radijs, mosterd, pompoen, courgette, rode biet, ...).
- Bij het meten van weerstanden met de wet van Ohm kiezen leerlingen zelf een weerstand, en de spanning die ze aanleggen. We vragen achteraf wel een verantwoording.
Leerlingen mogen zelf een schakeling met 3 (4) weerstanden maken en de substitutieweerstand meten én uitrekenen.
- Voor de studie van de éénparige beweging brengen leerlingen hun eigen speelgoedwagentje mee.

1.2.5 Voorbeelden van open onderzoek met beperkte vraagstelling

- Nadat je samen met de leerlingen de **wet van Hooke** hebt afgeleid, kan je aan de leerlingen vragen welke factoren volgens hen de grootte van de krachtconstante van een veer bepalen. Eén daarvan is de lengte van de veer. Vraag aan de leerlingen om een plausibele hypothese te formuleren over de invloed van de lengte(= formuleren van hypothese).

- Aansluitend op de **wet van Archimedes** kunnen leerlingen zoeken hoe je door gebruik te maken van deze wet de dichtheid kunt bepalen van een vloeistof of een vaste stof (groter of kleiner dan de dichtheid van water) of het volume van een grillige vaste stof (= experiment ontwerpen).

- Nadat de **wet van Ohm** experimenteel is aangetoond kan je vragen wat er zal gebeuren wanneer je de spanning over een gloeilamp stelselmatig verhoogt (= zoeken en leren formuleren van een hypothese).

Breng zelf een batterij van 4,5 volt mee naar de klas. Vraag de leerlingen of dit inderdaad betekent dat er 4,5 volt over de polen van de batterij gaat als je ze aansluit op een weerstand. Laat de leerlingen de begrippen klemspanning, bronspanning en inwendige weerstand opzoeken in hun handboek. Laat ze dan per groepje een onderzoeksvraag formuleren en de bijhorende metingen uitvoeren. Breng draad van eenzelfde soort, maar met verschillende diameter mee naar de klas. Welke factor (diameter of doorsnede) bepaalt de sterkte van die draad (= hypothese zoeken en formuleren)? Hoe zouden we die "sterkte" kunnen meten? Zou kunstvezel sterker zijn dan natuurlijke vezel met eenzelfde diameter? Hoe sterk is menselijk haar? Zijn er systematische verschillen: jongens/meisjes, blond/bruin/zwart/ grijs?

Of is hier ook de diameter of de doorsnede belangrijk?

Hoe sterk is papier? Maak stroken van bijvoorbeeld 20 cm lang, maar met verschillende breedtes, waaraan je gewicht bevestigt, tot de papierstroken scheuren. Laat de leerlingen vooraf een hypothese formuleren. Welke rol speelt de dikte van het papier?

Begripspractica kunnen mits wat sleutelen aan de vraagstelling meestal tot onderzoekspractica worden omgevormd (zie als voorbeeld het model over de sedimentatiesnelheid: *2.3 Sedimentatiesnelheid*).

Enkele vaardigheden kunnen ook apart geoefend worden, los van een practicum.

Bijvoorbeeld het met gegeven meetresultaten de nodige berekeningen uitvoeren, of gegevens verwerken in een grafiek en daaruit dan conclusies trekken.

1.3 Begeleiden van een open onderzoekspracticum

Vooraf omdat het precieze verloop van zo'n onderzoekspracticum niet vooraf kan worden vastgelegd, stelt de begeleiding en de beoordeling ervan specifieke eisen, anders dan bij een begrips- of een vaardigheidspracticum.

1.3.1 Praktische consequenties

- Er is vooreerst het **materiaalprobleem**: leerlingen vragen voor hun experiment soms onverwacht veel of niet-gebruikelijk materiaal. Je kan vooraf de afspraak maken dat de experimenten moeten uitgevoerd worden met materiaal dat in het labo aanwezig is, of met materiaal dat ze zelf meebrengen of maken. Het moet ook mogelijk zijn dat materiaal dat leerlingen zelf meebrengen of ontwerpen zonder problemen in het labo kan blijven en dit zonder de normale werking te storen. Denk ook aan dubbel gebruik van meetapparatuur door andere klassen of leerkrachten.

Als verschillende groepjes (bij het begin van een lestijd) tezelfdertijd aan een eigen onderzoek beginnen kan het verschrikkelijk druk zijn. Laat daarom de groepjes een materiaallijst indienen en zet zoveel mogelijk het materiaal op aparte tafels klaar.

- Soms moeten kleinigheden worden aangekocht bijvoorbeeld frituurolie, afwasmiddel of een speciale lijmsort.
Maak goede afspraken over wie wat meebrengt.
- Daarnaast is er een **tijdsprobleem**. Het is voor leerlingen niet eenvoudig om vooraf de duur van bepaalde bewerkingen in te schatten. Probeer samen met de leerlingen de onderzoeksvraag zo af te bakenen dat het onderzoek haalbaar is in de toegemeten tijd. Maak samen met hen een realistische inschatting van de duur van bepaalde onderdelen van het werk.
- **Wanneer kunnen de leerlingen in het labo werken?** Tradities en afspraken in de school zijn belangrijk. Op sommige plaatsen kunnen leerlingen al of niet onder toezicht van de leerkracht tijdens de middagpauze in het labo aan een project

werken. Op andere plaatsen kan dat niet en kunnen de leerlingen enkel tijdens de lestijden in het lokaal aan een experiment werken.

