

Lesgeven met de TEMI-methode

*Hoe het gebruik
van mysteries de
wetenschapseducatie
ondersteunt*



TEmi

Lesgeven met de TEMI-methode

Hoe het gebruik van mysteries de wetenschapseducatie ondersteunt

Uitgever: TEMI – Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated

Editors: Peter McOwan, Cristina Olivotto

Auteurs: Marina Carpineti, Peter Childs, Johanna Dittmar, Ingo Eilks, David Fortus, Marco Giliberti, Avi Hofstein, Julie Jordan, Dvora Kathevich, Rachel Mamlok-Naaman, Ran Peleg, Tony Sherborne, Malka Yayon.

Vertaling: Anne Kerkhoven en Iris Nijman

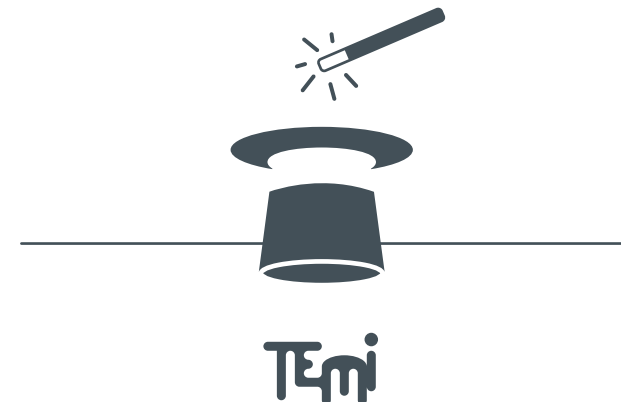
Proeflezen: Sirius Interactive

Design: Zetalab

ISBN: 978-94-91760-13-6

Juridische mededeling: Dit project is gesponsord door de Europese Commissie. Deze publicatie geeft alleen de visie van de schrijvers weer. De Commissie kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor gebruik van informatie uit deze publicatie.

Gepubliceerd in maart 2015.



Welkom bij lesgeven met de TEMI-methode.

Dit boek introduceert een leuke, nieuwe manier om in uw klas les te geven over wetenschap. Het TEMI-project (Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated) is een project dat wordt gefinancierd door de EU. Het brengt ervaren docententrainers vanuit heel Europa bij elkaar om u te helpen om onderzoekend leren te gebruiken in de klas. Ook helpen de experts u om de belangstelling en vaardigheden van de leerlingen te verbeteren.



Wat is er speciaal aan lesgeven met de TEMI-methode

De **TEMI-methode voor lesgeven** bevat vier belangrijke vernieuwingen. Ten eerste wordt er gebruik gemaakt van mysteries om de verbeelding en motivatie van leerlingen aan te spreken; ten tweede is er de 5E-cyclus die leerlingen helpt bij het verkennen en evalueren van wat zij leren; vervolgens helpen de presentatievaardigheden docenten om zich op hun gemak

te voelen bij het presenteren van de mysteries in de klas; en tenslotte bevat het een methode waarbij de verantwoordelijkheid van het leren stap voor stap wordt overgedragen van de docent naar de leerling, wat niet genoeg gebeurt in het huidige lesgeefstelsel.



Het gebruik van dit boek

Dit boek bestaat uit **vier korte hoofdstukken** waarin de vier vernieuwingen van de TEMI-methode worden geïntroduceerd en uitgelegd. Ook worden er voorbeelden gegeven van deze vier vernieuwingen. Daarnaast bevat dit boek praktische aanwijzingen, of **'TEMI-LESGEEF-TIPS'**, voor in de klas.



Online ondersteuning is te vinden op teachingmysteries.eu

Er is veel lesmateriaal te vinden op de **TEMI-website**, waaronder mysteries en links naar smartphone-applicaties die zowel nuttig kunnen zijn voor het leren in de klas, als daarbuiten.

We hopen dat u dit boek nuttig vindt, en dat lesgeven met de TEMI-methode voor u net zo succesvol zal zijn als voor de docenten die hebben meegedaan aan de TEMI-trainingen voor professionele ontwikkeling.



Het TEMI-team

Universiteit Bremen

Duitsland

Charles Universiteit

Tsjechië

CNOTINFOR

Portugal

Buskerud en

Vestfold University College

Noorwegen

Universiteit Leiden

Nederland

Sheffield Hallam Universiteit

Verenigd Koninkrijk

Sterrenlab

Nederland

Queen Mary, Universiteit van Londen

Verenigd Koninkrijk

TRACES

Frankrijk

Universiteit van Milaan

Italië

Universiteit van Limerick

Ierland

Universiteit van Wenen

Oostenrijk

Weizmann Wetenschapsinstituut

Israël

1

Mysteries

Hun Aard en Doel in wetenschapseducatie

Wat is een mysterie

Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated (TEMI) heeft als doel om leerlingen voor te bereiden op onderzoekend leren. Dit wordt gedaan door leerlingen kennis te laten maken met uitdagende en fascinerende fenomenen. TEMI maakt gebruik van onbekende en ongewone waarnemingen die we 'mysteries' noemen. Binnen het TEMI-project wordt een mysterie als volgt aangeduid:



Een fenomeen of gebeurtenis die spanning en verwondering bij de leerling opwekt, waardoor een 'ik-wil-weten'-gevoel ontstaat. Dit zorgt voor nieuwsgierigheid en het stellen van vragen, die vervolgens beantwoord kunnen worden door onderzoekende en probleemoplossende activiteiten te ondernemen.



Welk type mysterie is geschikt om te gebruiken in de klas

Of een fenomeen een 'ik-wil-weten'-gevoel opwekt of niet, hangt af van de leerling. Om spanning en verwondering op te wekken, moet het mysterie de leerling nieuwsgierig maken. Echter, wat een leerling nieuwsgierig maakt, hangt af van zijn/haar interesses, ervaring en voorkennis. Aangezien deze drie factoren enorm zullen verschillen tussen leerlingen, kan het voorkomen dat een fenomeen voor de één wel een mysterie is, maar voor de ander niet. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer een waarneming gaat over een al bekend en begrepen fenomeen of wetenschappelijk onderwerp. De verschillen tussen leerlingen kunnen bijvoorbeeld komen door verschillen in leeftijd, persoonlijke leefomstandigheden of culturele achtergrond.

Dus, ***of het een mysterie is, verschilt per individu.*** Desondanks geeft het TEMI-project een aantal suggesties die docenten kunnen helpen om bij te dragen aan onderzoekend leren. Dat zijn suggesties voor het kiezen van een fenomeen en hoe dat vervolgens ontwikkeld kan worden tot een mysterie.



Wat is een goed mysterie voor in de klas?

Een mysterie draagt bij aan onderzoekend leren als het:

- ① belangstelling opwekt bij de leerlingen;
- ② nieuwsgierigheid opwekt en leidt tot vragen;
- ③ simpel genoeg is om een tegenstrijdigheid op te werpen, bijvoorbeeld: het is verrassend;
- ④ een cognitief conflict opwekt;
- ⑤ wetenschappelijk onderzocht en verklaard kan worden binnen de competentie van de betrokken leerlingen;
- ⑥ wetenschappelijke kennis problematiseert of produceert;
- ⑦ ervoor zorgt dat de leerlingen onderzoekende vaardigheden gebruiken om het mysterie te verklaren;
- ⑧ voldoende van het curriculum omvat, om de tijd die ervoor nodig is te rechtvaardigen
- ⑨ binnen een vaste tijdspanne kan worden opgelost (1-2 lessen voor het presenteren van het mysterie en het vinden van de oplossing).