Als leerlingen omwille van het goede verloop van hun experiment 's morgens voor de aanvang van de lessen of 's avonds na schooltijd nog iets aan het experiment willen doen, dan werkt het demotiverend als dit omwille van te rigide afspraken niet zou kunnen.

- **Wanneer ben jij beschikbaar voor de leerlingen?** Mogen leerlingen jou tijdens de middagpauze storen met hun vragen? Kunnen leerlingen eventueel na schooltijd bij jou nog terecht met vragen?

1.3.2 Inhoudelijke eisen

- Bij een open onderzoekspracticum kan je als leerkracht geconfronteerd worden met problemen waarop je zelf het antwoord niet weet. Dat is een boeiende uitdaging die veel energie kan vragen. Anders dan tijdens een gewone les ben je nu niet de leerkracht die het allemaal al eens heeft meegemaakt, en weet hoe het moet. Van leerkracht ben je nu net als de leerlingen een lerende geworden. Door de manier waarop je zelf samen met hen antwoorden zoekt, geef je een voorbeeld aan de leerlingen hoe het kan. Aanvaard dat je soms het antwoord echt niet vindt, of dat je de bal volledig mis hebt geslagen.
- Maak de leerlingen duidelijk dat de beoordeling ook positief kan zijn niettegenstaande bepaalde delen van het onderzoek niet zijn gelukt. Leer hen dat het belangrijk is hoe ze aan hun onderzoek werken.
- Leerlingen komen soms advies vragen met de woorden: "wij zitten vast, weet u niet wat wij moeten doen?". Vraag hen dan dat ze eerst zelf enkele alternatieven bedenken en dat ze daarover dan advies vragen. Probeer over die alternatieven met hen voor- en nadelen te zoeken, maar dan zodanig dat ze uiteindelijk zelf beslissen wat ze zullen doen.
- Vaak wordt het cognitieve niveau van een taak verlaagd doordat leerkrachten te duidelijke hints of antwoorden op vragen van leerlingen geven. De kunst is leerlingen zo te begeleiden dat ze zelf het antwoord vinden.

1.3.3 Tweesporige beoordeling (met positieve feedback)

Er is vooreerst het onderwerp waarover het onderzoek gaat. Werd dit correct behandeld? Werd beroep gedaan op de juiste theoretische begrippen? Zijn die correct weergegeven? Zijn de juiste eenheden gebruikt?

Daarnaast is er het verloop van het onderzoek. Is de onderzoeksvraag of de hypothese voldoende éénduidig geformuleerd? Is de onderzoeksvraag in goede deelvragen opgesplitst? Zijn de problemen die (onverwacht) opdoken tijdens het onderzoek adequaat aangepakt? Zijn de analyses die gemaakt werden correct? Geeft het onderzoek een antwoord op de onderzoeksvraag? Zijn de juiste conclusies getrokken?

Door het geven van positieve feedback verhoogt de kans dat de kwaliteit van een volgende onderzoeksopdracht verbetert. Een paar voorbeelden:

- “Jullie meetpunten zijn mooi gespreid over een breed temperatuursgebied, maar waarom hebben jullie niet geprobeerd om het monster met ijs te koelen, zodat je ook beneden de kamertemperatuur metingen kon doen?”
- “Jullie hebben een heel aantal metingen, maar door een meer systematische analyse zouden de conclusies beter uit de verf komen. Doe het een volgende keer misschien beter zo: beschrijf eerst de algemene trend van de meetwaarden aan de hand van de grafiek, ... “
- “In dit onderzoek komen bijna uitsluitend natuurlijke vezels voor. Zo vind je een duidelijk antwoord op een deel van jullie onderzoeksvraag. Het andere deel (synthetische vezels) komt niet echt aan bod. Zou het niet beter zijn om de titel en de doelstelling van je onderzoek te beperken tot wat je werkelijk hebt onderzocht?”
Door zulke commentaar laat je het initiatief bij de leerlingen, maar geef je toch kapstukken waaraan ze zich kunnen optrekken.

Ook belangrijk:

Onderzoek heeft uitgewezen dat er **niet** één zaligmakende wetenschappelijke methode bestaat: wetenschappers ontwikkelen een eigen werkwijze die vaak grondig verschilt van die van hun collega's. Toch komen dezelfde vaardigheden en

procedures altijd weer terug, zij het soms in een sterk verschillende context. En die vaardigheden en procedures willen we aanleren.

Als zelfstandig (project) werk verkiezen veel leerlingen eerder iets te maken dan wel om een onderzoek uit te voeren. Zij construeren bijvoorbeeld een hovercraft of een lavalamp, of maken bruistabletten of tandpasta. Correct een plan realiseren of een recept volgen is een verdienste, zeker voor wie daarmee weinig ervaring heeft. Van leerlingen met meer ervaring mag toch een ietsje meer verwacht worden: ze zouden kunnen onderzoeken waarom een constructie best op een bepaalde manier verloopt, ze zouden één of meer (betere?) varianten kunnen bedenken en uittesten. Of ze kunnen onderzoeken of het gemaakte product aan de verwachtingen voldoet en of dat product niet kan worden verbeterd.

Enkele voorbeelden:

- Zou een lavalamp ook werken wanneer je ze bovenaan flink afkoelt, i.p.v. ze onderaan te verwarmen?
- Hoeveel gas komt bij bruisballen vrij? Is die hoeveelheid temperatuursafhankelijk? Concentratie-afhankelijk?
- Komt er meer of minder schuim op zelfgemaakte shampoo, dan op shampoo uit de winkel? Blijft het schuim langer of niet?