Wat is een slecht mysterie voor in de klas?

Een mysterie is niet geschikt voor onderzoekend leren in de klas als het:

- ① alleen belangstelling opwekt bij de docent maar niet bij de leerlingen;
- ② niet verrassend is of weinig nieuwsgierigheid opwekt, en wanneer de docent al het werk moet doen;
- ③ gaat over wetenschappelijke onderwerpen die te moeilijk zijn voor de leerlingen om te begrijpen;
- ④ niet gaat over een onderwerp in het curriculum; en
- ⑤ te moeilijk is voor de leerlingen om op te lossen, waardoor ze het zien als 'magie'.

Verschillende soorten mysteries

Mysteries kunnen vanuit veel verschillende vakgebieden komen en kunnen geheel verschillende eigenschappen hebben.



Authentieke Mysteries

Eén type mysterie noemen we authentieke mysteries. Authentieke mysteries zijn **fenomenen die we zien wanneer we simpelweg om ons heen kijken in onze natuurlijke of technische omgevingen**. Voorbeelden van authentieke mysteries die voorkomen in de natuur zijn: geisers, bepaalde vormen van planten, kristallen of poollichten. Zelfs de verandering in kleur van een object, wanneer het met licht van een andere golflengte beschenen wordt, kan een mysterie zijn. Dit is uitdagend voor leerlingen die leren over licht, golven en optica.



Kunstmatige Mysteries

Sommige authentieke mysteries kunnen worden nagemaakt door experimentele opstellingen te gebruiken in de klas. Deze en andere fenomenen die nagemaakt worden om aan anderen te laten zien, worden kunstmatige mysteries genoemd. **Experimentele demonstraties of illusies horen bij kunstmatige mysteries**. Een voorbeeld van een kunstmatig mysterie

is de Chemische Tuin: een prachtig experiment waarbij metaalzouten aan een natrium-wateroplossing worden toegevoegd. De groeiende vormen die lijken op mysterieuze planten worden geobserveerd. Dit roept veel vragen op bij degenen die ernaar kijken of het experiment uitvoeren.



Fictieve mysteries

Tenslotte zijn er fictieve mysteries en mythen. Fictieve mysteries komen uit verhalen of zijn gezien in films of op tv. In veel films en tv-series komen fascinerende gebeurtenissen voor. In veel gevallen zijn dit trucs of kunstmatige effecten. Daarom kan het voorkomen dat wetenschappelijk onderzoek deze gebeurtenissen niet kan verklaren. Echter, wetenschappelijk onderzoek kan wél aantonen of de gebeurtenis inderdaad een truc was of niet. Daarnaast kan het helpen bij het ontrafelen van de onderliggende wetenschappelijke waarheid. Er zijn ook talrijke mythen uit verschillende culturen die onderzocht kunnen worden. Een voorbeeld is de maan die rood kleurt tijdens een maansverduistering. Hiervan wordt soms gedacht dat het betekent dat er ergens op aarde een ramp plaatsvindt. Sommige mythen kunnen wetenschappelijk verklaard worden. Andere mythen kunnen niet verklaard worden omdat de mythe verdergaat dan wetenschap. Dit kan de leerlingen helpen om zowel het potentieel als de beperkingen van de wetenschap te begrijpen.



Lesgeven met mysteries

- ① Denk aan de overgang tussen het mysterie en het onderzoeksproces. Denk van te voren na over hoe u de leerlingen het onderzoeksproces in kan leiden.
- ② Bereid u van te voren goed voor en leer terwijl u presenteert. Hoe meer u probeert om een mysterie fascinerend over te brengen, hoe motiverender het mysterie voor de leerlingen zal zijn.

Het mysterie valt of staat met de presentatie

Een ongewone waarneming hoeft op zichzelf niet per se een mysterie te zijn. Natuurlijk zijn er in de natuur vele waarnemingen die door sommigen gezien worden als mysterieus. Dit komt doordat die mensen de onderliggende wetenschappelijke oorzaken niet kennen, zoals bijvoorbeeld bij de poollichten vaak het geval is. Echter, in sommige gevallen wordt een fenomeen een mysterie door hoe het wordt gepresenteerd (in plaats van dat het fenomeen zelf heel mysterieus is).

In zuur-base scheikunde bijvoorbeeld, leren leerlingen al snel dat indicatoren van kleur veranderen afhankelijk van de pH-waarde van de stof. Bij de traditionele manier van lesgeven worden zuren en basen geïntroduceerd en getest op basis van de indicatoren. Dat de indicator van kleur verandert, zal door leerlingen niet als een mysterie worden gezien. Een ander of vervolg scenario kan zijn: het introduceren van het zuur-base concept met behulp



van een mysterie genaamd Kameleon Bubbels. Met een eenvoudig experiment kan men alginaatballetjes maken, net als die in bubbelthee. Bovendien kunnen er balletjes gemaakt worden die gevuld zijn met de indicatoroplossing. Als men vervolgens een zuur of base aan het omringende water toevoegt, zal de pH-waarde veranderen en zullen de kleuren in de balletjes ook veranderen. Dit komt doordat de membranen van de alginaatballetjes permeabel zijn voor hydroxide en hydroniumionen, maar niet voor de grotere indicatormoleculen. Dit is een zeer interessant fenomeen dat de nieuwsgierigheid van leerlingen kan opwekken en ze kan motiveren om te leren over zuren, basen en indicatoren.

Dit voorbeeld laat zien dat zelfs traditionele fenomenen en concepten uit het curriculum getransformeerd kunnen worden tot een mysterie, als ze op een andere manier gepresenteerd worden. Meer informatie over hoe fenomenen in mysteries getransformeerd kunnen worden, is te vinden in een later hoofdstuk.

Bronnen om ideeën voor mysteries op te doen

Om mysteries te vinden en te bedenken voor in de klas, kunt u hier veel materiaal vinden:

www.teachingmysteries.eu/nl

Internet als inspiratiebron

De beste inspiratie voor het maken van uw eigen TEMI-lessen kan worden gevonden op internet, in beschrijvingen of filmpjes van experimenten en fenomenen. [YouTube](#) bevat veel filmpjes die docenten kunnen inspireren om wetenschappelijke concepten en mysteries te presenteren op verschillende en creatieve manieren.

Als u bijvoorbeeld op YouTube zoekt naar magie, zuren en basen, vindt u veel filmpjes. Eén van de bovenste resultaten is een filmpje waar een leerling van MIT in Boston (VS) een kleurverandering laat zien, gebaseerd op de zuur-base indicatoren. Vervolgens wordt de onderliggende theorie uitgelegd. De beste manier om een mysterie-gerelateerde aanpak te vinden voor bepaalde onderwerpen, is om het onderwerp te combineren met woorden als 'magie, show, mysterieus, mysterie, nieuwsgierigheid'. Als u inspiratie zoekt zonder dat u een bepaald onderwerp in gedachten heeft, kunt u zoeken op woorden als 'fascinerende experimenten, wetenschappelijke fenomenen, goochelshow'.

Boeken

In bijna elke taal zijn er boeken verschenen over goocheltrucs, fascinerende experimenten of kleine, leuke activiteiten voor kinderen. In veel van deze boeken wordt aangeraden om activiteiten te presenteren op een manier [die de nieuwsgierigheid van de leerlingen opwekt](#). Met andere woorden, de boeken [inspireren docenten](#) om de inhoud van hun curriculum op een andere manier te presenteren. Om dit soort boeken te vinden, kunt u zoeken met de woorden en termen die hierboven genoemd zijn, maar u kunt ook zoeken op online boekenwinkels als [Amazon](#) of [Bol.com](#).

Speelgoed- en goochelaarswarenhuizen

Warenhuizen en internetwinkels zijn ook handig om inspiratie op te doen voor speelgoed of goochelaarspakketten. Dit soort winkels verkoopt vaak ook kleine spullen die zijn gebaseerd op wetenschap of techniek, zoals Magisch Zand. Dit is een soort hydrofoob zand dat niet nat wordt. Andere voorbeelden zijn toepassingen van nanotechnologie, magnetisch speelgoed of trucjes met water en vuur.

Voor alle bovengenoemde voorbeelden, zoals de Chemische Tuin, Kameleon Bubbels of Magisch Zand, zijn er materialen op de TEMI-website beschikbaar. Dit zijn onder andere handleidingen voor docenten en materiaal om te gebruiken in de klas.

2

Onderzoeken & het 5E-model

In dit hoofdstuk wordt het 5E-model geïntroduceerd: een stappenplan dat onderzoekend leren in de klas ondersteunt.

Wetenschapseducatie gebaseerd op onderzoek is één van de belangrijkste modellen van wetenschapseducatie op scholen, en wordt sinds de 21e eeuw wereldwijd gebruikt. In het begin werd het alleen gebruikt

op basisscholen, maar inmiddels wordt het ook op middelbare scholen toegepast en in vele landen. Veel projecten, gefinancierd door de EU, verkennen het gebruik van onderzoekend leren in wetenschapseducatie. Eén van deze projecten is **TEMI**. TEMI is gebaseerd op vier vernieuwingen, waaronder het gebruik van onderzoekend leren en het 5E-model.

De **National Science Education Standards** (NSES, 1996) in de VS geeft deze definitie van onderzoeken:

“Onderzoeken bestaat uit een set van gerelateerde processen waarbij wetenschappers en leerlingen vragen stellen over de natuurlijke wereld en fenomenen onderzoeken. Op deze manier verkrijgen leerlingen kennis en ontwikkelen ze een breed begrip van concepten, principes, modellen en theorieën. Onderzoeken is een belangrijk onderdeel van het wetenschapsprogramma voor alle niveaus en voor elk wetenschappelijk vakgebied. Ontwikkelaars van curricula en programma's moeten zich daarom van twee dingen bewust zijn: de aanpak van zowel de inhoud als de lesgeef- en toetsingsstrategieën moet zo zijn gemaakt dat het zorgt voor wetenschappelijk begrip door middel van onderzoek. Leerlingen zullen wetenschap dan leren op een manier die laat zien hoe wetenschap echt in elkaar steekt.”

De standaarden zijn **zes aspecten die centraal staan bij onderzoekend leren in wetenschapseducatie**:

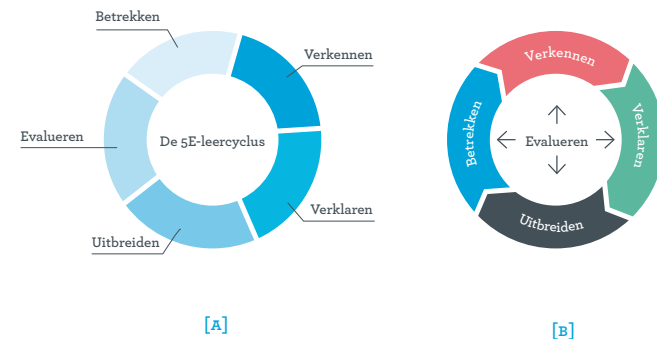
- ① Leerlingen moeten begrijpen dat wetenschap meer is dan alleen het onthouden en kennen van feiten.
- ② Leerlingen moeten de kans krijgen om nieuwe kennis te ontwikkelen, die gebaseerd is op hun voorkennis en wetenschappelijke ideeën.
- ③ Leerlingen ontwikkelen nieuwe kennis door hun voorkennis van wetenschappelijke concepten te herzien en daar nieuw vergaarde informatie aan toe te voegen.
- ④ Leren wordt beïnvloedt door de sociale omgeving van de leerlingen, wat ze de mogelijkheid geeft om van elkaar te leren.
- ⑤ Leerlingen nemen zelf de leiding over het leren.
- ⑥ Hoeveel de leerlingen kunnen leren en begrijpen, heeft invloed op hoe goed hun kennis overdraagbaar is naar realistische situaties.

Onderzoekend leren is gebaseerd op een **constructivistisch model**. Dit houdt in dat leerlingen leren om hun eigen begrip vorm te geven. Hun begrip is gebaseerd op eerdere ervaringen via praktische opdrachten en gedachtenexperimenten met fenomenen en met andere leerlingen. Ze leren te begrijpen door hun eigen ervaringen te herzien, hun gedachten te communiceren, en door connecties te leggen tussen hun eigen ervaringen en de echte wereld. De focus ligt niet alleen op de wetenschappelijke inhoud maar evenveel op de processen van wetenschap.

Dit impliceert een verandering in de rol van de docent. In plaats van een instructeur gedraagt de docent zich als een coach, die voorzichtig de constructivistische leerprocessen van de leerlingen bijwerkt.

Het 5E-model

Het 5E-model is één van de vele beschikbare onderzoeksmodellen, maar het is breed geaccepteerd en gebruikt als stappenplan in het TEMI-project. **Het 5E-model is een leercyclus met vijf onderdelen**: het kan gezien worden als een continue cyclus (Figuur 1a) of een cyclus waarbij het vijfde onderdeel, Evaluatie, de andere vier onderdelen continue onderhoudt (in plaats van alleen aan het einde) (Figuur 1b).



FIGUUR 1
Verschillende representaties van het 5E-model

Twee versies van het 5E-leermodel

Het model begint met de fase van ‘betrekken’ en doorloopt de andere fasen op volgorde, totdat de cyclus opnieuw begint met een nieuw onderwerp. → [Tabel 1](#) somt de vijf fasen op en geeft voor iedere fase een samenvatting van wat het inhoudt.

Samenvatting van het 5E-instructiemodel

(Bybee et al., 2006)

Het onderzoeksmodel voor wetenschapsonderwijs is zeer anders dan de huidige educatiemodellen. Het vereist een vernieuwende aanpak voor professionele ontwikkeling voor wetenschapsdocenten. Docenten kunnen soms de neiging hebben om al snel de antwoorden te geven of de problemen door middel van experimenten te verkennen. Docenten kunnen bijvoorbeeld vragen stellen om ze vervolgens zelf te beantwoorden, of ze kunnen een probleem presenteren aan de leerlingen en het antwoord te snel geven. De activiteiten die gerelateerd zijn aan de fase ‘betrekken’ voor zowel docenten als leerlingen worden hieronder weergegeven in → [Tabel 2](#).



Betrekken

De docent gaat na wat de voorkennis van de leerlingen is en kan hier een curriculumopdracht voor gebruiken. Korte activiteiten die nieuwsgierigheid opwekken en voorkennis aan het licht brengen, helpen de leerlingen om belangstelling te krijgen voor een nieuw concept. De activiteit moet connecties leggen tussen leerervaringen in het verleden en in het heden. Daarnaast moet het huidige ideeën van leerlingen onthullen, en het denken van de leerling richting de leerdoelen van de huidige activiteiten leiden.