2. Voorbeelden van projectwerk

Hieronder volgen 3 voorbeelden van open onderzoekspractica. De 2 eerste voorbeelden sluiten eerder aan bij onderwerpen waardoor meisjes zich aangesproken voelen. Het voorbeeld over de wasproducten is vrij gedetailleerd uitgewerkt, het andere voorbeeld over de efficiëntie van water verwarmen is eerder een verzameling suggesties van wat als open onderzoek mogelijk is. Het derde voorbeeld toont aan hoe een klassiek gesloten begripspracticum tot een open onderzoekspracticum kan worden omgevormd.

2.1 Studie van wasproducten

Dit thema biedt de mogelijkheid tot sociale vorming door de link te leggen naar de reclame: zijn uitspraken die in de reclame over bepaalde wasproducten gedaan worden terecht?

2.1.1 Vinden van de onderzoeksvraag

Vinden van ideeën, ze samen leggen en verrijken

Mogelijk uitgangspunt: met de leerlingen wordt afgesproken dat een aantal van hen de volgende les reclame over wasproducten uit tijdschriften meebrengt en dat andere leerlingen reclamespots over wasproducten die op TV worden uitgezonden observeren en de inhoud ervan kort noteren. Nog andere leerlingen zoeken op het internet wat fabrikanten van wasmiddelen vermelden over de kwaliteit van hun producten.

Deze gegevens worden samen gelegd, en dan wordt daaruit een voorstel gezocht voor een mogelijk onderzoek. Dit kan in een groepsgesprek met de ganse klas, maar dit kan nogal verward verlopen. Niet iedereen zal zich actief inzetten.

Daarom stellen we de formule van een brainstorming voor. De klas wordt verdeeld in groepjes van 3 of 4. Denk daarbij aan de genderaspecten bij het verdelen in groepjes (cf. 4. *Meisjes in projectwerk – resultaten genderonderzoek*). Elk groepje denkt een 5-tal minuten na over mogelijke voorstellen en formuleert die schriftelijk, zoveel mogelijk in de vorm van een vraag.

Alle voorstellen worden op het bord genoteerd. Iedereen kan bij de voorstellen vragen stellen, opmerkingen maken, of juist nog verdere mogelijkheden geven.

Een voorstel dat door bijna alle leerlingen wordt afgewezen als: te utopisch, belachelijk of kinderachtig, moet daarom nog niet onmiddellijk worden verworpen. Laat altijd iemand van het groepje dat het voorstel heeft gedaan het eerst nogmaals toelichten alvorens het al dan niet definitief te verwerpen.

Als leerkracht noteer je de reacties op het bord. Dan volgt een tweede ronde waarin elk groepje uit de voorstellen 3 onderwerpen in volgorde van voorkeur kiest.

TIPS:

- Aansluiten bij een maatschappelijk thema (reclame) maakt wetenschappen voor meisjes aantrekkelijker.
- Als leerkracht kan je dit gedeelte (vinden van een onderzoeksvraag) inkorten door zelf reclame mee te brengen en daarover een idee te formuleren.
- Sommige voorstellen van de leerlingen zullen in vraagvorm geformuleerd, worden en anderen niet. Als de leerlingen hun voorstellen van onderzoeksvragen niet als vraag (kunnen) formuleren kan je hen hierbij helpen.
- Het is best mogelijk dat een bepaalde groep weinig ervaring heeft met de techniek van een brainstorming en/of met het vinden van onderzoeksvragen. Trek dan voldoende tijd uit om het proces te verduidelijken.

Enkele voorstellen die de groepjes zouden kunnen formuleren:

- Welk oxi-middel verwijdert het best vlekken?
- Verwijderen oxi-middelen beter vlekken dan klassieke wasproducten?
- Verwijderen oxi-middelen beter vlekken dan een klassiek wasproduct na voorbehandeling met ... ?

- Vergelijken van biologische met niet-biologische wasproducten.
- Vergelijken van commerciële wasmiddelen met een werkwijze uit bijvoorbeeld: "een gouden raad van tante Kaat".
- Is het waar dat bij het gebruik van wasproduct X bepaalde soorten textiel minder krimpen dan met een ander wasproduct?
- Wordt het krimpen van textiel niet eerder veroorzaakt door de temperatuur van het water, dan door het wasproduct?
- Speelt de hoeveelheid wasmiddel een rol?
- Is de tijd tussen het aanbrengen van de vlek en de wasbeurt belangrijk?
- Is de temperatuur van het water niet belangrijker dan het soort wasmiddel?

Als leerkracht heb je hier de kans om uit te leggen dat we bij het onderzoek slechts 1 parameter veranderen. Alle andere parameters blijven constant. Concreet betekent dit dat als bijvoorbeeld verschillende soorten waspoeders worden vergeleken, het stuk textiel dat wordt gebruikt voor elk waspoeder hetzelfde is. Best wordt een grote lap in gelijke stukken geknipt voor elk waspoeder. Ook moeten de vlekken zo gelijk mogelijk zijn, ze zullen dus telkens op precies dezelfde manier moeten worden aangebracht.

Ideeën concreet maken/ inperken en afbakenen/ de onderzoeksvraag scherper maken/ toetsen op haalbaarheid

In de volgende stap moet deze onderzoeksvraag verder worden geconcretiseerd. Dit kan in een groepsgesprek met de ganse klas:

Bijvoorbeeld

“We willen onderzoeken welk oxi-middel het best vlekken verwijdert. Over welke soort vlekken willen we het dan precies hebben (vetvlekken, koffievlekken, slijkvlekken, ...)?” Als leerkracht kan je erop wijzen dat alle soorten vlekken onderzoeken niet haalbaar is. Samen kan je de 5 meest voorkomende vlekken kiezen.