Verkennen

Verkennde ervaringen geven leerlingen een algemene basis van activiteiten waarin huidige concepten (bijvoorbeeld misverstanden), processen en vaardigheden worden geïdentificeerd. Daarnaast zorgen de ervaringen voor verandering van concepten. Leerlingen kunnen lab-activiteiten doen die hen helpen bij de volgende onderdelen: voorkennis leren te gebruiken om nieuwe ideeën te creëren, vragen en mogelijkheden te verkennen, en het ontwerpen en uitvoeren van een voorbereidend onderzoek.



Verklaring

De Verklaringsfase focust de aandacht van de leerlingen op een bepaald aspect van hun belangstelling en verkenningservaringen. Het zorgt voor mogelijkheden om hun conceptueel vermogen, procesvaardigheid of gedrag te laten zien. Een verklaring van de docent of vanuit het curriculum kan ze helpen om een breder begrip te ontwikkelen, wat het belangrijkste doel is van deze fase.



Uitbreiding

Docenten verbreden het begrip en de vaardigheden van de leerlingen en dagen hun ideeën uit. Door middel van nieuwe ervaringen ontwikkelen de leerlingen een breder begrip en verkrijgen ze meer informatie en geschikte vaardigheden. Leerlingen passen hun begrip van een concept toe door aanvullende activiteiten uit te voeren.



Evaluatie

De Evaluatiefase moedigt leerlingen aan om hun begrip en capaciteiten te gebruiken. Het geeft de docenten ook de mogelijkheid om de vooruitgang van de leerlingen in elke fase te evalueren, zodat uiteindelijk de leerdoelen bereikt worden.



Welke activiteiten horen wel en niet bij de fase 'Betrekken' van het 5E model?



Focus op betrekken
Docent

Wel

- ① Stimuleert de nieuwsgierigheid van de leerlingen en creëert interesse
- ② Het stelt het huidige begrip (voorkennis) van de leerlingen over een concept of idee vast
- ③ Nodigt leerlingen uit om hun ideeën te vertellen
- ④ Nodigt leerlingen uit om zelf vragen te bedenken

Niet

- ① Introduceert woordenschat
- ② Verklaart concepten
- ③ Geeft definities en antwoorden
- ④ Geeft een afsluiting
- ⑤ Ontmoedigt ideeën en vragen van leerlingen



Focus op betrekken
Leerling

Wel

- ① Raakt geïnteresseerd in en nieuwsgierig naar het concept of onderwerp
- ② Vertelt zijn/haar huidig begrip van een concept of idee
- ③ Stelt vragen als 'Wat weet ik hier al van?' en 'Wat wil ik te weten komen?'

Niet

- ① Vraagt naar het 'goede' antwoord
- ② Geeft het 'goede' antwoord
- ③ Dringt aan op antwoorden of verklaringen
- ④ Zoekt afsluiting

3

Mysteries presenteren

Zoals al eerder genoemd is in dit boek, gebruikt TEMI onverwachte en onbekende fenomenen of mysteries om nieuwsgierigheid op te wekken en om de leerlingen uit te dagen om het te onderzoeken. Eén van de belangrijkste factoren die de belangstelling van leerlingen beïnvloedt, is de manier waarop de docent het mysterie uitvoert. Er zijn verschillende manieren om dit te doen: een filmpje laten zien, een demonstratie geven, de leerlingen vragen om een experiment uit te voeren, de uitvoering van een onverwacht experiment door de

docent, een rollenspel doen of een verhaal vertellen. U kunt uw showmanshipvaardigheden ontwikkelen om een mysterie spannender en interessanter te maken.

In dit hoofdstuk geven we eerst een aantal modellen voor het toevoegen van showmanship aan wetenschappelijke onderzoeksactiviteiten (volgens de TEMI-filosofie). Vervolgens wijden we uit over hoe TEMI-activiteiten gedemonstreerd kunnen worden in de klas.

Showmanship in wetenschap: Modellen voor het introduceren van showmanship bij onderzoeksactiviteiten

Showmanship is niet alleen geschikt voor gebruik in het theater. Docenten maken er ook gebruik van. ***Er zijn veel overeenkomsten tussen de rol van de docent en die van een acteur of een directeur.*** Beide rollen bevatten publiek, beiden moeten een boodschap overbrengen op een overtuigende en memorabele manier. Ook moeten beiden leren om te improviseren als er iets onverwachts gebeurt. Beiden moeten authentiek zijn (het publiek zal niet de volledige aandacht hebben als een acteur niet volledig in zijn rol zit – net zoals leerlingen wanneer de docent hun belangstelling niet volledig kan wekken).

Dat wil niet zeggen dat de docent een acteur is, maar de theaterwereld heeft veel hulpmiddelen en technieken om showmanship te verbeteren, en om de kunst van het presenteren beter te beheersen. Deze kunnen gebruikt worden wanneer docenten lessen moeten presenteren op een motiverende of fascinerende manier.



Docent als verhaalverteller

Docenten vertellen continu verhalen. Denk aan de geschiedenis van de mensheid: verhalen waren de eerste methode van lesgeven en van het verstrekken van informatie. Volwassenen verzamelden zich rond een kampvuur om de verhalen van die dag te horen. Aan kinderen werden fabels en sprookjes verteld die hun leerden om bang te zijn voor en zich bewust te zijn van de gevaren van de buitenwereld. Als je er zo naar kijkt, heeft ons denken zich ontwikkeld aan de hand van verhalen.

Laten we kijken naar een voorbeeld van een verhaal dat u kunt vertellen om een mysterie interessanter te maken. In TEMI hebben we verhalen en vertellingen in meerdere van onze activiteiten geïntroduceerd. De **Zeezand overzee**-activiteit bijvoorbeeld, begint met het verhaal van James.



James is een oude vriend van ons die gek is op zand. Al van kinds af aan was James buiten aan het graven, scheppen en zand aan het verplaatsen om prachtige zandkastelen te bouwen. Toen hij volwassen werd, was hij een succesvolle zandkasteelbouwer en won veel nationale wedstrijden. Op een dag zagen we een advertentie op internet voor een grote internationale wedstrijd in Australië. We vertelden het aan James en voor we het wisten zat hij in een vliegtuig op weg naar Australië....



In het verhaal krijgt James speciaal zand dat water afstoot als onderdeel van de wedstrijd. Een beetje van dit hydrofobe zand wordt aan de leerlingen gegeven. De opdracht is om uit te zoeken hoe James zijn zandkasteel kan bouwen. De activiteit kan daarna ontwikkeld worden tot een volledig formele onderzoeksactiviteit. Hierbij wordt aan de leerlingen gevraagd om 'onderzoeksvragen' te bedenken en om experimenten te ontwerpen die James kunnen helpen bij het bouwen van een perfect zandkasteel.

Hier doen de leerlingen een klassieke onderzoeksactiviteit. De TEMI-aanpak is om het onderzoek in te bouwen in een verhaal met een relevante of realistische context. Het verhaal fungeert als een brug tussen de dagelijkse ervaringen van de leerlingen en de manier van denken bij de officiële wereld van het wetenschappelijk onderzoek. Het verhaal en het mysterieuze zand maken de leerlingen nieuwsgierig en zetten aan tot het uitvoeren van het experiment. In klassen waarin dit goed werkte, bleven leerlingen tijdens de pauze vaak in de klas. Dan gingen ze meer experimenten uitproberen, creatieve experimenten ontwerpen of hun denken over oplosvermogen van stoffen verbreden. En (misschien wel het belangrijkste van alles) dat deden ze omdat ze enorm van de activiteit genoten.

Hoe een verhaal goed overgebracht kan worden in de klas

Verhalen werken dus goed. Maar hoe kunnen we ze het beste schrijven en presenteren in de klas?

Verhalen vertellen is een complexe en veelzijdige kunstvorm.

Echter, voor verhalen in de klas kunnen een aantal simpele modellen volstaan. Het TEMI-project heeft ervaren verhalenvertellers geraadpleegd, die ons vervolgens drie simpele, aanvullende modellen hebben gegeven. Deze modellen zou u kunnen herkennen van films of boeken.



Methode I

Elk goed verhaal moet voldoende van deze drie componenten bevatten: **actie**, **kleur en emotie**. Actie is de drijvende kracht achter het verhaal – ‘wat gebeurt er’. Kleur gaat over de details van het verhaal die het publiek helpen om zich in te leven in het verhaal. Emotie heeft te maken met het gevoel van de hoofdpersonen en bijpersonen. Hierdoor wordt het publiek het verhaal ingetrokken door middel van empathie.



Methode II

Karakteriseer het verhaal vanuit **het perspectief van het publiek**. Degenen die luisteren naar het verhaal zullen zichzelf de volgende dingen afvragen; daarom

moet de verteller ze tijdens het verhaal beantwoorden: Wie zijn de personen in het verhaal? Waar en wanneer vindt het plaats? Wat gebeurt er? Waarom vind ik het belangrijk? Hoe eindigt het?

De antwoorden op vraag 1 t/m 3 vormen de informatie in het verhaal.

De antwoorden op vraag 4 en 5 zijn het belangrijkste deel van het verhaal, omdat die de luisteraar erbij betrekken, interesseren en verrassen. Hierdoor raakt de luisteraar gemotiveerd om te blijven luisteren tot het einde van het verhaal.



Methode III

Deze methode definieert **vijf essentiële stappen, op volgorde**, in een verhaal die ervoor zorgen dat informatie in een dramaturgische structuur wordt weergegeven. Aan het einde van elke stap zijn er ‘keerpunten’, die een dramatische overgang creëren.

- ① **Expositie** – verwijst naar de staat van routine (‘Er was eens een...’) *Keerpunt*: Een verwijzing naar een bepaalde tijd (‘Op een dag...’, of ‘En toen, op een nacht...’).
- ② **Er gebeurt iets** / het is nodig / een mogelijkheid ontstaat waardoor de held iets doet. De held weet dan nog niet dat hij de held is – hij is alleen nog de hoofdpersoon. *Keerpunt*: Er is een verandering, een verrassing (‘opeens...’).

- ③ **De plot wordt ingewikkelder.** Dat is het moment dat de hoofdpersoon een held wordt, doordat hij/zij eigenschappen en vaardigheden van zichzelf ontdekt. In deze stap ontwikkelt het verhaal zich en worden er meer details gegeven over de locaties, personen, kleuren, enz. *Keerpunt:* De held heeft het probleem bijna ontrafeld en heeft er bijna een oplossing voor bedacht.
- ④ **De held bereikt zijn/haar doel** en gaat terug naar 'huis' nadat hij/zij een fysieke of mentale ervaring heeft opgedaan. We weten dat het leven niet altijd aan alles een oplossing biedt, maar het is belangrijk om het verhaal wat losser te laten zijn. *Er is geen keerpunt.*
- ⑤ **Afsluiting.** De plot gaat terug naar het begin van het verhaal of een nieuwe, routine situatie wordt bedacht ('En ze leefden nog lang en gelukkig').

We bespraken hoe showmanship ondersteuning kan bieden aan onderzoeksactiviteiten in de klas. In dit deel van het boek geven we informatie over hoe docenten de verschillende strategieën en activiteiten in de klas kunnen toepassen. Docenten moeten zich altijd bewust zijn van de verwachtingen van de leerlingen, die worden vormgegeven door hun voorkennis.



Hieronder staan richtlijnen die docenten kunnen gebruiken bij elk showmanship-element, om de presentatie motiverender te maken.

- ① De term 'mysterie' moet duidelijk zijn voor u als docent: Wat zijn de eigenschappen van een mysterie; hoe kan ik dit levendig maken voor de leerlingen?
- ② Begrijp ik (1) Onderzoek – de thema's en activiteiten die een mysterie bevatten en verklaren, (2) verhalen met een open einde, die onderzoek motiveren, waardoor leerlingen het mysterie kunnen oplossen en volledig kunnen begrijpen, en (3) Hoe deze mysteries getransformeerd kunnen worden naar nuttige werkbladen voor de leerlingen?
- ③ U moet de ideeën van de leerlingen en hun feedback observeren, verzamelen, vastleggen, analyseren en ernaar vragen. Dit zal helpen om de presentatie en inhoud van het mysterie te verbeteren en om leerlingen er meer bij te betrekken.

Er zijn een aantal methoden die we bij het TEMI-project gebruiken om docenten te helpen om meer vertrouwen te krijgen in showmanshipvaardigheden:

Het creëren van een activiteit als Pantomime bijvoorbeeld: het onderzoeken van de Wetten van Newton, over Natuurkunde doen door middel van mime (→ zie "Science – The biggest drama in the class" op het Youtube TEMI-kanaal). Dit is niet een klassieke TEMI-activiteit maar het laat een mogelijke combinatie van wetenschap, lesgeven en drama (mime) zien, in de context van ruimte, zwaartekracht en andere krachten. Het bedenken



of uitvoeren van zulke activiteiten kan u mogelijkheden bieden om uw showmanshipvaardigheden te verbeteren.

'Klassieke' TEMI-activiteiten, volgens onze definitie, zijn activiteiten die leerlingen aanzetten tot het doen van een onderzoek door middel van een verhaal. Het verhaal laat de leerlingen een emotionele ervaring hebben, laat de leerlingen zich inleven met de hoofdpersonen van het verhaal, helpt ze het mysterie op te lossen door middel van een onderzoek en tenslotte helpt het ze de oplossing voor het mysterie te presenteren.



Groepsactiviteiten voor het ontwikkelen van vaardigheden op het gebied van dramaturgie en verhalen vertellen

We hebben groepsactiviteiten gebruikt om docenten te helpen om zich meer op hun gemak te voelen bij het toepassen van drama en showmanship. Dit hebben we gedaan om twee redenen:

Drama ten behoeve van groepsdynamica ('pure drama')

Zegt dat elk goed verhaal genoeg van deze drie componenten moet bevatten: actie, kleur en emotie. Actie is de drijvende kracht achter het verhaal – 'wat gebeurt er'. Kleur gaat over de details van het verhaal die het publiek helpen om zich in te leven in het verhaal. Emotie heeft te maken met het gevoel van de hoofdpersonen en bijpersonen. Hierdoor wordt het publiek het verhaal ingetrokken door middel van empathie.

Drama ten behoeve van beter lesgeven

In feite werken docenten met publiek in hun klas. Als zij leren hoe ze een verhaal op een effectieve manier kunnen vertellen, zullen hun leerlingen meer geïnteresseerd zijn en zullen ze gemotiveerder zijn om te leren. Het doel is niet om docenten te leren om acteurs te zijn, maar om docenten te leren hoe ze de 'docent als acteur'-metafoor kunnen gebruiken. Op deze manier zijn docenten uitgerust met hulpmiddelen uit de theaterwereld, wat handig is bij het lesgeven.