Maar even goed kan je hier elk groepje 3 soorten vlekken laten kiezen, die ze dan later zullen onderzoeken. Je kan eenzelfde procedure volgen om te komen tot een keuze van het soort textiel dat zal worden gebruikt (katoen, wol, kunstvezel, ...).

De fase van het vinden van een goede onderzoeksvraag moet ernstig genomen worden, ook al worden er daarbij geen moeilijke wetten of wetenschappelijke begrippen aangeleerd.

Onderzoeksvragen kunnen ook in de vorm van een hypothese worden geformuleerd. Met het onderzoek wordt nagegaan of de hypothese juist is of niet.

Mogelijke onderzoeksvragen:

- Verwijderen producten A, B en C vetvlekken op katoen, als het water niet wordt verwarmd, matig wordt verwarmd (30°C) of sterk wordt verwarmd (50°C)?
- Krimpen katoen en linnen in zuiver water bij een temperatuur van 60°C even sterk als wanneer er een waspoeder aan het water toegevoegd wordt?

2.1.2 Werkwijze vastleggen

De procedure om de vlek met het wasmiddel te verwijderen wordt vastgelegd: bij het vergelijken van waspoeders van dezelfde soort, wordt telkens dezelfde hoeveelheid water gebruikt en wordt het water telkens tot dezelfde temperatuur verwarmd. Er wordt eenzelfde hoeveelheid waspoeder aan toegevoegd, het textiel wordt even lang in het water gelaten,

Leerlingen kunnen weer in groepjes werken. Het is belangrijk dat voor elk waspoeder of voor elke vlek precies dezelfde procedure wordt gevolgd, daarom wordt de werkwijze vooraf genoteerd. Ze maken een lijstje met het benodigde materiaal. Op het einde van de les leveren de groepjes hun voorstellen in, zodat je als leerkracht de voorstellen rustig kan nalezen, en eventueel bepaalde tekorten kan aanduiden. Ideaal zou zijn dat met elk groepje de voorgestelde werkwijze besproken kan worden.

De leerlingen brengen de volgende les het materiaal mee dat niet standaard in de klas aanwezig is. Deze les wordt gewijd aan het opzetten en uitvoeren van de experimenten.

Het is ook mogelijk dat de fabrikant zelf richtlijnen geeft om het middel te gebruiken, dan kan men zoveel mogelijk die richtlijnen volgen alvorens te vergelijken.

Belangrijk is dat telkens hetzelfde criterium wordt gehanteerd om te beslissen of de vlek helemaal is verdwenen of niet. Bijvoorbeeld: van op een afstand van 1,0 m mag de vlek niet meer te zien zijn. Of 3 scheidsrechters worden aangeduid die beslissen. Zorg ervoor dat de lichtinval telkens dezelfde is.

2.1.3 Uitvoeren van het experiment

Als de voorgestelde werkwijze van de verschillende groepjes gekend is, kan je voor het begin van de les zoveel mogelijk materiaal op aparte tafels klaar zetten. Dit beperkt enigszins de drukte bij het begin van deze lestijd.

2.1.4 Analyse van de resultaten en bespreking

Na de experimenten worden de conclusies getrokken. Als de opdracht van elk groepje verschillend is (bijvoorbeeld verschillende wasmiddelen of verschillende soorten vlekken of verschillende soorten textiel) dan is het zinvol dat de groepjes hun resultaten aan elkaar voorstellen.

Zijn er tussen de resultaten van de groepjes tegenstellingen? Hiaten? Is het belangrijk om eerst die tegenstellingen of hiaten te onderzoeken? Hoe kunnen die worden onderzocht?

Bevestigen de resultaten de reclame? Wat betekent dit voor de manier waarop met reclame wordt omgegaan?

Zijn er naast wasmiddelen andere producten waarvoor men reclame maakt, die onderzocht zouden kunnen worden?

In een onderzoek als dit waarin wordt nagegaan of vlekken worden verwijderd of niet heeft de veranderlijke als mogelijke uitslag: "Ja" of "Neen".

Een ander voorbeeld van een gelijkaardig onderzoek is de vraag of er bij oximiddelen zuurstof vrij komt (of niet). Dit soort onderzoek hoort eerder thuis bij leerlingen die minder ervaren zijn in onderzoek. In veel onderzoek wordt de waarde van een continue veranderlijke gemeten. Een voorbeeld: "Hoeveel zuurstof komt er bij een bepaald oximiddel vrij?" Onderzoek waarbij wordt gemeten maakt de hoofdmoot uit van onderzoek in de derde graad ASO.

Leerlingen kunnen zowel kwalitatief als kwantitatief nagaan of er bij oxi-wasmiddelen al dan niet zuurstof vrijkomt (cf. www.eurekas.be onder de rubriek “voorbeeld – experimenten 2005-2006: Oxi-middelen laten veel zitten”).

Leerlingen die dieper willen ingaan op dit onderwerp, kunnen opzoeken wat “vervuiling” van textiel op microscopische schaal betekent en wat dan de rol is van reinigingsmiddelen, of wat de rol is van zuurstof in de oxi-middelen. Of ze zoeken een verklaring waarom sommige vlekken gemakkelijker worden verwijderd dan andere.

Op de site www.thuisexperimenteren.nl vind je eveneens een project: “wasmiddelen onderzoeken”. Hier wordt vooral de rol van enzymen bij de wasmiddelen onderzocht.

2.2 Water verwarmen: hoe efficiënt kan het?

2.2.1 Voorbereiding

Dit thema is bijzonder rijk, het is zeker niet de bedoeling om alle mogelijkheden te behandelen. Water verwarmen is een dagelijks gebeuren. Door het duidelijke verband met de realiteit, is dit een thema dat ook meisjes kan aanspreken.

In een brainstorm brengen leerlingen zoveel mogelijk ideeën bij elkaar over hoe je een hoeveelheid water kan verwarmen (elektrisch fornuis, dompelaar, microgolfoven, koffiezetapparaat, ...).

Naast het verwarmingsapparaat kunnen nog andere elementen een rol spelen: de hoeveelheid water die wordt verwarmd, het ontwikkelde vermogen (traag of snel verwarmen), het recipiënt waarin het water wordt verwarmd, ...

Om tot een onderzoeksvraag te komen lijkt het best om eerst af te spreken wat we wel en wat we niet willen doen: bijvoorbeeld verwarmingsapparaten vergelijken, wat dan inhoudt dat telkens dezelfde hoeveelheid water wordt genomen, als het kan met hetzelfde vermogen, ...

2.2.2 Uitvoeren van het experiment

Maak goede afspraken over het materiaal, laat het misschien best een paar dagen voor de les meebrengen, zodat je zeker bent dat het experiment zonder tijdverlies kan starten.

2.2.3 Verwerking

De moeilijkste fase in dit onderzoek is wellicht de interpretatie van de meetwaarden: waarom is het ene systeem efficiënter dan het andere?

2.3 Sedimentatiesnelheid

Het meten van de (constante) snelheid waarmee bolletjes zinken in een vloeistof om hieruit de viscositeit van deze vloeistof te berekenen is een klassieke practicumopdracht. Dit practicum kan omgevormd worden van een oefening waarbij kennis wordt geïverifieerd (de viscositeit van de vloeistof) tot een onderzoekspracticum.

- Opdat de leerlingen zouden begrijpen wat de bedoeling is, kan je best eerst klassikaal de val van een stalen kogeltje in een vloeistof onderzoeken. De leerlingen ontdekken dat de snelheid eerst toeneemt, maar dan constant wordt.

Vraag dan welke factoren de grootte bepalen van die constante snelheid?

In plaats van de vraag onmiddellijk klassikaal te laten beantwoorden, kan je als leerkracht de leerlingen in groepjes van 2 of 3 een paar minuten laten overleggen.

Daarna kan je de antwoorden samenbrengen:

- de massa van de kogeltjes.
- de diameter van de kogeltjes.

- leerlingen zullen misschien antwoorden: de aard van de vloeistof. Hierop kan de vraag volgen: welke eigenschappen van de vloeistof: de dichtheid, de viscositeit, ... ? Deze laatste eigenschap kennen leerlingen secundair onderwijs niet, maar ze zouden ze toch moeten kunnen omschrijven, bijvoorbeeld als de wrijving die de vloeistof veroorzaakt. Daaruit zou dan weer de suggestie kunnen komen dat een gladde kogel sneller valt dan een kogel met een ruw oppervlak.
- De leerlingen kiezen per groepje welke eigenschap ze willen onderzoeken. Dan formuleren ze (ook schriftelijk) welk resultaat ze verwachten. Dit zou in een eerste aanzet louter kwalitatief kunnen zijn: bijvoorbeeld: "als de massa groter is, zal de snelheid groter zijn", of: "in water zal de snelheid groter zijn dan in olie."
Meer gevorderde leerlingen kunnen de formule voor de sedimentatiesnelheid opzoeken, en dan een meer kwantitatieve voorspelling doen.
 - Dan volgen afspraken i.v.m. het materiaal.
 - De volgende les voeren de leerlingen hun experiment uit. Was hun voorspelling juist? Als ze niet juist is, vinden ze dan een verklaring waarom?
 - Leerlingen tonen hun resultaten aan de ganse klas.
- Er zijn een aantal varianten op dit experiment:
 - Speelt de diameter van de buis een rol?
 - Wat met kogeltjes waarvan de dichtheid kleiner is dan die van de vloeistof?
 - Wat met gasbellen?
 - Wat met lichaampjes met een andere vorm, bijvoorbeeld balkjes?
 - In het klassieke experiment wordt de snelheid constant. Zou dat altijd zo zijn?
Kan je situaties bedenken waarbij dat niet zo is?
 - Wat als de buis niet verticaal, maar schuin staat? Interessant is om in een buis met een diameter van 1,5 à 2 cm, gevuld met water, een luchtbel met een diameter van ongeveer 1cm te laten opstijgen. Voor een bepaalde hellingshoek is de snelheid maximaal. Om die hoek zo goed mogelijk te bepalen moet je bij verschillende hoeken in de buurt de meting uitvoeren.

Andere variante: kartonnen kegeltjes die vallen (in de lucht).

Het verloop van de les kan gelijkaardig zijn. Mogelijke factoren die hier een rol kunnen spelen:

- de diameter van het grondvlak van de kegeltjes
- de grootte van de tophoek
- de massa.

Een variante op dit laatste is dan weer de studie van de val van koffiefilters, die in elkaar worden geplaatst, zodat enkel de massa een rol speelt.

Een andere variante is de val van een ballon die lichtjes verzwaard is met een kleine massa.