De volgende activiteiten zijn nuttig gevonden tijdens het TEMI-trainingsprogramma:

Neutrale maskers

Neutrale maskers zijn witte maskers met een neutrale uitdrukking (dus niet blij, verdrietig of boos). Het is interessant om te zien dat het masker ondanks de neutrale eigenschappen toch een beetje gevoel kan uitstralen door slechts een kleine beweging met het hoofd te maken. Als het masker gedragen wordt, is het gezicht verborgen. De persoon die het masker draagt, kan dus alleen gevoelens uitdrukken door het lichaam te gebruiken. Tegelijkertijd wordt het lichaam juist extra zichtbaar; het kan zich niet meer 'verstoppert' achter een gezichtsuitdrukking. Het masker helpt om bewustzijn van het lichaam en van non-verbale communicatie te creëren.

Stilstaande beelden

Een simpele groepsactiviteit om u en anderen te helpen om de regels van drama-activiteiten te leren, is 'stilstaande beelden'. Deelnemers moeten in groepjes werken en vervolgens iets uitbeelden (een wetenschappelijk fenomeen, iets dat op school is gebeurd) in drie stilstaande beelden. Dat wil zeggen dat de deelnemers met hun lichaam driedimensionale beelden vormen. De groepjes bereiden een korte presentatie voor, waarbij ze beginnen in



een neutrale houding terwijl ze de titel van het stuk vertellen. Vervolgens laten ze één voor één de beelden zien door hun lichaam te gebruiken. Het publiek moet genoeg tijd krijgen om de beelden in zich op te nemen. Deze activiteit laat docenten ervaren wat het is om zonder woorden te acteren, en hoe ze hun lichaamstaal effectiever kunnen gebruiken.

Coördinatie

Coördinatie is een combinatie van spraak, lichaam en ruimte. Een docent die goed is in coördinatie kan informatie en gevoelens overbrengen bij het publiek. Dit kan worden gedaan door praten, bewegen, een toon gebruiken die past bij de ruimte en context, en door oogcontact te maken.

Veranderingen

Veranderingen tijdens de presentatie – het is belangrijk om veranderingen aan te brengen in locaties, lichaamshouding, toon van de stem en snelheid. Hierdoor wordt aangepast aan de verschillen in context van de informatie die wordt doorgegeven.

In het algemeen bij het presenteren van een mysterie, moet de docent zich bewust zijn van zijn/haar lichaamsbewegingen. Ook moet de docent ontspannen zijn, een vloeiend gesprek voeren, oogcontact houden, de toon van de stem aanpassen aan de context, nerveuze bewegingen vermijden, enzovoort. Enkele belangrijke punten zijn:

Het aanleren en gebruiken van showmanship in de klas

Door een aantal van de individuele en groepsactiviteiten uit te voeren, zal u leren om te experimenteren met, en meer zelfverzekerd te zijn over, uw showmanshipvaardigheden. Wanneer mysteries worden gepresenteerd met goede showmanshipvaardigheden, zullen meer leerlingen belangstelling tonen voor wetenschap. Dat kan leiden tot een beter begrip, meer interesse en grotere motivatie bij de leerlingen.

Enkele opmerkingen over showmanship en wetenschappelijk theater

Eén betekenis van showmanship is 'de kunst om iets interessant en leuk te maken'. Deze kunst komt tot stand als een goede presentator de aandacht van het publiek weet te trekken. Vervolgens kan hij/zij de interessantste en verrassendste aspecten belichten. Er zijn altijd interessante fenomenen aanwezig, maar vaak zien we ze niet doordat we heel veel prikkels tegelijkertijd binnenkrijgen. Maar als een aantal aspecten apart wordt getoond, kunnen we het fenomeen ineens waarderen, alsof we het voor het eerst meemaken. We zien het dan als het ware met nieuwe ogen, en over het algemeen zijn we ervan onder de indruk.

Neem bijvoorbeeld het fenomeen van oscillaties. Dit is elke dag te zien: een blaadje van een boom dat beweegt door de wind, een klein stuk hout dat drijft op het water, een bewegende schommel waar kinderen mee spelen. Al deze objecten maken oscillerende bewegingen. We zijn daar echter zo aan gewend dat we er geen aandacht meer aan schenken: we kunnen er niet met verwondering naar kijken of er overeenkomsten tussen zien. Maar als we dat wel zouden kunnen, dan zouden we begrijpen dat ze meestal dezelfde beweging maken: een harmonische beweging. Om de eigenaardigheden en de alomtegenwoordigheid van harmonische bewegingen te kunnen waarderen, moeten onze ogen gedreven zijn, onze aandacht gefocust zijn, en onze gedachten er actief bij betrokken zijn. Onze belangstelling zal vooral effectief zijn als we naast rationeel ook emotioneel betrokken zijn.

Neem de film:
["The Swing" op het Youtube TEMI-kanal](#)

We zien een kind dat begrijpt dat zijn benen op een precieze frequentie moeten bewegen om de schommel te laten oscilleren. Tot de laatste formule vertelt de film een verhaal dat op het eerste gezicht niets met wetenschap te maken heeft. We voelen mee met het verdrietige kind en we zijn geïnteresseerd in hoe het verhaal zich zal ontwikkelen. De film maakt je niet alleen emotioneel betrokken, maar ook op een ander niveau. Als leerlingen een film zoals deze bekijken, zal het voor de docenten makkelijker zijn om gedwongen harmonische oscillaties te introduceren. Het idee zou dan namelijk al in het geheugen van de leerlingen zitten, dankzij de kracht van afbeeldingen. Goede filmpjes zijn belangrijk bij het lesgeven; maar wetenschappelijk theater kan nóg krachtiger zijn dan filmpjes. Theater heeft namelijk meer ingrediënten om de aandacht van mensen te trekken en om vragen

bij ze op te roepen. Theatervoorstellingen worden in het donker gedaan en het publiek bekijkt het in stilte, zonder afleiding. Dezelfde ingrediënten – **lichten, donker, muziek en stiltes** – kunnen helpen om de wetenschap die gepresenteerd wordt te belichten. Zo hebben leerlingen meer mogelijkheden om nieuwe dingen te leren en om over wetenschappelijke thema's na te denken vanuit verschillende perspectieven en op verschillende niveaus. Als experimenten worden gepresenteerd, zijn er gegarandeerd geen kunstmatige effecten, want het vindt plaats in het theater, niet in een bioscoop. Het publiek kan met eigen ogen zien wat er echt gebeurt op het toneel.

Verschillende **theatertechnieken** kunnen worden gebruikt om een natuurkundig experiment te belichten. Welke techniek gebruikt wordt, hangt af van de emotionele inhoud die men eraan toe wil voegen. Bijvoorbeeld het concept van krimpen en uitzetten van gassen, afhankelijk van temperatuur, kan worden gedemonstreerd door middel van een spectaculair experiment (bekijk bijvoorbeeld een stukje uit de show Alice in Engergyland op het Youtube TEMI-kanaal) of door een kleine activiteit (uit de show "Let's Throw Light on Matter" op het Youtube TEMI-kanaal).

Het bovengenoemde voorbeeld laat zien hoe theater gebruikt kan worden bij TEMI: als extra hulpmiddel voor het presenteren van mysteries, om leerlingen te interesseren, en om ideeën in het geheugen van de leerlingen op te slaan.