3. Meisjes in projectwerk (genderproblematiek)

3.1 Omkadering

Na de tweede wereldoorlog is de participatie van vrouwen aan het arbeidsproces in ons land sterk toegenomen. Toch is het zo dat vrouwen niet dezelfde beroepen uitoefenen als mannen, en ook dat ze niet op hetzelfde functieniveau werken. Zo zijn ze eerder tewerkgesteld in het onderwijs of in de verzorgingssector, meer in ondergeschikte en minder in leidinggevende functies. Er zijn weinig vrouwen die een technisch beroep uitoefenen, en dat terwijl de technologie in onze samenleving toch een zeer belangrijke rol speelt.

Ook in studierichtingen die leiden tot een technisch of een wetenschappelijk beroep zijn vrouwen ondervertegenwoordigd.

Om verscheidene redenen is de ondervertegenwoordiging van vrouwen in dit soort beroepen en in dit soort studierichtingen problematisch. Vooreerst is er een ethisch aspect: de lage aanwezigheid van vrouwen kan wijzen op bewuste of onbewuste discriminerende factoren binnen het domein van wetenschap en technologie. Die zouden meisjes afschrikken om voor een technische of wetenschappelijke studierichting en beroep te kiezen. Nochtans blijkt uit onderzoek dat vrouwen even bekwaam zijn om wetenschappelijke concepten te verwerven als mannen. De veel sterkere aanwezigheid van mannen in de wetenschappen zouden het gevolg zijn van sociale en omgevingsfactoren.

Doordat weinig vrouwen werkzaam zijn in wetenschap en techniek blijven heel wat kansen onbenut: het potentieel dat sowieso ook bij vrouwen aanwezig is, wordt veel te weinig aangesproken. De vraag naar wetenschappelijk opgeleid personeel zal wellicht nog toenemen. Specialisten verwachten een tekort aan deskundige arbeidskrachten. Een toename van het aantal meisjes in opleidingen die leiden tot een beroep als wetenschapper of techniek kan dit tekort oplossen. Vrouwen zouden een andere kijk hebben op wetenschappelijke problemen dan mannen. Doordat weinig vrouwen het beroep van wetenschapper of techniek uitoefenen

komt die vrouwelijke benadering slechts marginaal aan bod. Meer vrouwen in die beroepen zou dan ook een verrijking zijn voor de wetenschap.

Het kleine aantal vrouwen in een technisch of wetenschappelijk beroep leidt om twee redenen tot een vicieuze cirkel.

Vooreerst is het werkmidden waarin een wetenschappelijk of technisch gevormde vrouw terecht komt, dikwijls een mannenbastion. Heel wat vrouwen hebben het moeilijk om stand te houden binnen een groep van bijna uitsluitend mannelijke collega's. Mannen hanteren meestal een directere stijl in hun tussenkomsten, en ze nemen gemakkelijker de leiding van activiteiten op zich. Ook de informele activiteiten met de collega's kunnen sterk mannelijk gekleurd zijn. Een vrouw voelt zich daar dan niet thuis, en haakt na een tijdje af, waardoor het mannenbastion wordt bestendigd. Ook zetten vrouwen vaak een stap terug in hun carrière wanneer er kinderen in het gezin komen. Wanneer enkele vrouwen ongeveer tegelijkertijd in eenzelfde werkmidden starten beïnvloeden ze samen de werksfeer. Dan is de kans groter dat die sfeer niet meer zo uitdrukkelijk mannelijk blijft.

De tweede reden is het gebrek aan vrouwelijke voorbeelden. Doordat er weinig vrouwelijke wetenschappers en techniekers zijn, zijn er weinig vrouwelijke voorbeelden, waardoor meisjes zich minder tot een dergelijk beroep aangetrokken voelen. Als meer meisjes gemotiveerd worden om in deze sector te stappen zal men geleidelijk aan ook meer vrouwelijke voorbeelden hebben.

Marie Curie is hiervan een goed voorbeeld; als één van de eerste vrouwen heeft ze baanbrekend wetenschappelijk onderzoek gedaan waardoor ze twee keer de Nobelprijs heeft gekregen. Daardoor zijn veel vrouwen in haar voetsporen met wetenschappelijke studies begonnen. Marie Curie heeft het gangbare beeld dat vrouwen niet geschikt zouden zijn voor de wetenschap duidelijk ondergraven. In Frankrijk is momenteel 1 op 2 fysici een vrouw. Men kan zich afvragen of hier geen sprake is van een 'Marie Curie-effect'.

3.2 Genderongelijkheid in wetenschappen en techniek opheffen

Als leerkracht kan je een bijdrage leveren om de genderongelijkheid in wetenschappen en techniek te verkleinen door:

1. Het leggen van vrouwvriendelijke accenten in het curriculum.
2. Het in de aandacht brengen van vrouwelijke voorbeelden.
3. Het nastreven van een genderneutrale klassfeer.

3.2.1 Het leggen van vrouwvriendelijke accenten in het curriculum

In het verleden was verder studeren na de lagere school bijna uitsluitend een voorrecht van jongens. Dit beïnvloedt nog steeds de huidige programma's van de wetenschapsvakken: het curriculum gaat nog steeds meer uit van een benadering die vooral jongens aanspreekt. Wetenschappen voor meisjes aantrekkelijk maken kan door het curriculum te wijzigen en accenten te verleggen. Uit onderzoek blijkt dat het mogelijk is hierdoor de interesse van meisjes voor wetenschappen te verhogen. Meisjes hebben meer belangstelling voor biologie dan wel voor fysica en chemie. Door de fysica en de chemie in een biologische of medische context te plaatsen neemt ook voor die vakken hun belangstelling toe. Meisjes zijn ook meer geïnteresseerd in de sociale gevolgen van ontwikkelingen in de wetenschappen en in voorbeelden uit hun dagelijkse ervaringswereld. Hun interesse wordt niet gewekt door machines, raketten en vliegtuigen die eerder veraf staan.