Theater wordt ook gebruikt bij TEMI-taken waarbij aan docenten of leerlingen wordt gevraagd om een belangrijk aspect van een probleem te benoemen en dit vervolgens te belichten in een twee minuten durend filmpje. Het belang van deze aanpak ligt bij het **maken van het filmpje**. Deelnemers moeten een script schrijven dat wetenschappelijk correct is en focust op de hoofdpunten van het gekozen onderwerp. Daarnaast moet het ook emoties

overbrengen, zoals antwoorden op de vragen: 'waar kan ik dit fenomeen in het echt tegenkomen?'; 'waarom is dit fenomeen belangrijk voor me?'; 'hoe is het gelinkt aan de rest van het landschap?'; 'heb ik een relevante persoonlijke anekdote te vertellen?'

Niet alleen docenten, maar ook leerlingen kunnen hun showmanshipvaardigheden verbeteren. Dit is ook een praktische aanpak voor het geleidelijk overdragen van de verantwoordelijkheid van het leren naar de leerlingen – het onderwerp van het volgende hoofdstuk.

4 Geleidelijke Loslating van Verantwoordelijkheid (GLV)

Het Leerlingmodel


Niveaus van onderzoek en leertijd

De TEMI-methode laat docenten **de verantwoordelijkheid van leren geleidelijk loslaten en overdragen aan de leerlingen**. Door middel van een reeks verschillende onderzoeksniveaus wordt de leerling beter

in staat om zijn/haar eigen onafhankelijke onderzoek te doen. De ondersteuning van de docent wordt anders: minder instructief en flexibeler. Dit kan voor veel docenten ongewoon overkomen, maar onderzoekend leren biedt leerlingen naast een beter begrip ook een sterkere wetenschappelijke aanpak in de studie van de wetenschap.

Er zijn verschillende onderzoeksniveaus in wetenschapseducatie – van het eerste niveau, waar de docent elk aspect richting geeft, tot het hoogste niveau, waar de leerling alles zelf doet. Het doel van onderzoekend leren is om de leerlingen door deze niveaus te loodsen. Dat gaat van gesloten onderzoek dat door de docent wordt gestuurd, naar open-einde onderzoek. De leerlingen hebben hierbij intellectuele en praktische vaardigheden nodig om onderzoekers te worden.

Banchi en Bell (2008) bespreken **vier niveaus van onderzoekend leren in wetenschapseducatie**: bevestigend onderzoek, gestructureerd onderzoek, begeleid onderzoek en open onderzoek.



Niveau	Aard van onderzoek	Vraag	Methode	Antwoord
①	Open einde	Leerling	Leerling	Leerling
②	Begeleid	Docent	Leerling	Leerling
③	Gestructureerd	Docent	Docent	Leerling
④	Bevestiging	Docent	Docent	Docent

TABEL 2

De vier onderzoeksniveaus

Het is voor veel leerlingen aanvankelijk een uitdaging om vragen te stellen die te onderzoeken zijn op school. Docenten moeten met de leerlingen overleggen wat 'goede' vragen zijn. Het wordt aanbevolen dat docenten van tevoren een *niveau 2* of *3* onderzoek uitvoeren, en daarna opletten op de vervolgvragen van de leerlingen over hetzelfde thema. Deze vragen kunnen worden verzameld in de klas in een doos, op een prikbord of op het bord en ze kunnen worden gebruikt wanneer een *niveau 4* onderzoek wordt gedaan in een andere les. Martin-Hansen (2002) noemt dit gekoppeld onderzoek.

TABEL 3

De vier onderzoeksniveaus



01 | Bevestigingsniveau

Bij het bevestigingsniveau worden de vraag en de procedure (de methode) aan de leerlingen gegeven en zijn de resultaten van tevoren al bekend. Bevestigingsonderzoek is handig als het doel van de docent is om een eerder geïntroduceerd idee te versterken, om leerlingen ervaring op te laten doen met onderzoek, of om leerlingen een specifieke onderzoeksvaardigheid te laten uitproberen, zoals het verzamelen en opnemen van data.



02 | Gestructureerd niveau

Bij het gestructureerde niveau geeft de docent de vraag en een gedetailleerde procedure, maar de leerlingen moeten zelf een verklaring geven, gebaseerd op het bewijs dat ze hebben verzameld. Zij zijn verantwoordelijk voor het ontdekken van het antwoord. De docent biedt ondersteuning of materiaal waardoor de leerlingen een gevoel van 'dit-kan-ik' ervaren als ze op dit niveau werken.



03 | Begeleid niveau

Bij het begeleidende niveau geeft de docent alleen de onderzoeksvraag aan de leerlingen. De leerlingen bedenken zelf de procedure (methode) die verkend moet worden, testen hun vragen en delen de uitkomsten. Dit type onderzoek vergt meer van de leerlingen dan gestructureerd onderzoek. Het is daarom het meest succesvol als de leerlingen vele mogelijkheden hebben gehad om te leren, te oefenen, experimenten te plannen, en data op te nemen en te analyseren. Hoewel docenten hier minder instructies geven, bieden ze een stappenplan voor het proces waar dat nodig is. Ook bereiden ze lijsten met benodigde materialen voor zodat leerlingen dit niveau van onderzoek aan kunnen.



04 | Open niveau

Bij het vierde en hoogste niveau van onderzoek hebben de leerlingen de meeste mogelijkheden om zich als wetenschapper te gedragen. Die werken vaak door hun eigen vragen te bedenken of door vragen van anderen te beantwoorden. Daarnaast bedenken ze onderzoeken en voeren die uit, waarna ze de resultaten delen. Dit niveau vereist gevorderde vaardigheden in wetenschappelijk denken en kan vaak een grote cognitieve aandacht eisen van de leerlingen.

Verschuiving van showmanship

Leerlingen als presentatoren (docent als begeleider)

Een andere aanpak om showmanship bij de onderzoeksactiviteiten toe te passen is om de leerlingen voor de klas te laten presenteren. Hierbij wordt de verantwoordelijkheid van het leren overgedragen en krijgen leerlingen meer autonomie bij het leren. De docent is dan zeggend een regisseur. Leerlingen kunnen bepaalde of algehele vrijheid krijgen wat betreft de activiteit, maar het is heel belangrijk om de regels door te nemen voordat er met de activiteit wordt begonnen. Het is ook belangrijk om leerlingen eraan te herinneren dat hoewel ze een drama-activiteit doen, het nog wel onderdeel is van de wetenschapsles met duidelijke leerdoelen.

Hieronder staan twee voorbeelden die aangeven hoe showmanship geïntroduceerd kan worden in onderzoeksactiviteiten waarbij de leerlingen actief betrokken zijn. Hier wordt een voorbeeld gegeven van showmanshipverschuiving en het gebruik daarvan bij het overdragen van verantwoordelijkheid. De **Chemische Klok**-activiteit bestaat uit twee doorzichtige vloeistoffen die, als ze bij elkaar worden gevoegd, na een tijdje zwart worden. Dus de twee doorzichtige vloeistoffen blijven helder, maar ineens, zonder verdere handelingen, worden ze na een paar seconden zwart. Er zijn manieren waarop showmanship deze activiteit kan verbeteren en wat er ook voor zorgt dat leerlingen hun autonomie bij het leren verkennen. Om te beginnen worden leerlingen in werkgroepen ingedeeld en kunnen ze het fenomeen uitproberen. Docenten vragen dan aan de leerlingen om hun experiment voor te bereiden en aan de klas te demonstreren. Wat de leerlingen niet weten is dat elk groepje verschillende mengsels heeft gekregen. De hoeveelheden reactant zijn verschillend per groepje, waardoor de oplossingen na verschillende tijden zwart worden. Het resultaat is een **'kleurxylofoon'**. Aan de ene kant belicht de xylofoon het mysterieuze fenomeen, en aan de andere kant roept het de vraag op waardoor de vertraging in kleurverandering wordt veroorzaakt. In dit geval speelt de docent de rol van regisseur omdat hij/zij ervoor moet zorgen dat de leerlingen in de goede volgorde staan, en dat alle groepjes de oplossingen op hetzelfde moment mengen. De docent moet ook besluiten hoe en óf hij/zij commentaar gaat geven over het experiment tijdens de presentatie.