Enkele ideeën voor open onderzoek uit medische of biologische context:

- Toon foto's van bijvoorbeeld japanners die een mondmasker dragen op de openbare weg. Waarom doen zij dat? Is het waar dat mondmaskers de verspreiding van ziektes verhinderen?
- Zelf tandpasta maken. Waardoor verschilt tandpasta van gewone zeep? Kan je dit verklaren?
- Uit recent onderzoek zou blijken dat deodorants borstkanker zouden veroorzaken. Daarom maken we zelf een deodorant. Maar er zijn zoveel soorten deodorants, met elk hun specifieke eigenschappen...

- Zou er een verband bestaan tussen het lichaamsgewicht (of nog beter de BMI) en de bloeddruk? Hoe kan je dat onderzoeken?

Een ander element dat de interesse van meisjes afremt is de afstand die ze vaststellen tussen fysica en chemie en de andere vakgebieden. Meisjes hebben de indruk dat wetenschappen, fysica en chemie in het bijzonder niets te maken hebben met de wereld waarin ze leven, met sociale en ethische aspecten. Fysica lijkt voor hen teveel op een wiskundige theorie en de experimenten die in het handboek beschreven worden moeten die theorie bewijzen. Wat meisjes ook interesseert zijn vragen als: Hoe en waarom werd die theorie ontwikkeld? Welke andere theorieën kende men nog, en waarom heeft men die verlaten? Wat waren de sociale omstandigheden die de ontwikkeling van de huidige theorie bevorderden of afremden? Tot welke sociale en maatschappelijke gevolgen heeft die theorie geleid?

3.2.2 Vrouwelijke voorbeelden

Het doorbladeren van een handboek wetenschappen schept de indruk dat de wetenschappen bijna uitsluitend door mannen ontwikkeld zijn. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de meeste theorieën die in het secundair onderwijs aan bod komen voor 1900 tot stand gekomen zijn en door mannen werden uitgebouwd. In die tijd werden trouwens niet alleen de wetenschappen, maar gans het maatschappelijk leven in het westen bijna uitsluitend gedomineerd door mannen. Net zoals het niet juist is de indruk te geven dat de ontwikkeling van de wetenschap eindigt in 1900, is het fout om de bijdrage die vrouwen tot de wetenschap leverden te minimaliseren of te verzwijgen. Soms kan dit naadloos aansluiten bij het curriculum, zoals bepaalde elementen uit het werk van Marie Curie. Bij de studie van de DNA-structuur kan je niet voorbij aan de rol die Rosalind Franklin (1920-1958) daarin gespeeld heeft.

Andere vrouwelijke voorbeelden die een belangrijke bijdrage leverden tot de ontwikkeling van de wetenschap, en die daarom zeker het vermelden waard zijn in jouw klas, zijn o.m.:

- Edith Saunders (1865-1945). Ze (her)ontdekte een aantal wetten van Mendel en deed onderzoek naar plantengenetica en morfologie van bloemen.

- Lise Meitner(1878-1968) werkte nauw samen met Otto Hahn, die de Nobelprijs kreeg voor de ontdekking van de kernsplitsing. Als joodse vluchtte ze in 1939 uit Nazi-Duitsland.
- Emmy Klieneberger -Nobel (1892-1985) deed onderzoek naar bacteriofagen en mycoplasma. Ze had daarenboven joodse voorouders waardoor ze in Nazi-Duitsland haar baan verloor. Ze emigreerde daarom naar Groot-Brittannië.
- Irène Joliot-Curie (1897-1956) dochter van Marie Curie, ontving de Nobelprijs voor chemie voor de ontdekking van kunstmatige radioactiviteit. Ze was ook politiek actief: zo werd ze in 1936 de eerste vrouwelijke minister van Frankrijk.
- Erika Cremer (1900-1996) onderzocht uitvoerig de chloorknalgasreactie, en was grondlegster van de gaschromatografie.
- Rita Levi-Montalcini (1909-) ontving in 1986 samen met de Amerikaanse biochemicus Stanley Cohen de Nobelprijs voor de geneeskunde voor hun onderzoek naar de rol van groeifactoren in de menselijke ontwikkeling.
- Dichter bij ons, in tijd en afstand, heb je Christine Van Broekhoven, die baanbrekend onderzoek verricht aan de ziekte van Alzheimer en Cathérine Verfaillie, een specialiste in stamcellenonderzoek.

Vrouwelijke voorbeelden uit het verleden die een substantiële bijdrage leverden tot de ontwikkeling van de wetenschap staan ver af van de jongeren die nu op de schoolbanken zitten. Daarnaast zijn er ook voorbeelden die dichterbij hen staan, die nog niet onbereikbaar zijn, die nog enigszins hun taal spreken. Bijvoorbeeld oud-studenten die pas zijn afgestudeerd of een oud-studente die zich voor haar masteropleiding heeft gespecialiseerd in medische toepassingen van de elektronica. Waarom nodigen we hen niet uit, bijvoorbeeld in het kader van studiekeuze om eens te praten over hun werk?

In het Eureka's-project konden leerlingen contact opnemen met een “wetenschapsmeter” om hulp te vragen bij hun werk. Onderzoek dat in het kader van Eureka's werd uitgevoerd (cf. 4. Meisjes in projectwerk – resultaten genderonderzoek) toonde aan dat nogal wat meisjes graag een meer persoonlijk contact met die wetenschapsmeter op haar werkplek zou gehad hebben.

3.2.3 Een genderneutrale klassfeer

Genderneutrale communicatie in de klas

Onderzoek heeft aangetoond dat in het algemeen jongens in de klas meer gevraagd worden en dit zowel door vrouwelijke als mannelijke leerkrachten. Ze krijgen meer tijd om te antwoorden, en hun inbreng wordt tijdens een leergesprek meer aangehaald. Als jongens antwoorden zonder toelating wordt dat gemakkelijker getolereerd, terwijl als meisjes dat doen ze erop gewezen worden dat ze eerst hun hand moeten opsteken. Vragen die aan jongens worden gesteld zijn dikwijls van een abstracter niveau, en bovendien krijgen ze vaak meer feedback op hun antwoorden. Het leerresultaat is bij de meeste leerlingen groter wanneer ze actief participeren aan het klasgebeuren: jongens meer en sterker bevragen dan meisjes is dan ook in het nadeel van deze laatsten.

Wie een genderneutrale klassfeer nastreeft doet er goed aan z'n communicatie met de klas te evalueren: krijgt elke leerling dezelfde aandacht? Wordt elke leerling, jongen zowel als meisje, even sterk gevraagd om mee te werken, te denken, te antwoorden, te argumenteren?

Zijn mijn uitspraken, de teksten die de leerlingen krijgen, genderneutraal?

Aandacht voor groepsdynamische elementen

Uit het leven gegrepen?:

- Een klas van 16-17-jarige jongens en meisjes voeren in kleine groepen experimenten uit met elementaire elektrische schakelingen.
- Katrien wil met een schroevendraaier een draad bevestigen aan een lampenhouder. Mark kijkt ongeduldig toe. Katrien trekt eens aan de draad om te controleren of hij vast zit, maar hij lost. Commentaar van Mark: "Meisjes en techniek..."

- Miet vraagt de leerkracht hoe ze de voltmeter moet bevestigen: “zo, of omgekeerd? Wat is de positieve pool?” Miet is immers onzeker: ze vreest dat ze het instrument beschadigt als ze het verkeerd schakelt. De leerkracht komt kijken, maar heeft het te druk voor veel uitleg. Daarom zegt hij: “Mark, leer de meisjes eens hoe ze een voltmeter moeten gebruiken”. Mark gedraagt zich bij de volgende experimenten alsof hij de leider is van het groepje. Hij maakt samen met Joris de schakelingen en doet de metingen. Miet en Katrien noteren de resultaten en maken schetsen van de schakelingen.

Wanneer jongens of meisjes in een groep de minderheid uitmaken, zonderen ze zich dikwijls af van de rest en gaan ze samen zitten. Om dan in kleinere groepen te werken worden spontaan groepen gevormd die uitsluitend bestaan uit jongens of uit meisjes. Als het belangrijk is dat jongens én meisjes leren samenwerken zal de groepsvorming actief moeten worden begeleid. Zowel jongens als meisjes moeten de kans krijgen om met minstens iemand van hetzelfde geslacht te kunnen samenwerken. Als bijvoorbeeld een klas bestaat uit 4 meisjes en 15 jongens, en je wil werken met groepjes van 4, laat dan de meisjes per 2 een groepje vormen met 2 jongens. Zitten er in de klas 2 jongens en 10 meisjes, verplicht dan niet de jongens om elk apart een groepje met meisjes te vormen, maar laat ze met hun 2 met 2 andere meisjes werken. Uit onderzoek is gebleken dat binnen een bepaalde leeftijdscategorie, nl. 14-15 jarigen, meisjes liever werken in uitsluitend meisjesgroepjes (cf. Meisjes in projectwerk – resultaten genderonderzoek). Heb ook aandacht voor de rolverdeling binnen een team: meisjes krijgen vaak de meer ondergeschikte rollen, zoals noteren en verslag maken, terwijl de jongens de schakelingen maken en de apparatuur bedienen.

4. Meisjes in projectwerk (resultaten genderonderzoek)

Het is algemeen bekend dat de aanwezigheid van vrouwen in wetenschappelijke en technische beroepen veel lager is dan die van mannen. Dit fenomeen zal zich handhaven in de toekomst indien er niet meer meisjes voor wetenschappen kiezen.

Momenteel ligt het aantal meisjes dat kiest voor een wetenschappelijke of technische richting vrij laag. De Katholieke Hogeschool Kempen, samen met enkele partners, zou graag de redenen en de omstandigheden van dit probleem achterhalen. Waarom kiezen meisjes niet voor een dergelijke richting?

In het kader van het ESF-project 'Eurekas' hebben we een onderzoek uitgevoerd naar factoren die maken dat meisjes een les wetenschappen fijn vinden.

Waar kan je als leerkracht zelf op letten als je wetenschappen/technologie geeft?

Welke manier van werken spreekt meisjes aan en is dit anders voor jongens?

De resultaten van dit onderzoek zijn gebundeld in het document 'Genderonderzoek: de factoren die maken dat meisjes wetenschappen fijn vinden.' Dit document kan je bekomen via Els Van Gorp (els.van.gorp@khk.be).



Dit product kwam mee tot stand met steun van ESF en VESOC.
ESF: Bijdragen tot de ontwikkeling van de werkgelegenheid door inzetbaarheid, ondernemingsgeest, aanpassingsvermogen en gelijke kansen te bevorderen en door te investeren in menselijke hulpbronnen.