In een meer gevorderde versie van deze activiteit, waarbij de leerling het leren meer zelf in handen neemt, vraagt de docent aan de leerlingen om hun favoriete liedje te kiezen. Van dit liedje moeten ze vervolgens een belangrijk deel vinden (bijvoorbeeld: de muziek wordt harder, het zingen begint, een solo

begint). Dan moeten ze een manier bedenken om hun experiment op het goede moment te doen, zodat de oplossing zwart wordt tijdens dat belangrijke deel van het liedje. Om dit voor elkaar te krijgen, moeten de leerlingen het vaak opnieuw doen om de demonstratie goed te kalibreren. Ze moeten hiervoor een kalibratiecurve maken, leren om die te gebruiken en hun experiment meerdere keren uitproberen voordat ze het aan de klas presenteren. Na een korte uitleg over het fenomeen kan aan de leerlingen worden gevraagd om een klein toneelstukje te verzinnen dat de uitleg weergeeft. Dit zorgt ervoor dat ze de uitleg van het fenomeen in zich op kunnen nemen en dat ze een creatieve manier kunnen bedenken om het te presenteren. Showmanship helpt de leerlingen om na te denken over de verschillende aspecten van het fenomeen. Het helpt de docent om het begrip van de leerlingen te meten terwijl er daarbij ruimte ontstaat voor verdere discussie. Eén groep koos bijvoorbeeld om het fenomeen te demonstreren op de volgende manier: een aantal leerlingen liep de klas binnen met opgeblazen ballonnen (zij geven de zwarte kleur aan). Deze ballonnen werden snel lek geprikt door een ander groepje leerlingen met punaises. Echter, de eerste groep (de 'ballonners') waren ver in de meerderheid tegenover de andere groep (de 'prikkers'). Dus na een tijdje raakte de klas gevuld met ballonnen maar werden ze niet lek geprikt – dit is de opstapeling van de zwarte kleur. Hoewel dit geen perfecte metafoor is, dient het wel als een goede basis voor discussie. Het bespreken van de grenzen van het model helpt ook bij het verfijnen van het begrip van de leerlingen over het fenomeen.



Waar u aan moet denken bij het verschuiven van de verantwoordelijkheid van het leren

- ① Op welk niveau begint uw klas? Waar baseert u dit op? Hoe ver kunt u met ze gaan? Plan de stappen maar zorg ervoor dat u feedback krijgt op hun vooruitgang tijdens de evaluatiefase.
- ② Besluit van tevoren welke vragen u zal beantwoorden, welke u zal beantwoorden met een andere vraag, en welke u niet zal beantwoorden.
- ③ Het verschuiven van showmanship kan, zoals eerder is besproken, een makkelijke, natuurlijke en effectieve manier zijn om de verschuiving vanaf het laagste niveau te beginnen.

☞ Tot slot

Hopelijk heeft dit boek u een goede introductie gegeven van de TEMI-methode, de vier vernieuwingen, manieren waarop u leerlingen kan helpen om betere, onafhankelijke leerders te worden, en strategieën voor het ontwikkelen van de vaardigheden die nodig zijn voor het gebruiken van mysteries bij het onderzoekend leren. Aan het eind van dit boek is een lijst opgenomen met bronnen voor meer informatie. De TEMI-website biedt nog meer materialen, het Mysterie van de Maand en smartphone-applicaties om in de klas te gebruiken. We denken dat lesgeven met de TEMI-methode de leerlingen meer betreft bij de les, waardoor het lesgeven meer impact geeft. We hopen dat u het met ons eens zult zijn nadat u deze methode zelf heeft geprobeerd.

Het TEMI-team





Dankwoord en verder leesmateriaal

Dit boek is geschreven met bijdragen van het gehele **TEMI-projectteam** maar we willen graag de volgende personen bedanken voor hun input: **Johanna Dittmar en Ingo Eilks** voor de mysteries; **Rachel Mamlok-Naaman, Malka Yayon, Ran Peleg, Avi Hofstein, David Fortus** en **Dvora Katchevich** voor het hoofdstuk over het presenteren van mysteries; **Peter Childs, Tony Sherborne** en **Julie Jordan** voor de 5E-cyclus en GLV; **Marina Carpineti** en **Marco Giliberti** voor het hoofdstuk over wetenschappelijk theater; **Cristina Olivotto** voor de editing. **Peter McOwan** coördineerde dit boekproject.



Verder leesmateriaal dat nuttig is

Voor het vinden van voorbeelden van mysteries:

www.chemicum.com/chemistry-videos/ www.video.about.com/chemistry/
www.illusionengineering.org
stwww.weizmann.ac.il/g-chem/temi/movies.html

Geselecteerde websites van winkels voor het opdoen van ideeën:

www.stevespanglerscience.com/
www.thinkgeek.com/geektoys/
www.sciencetoy maker.org/

U kunt meer leren over het verhaal van James en het zeezand, en voorbeelden van mysteries vinden op het Youtube TEMI-kanaal en op de TEMI-website.

<https://www.youtube.com/channel/UC62-j3UpwF-Z5yh84umnxIQ>
<http://teachingmysteries.eu/nl/>



Boeken die nuttig zijn voor het maken van uw eigen mysteries

Chemical Curiosities

Herbert W. Roesky and Klaus Möckel
Wiley
ISBN 3527294147 (1996)

**Even More Everyday Science Mysteries:
Stories for Inquiry-Based Science Teaching**
Richard Konicek-Moran
National Science Teachers Association
ISBN 1933531444 (2009)

**Everyday Science Mysteries: Stories
for Inquiry-Based Science Teaching**
Richard Konicek-Moran
National Science Teachers Association
ISBN 1933531215 (2008)

Mark Wilson's Complete Course in Magic
Mark Wilson
Running Press – U.S.
ISBN 0762414553 (2003)



**The McGraw-Hill Big Book of Science
Activities: Fun and Easy Experiments for
Kids**
Robert Wood
McGraw-Hill Education – Europe
ISBN 0070718733 (1999)

Ik leer goochelen
Pasqual Romano
Deltas Centrale uitgeverij
ISBN 9789044726152

**25 Nieuwe Wetenschappelijke
Experimenten Voor Huis, Tuin En Keuken**
Jos van den Broek en Anne S. Schulp
Veen Magazines
ISBN 9789085710035

Einstein voor kids
Frank van Ark en Gina Lambers
Forte uitgevers B.V.
ISBN 9789058774699



Het 5E-model en geselecteerde onderwijsliteratuur

Banchi, H., Bell, R. (2008)

The many levels of inquiry
Science and Children, 46(2), 26-29

Bruner, J. (1985)

Narrative and paradigmatic modes of thought, 97 - 115. In *Learning and teaching the ways of knowing*
E. Eisner (ed.)

National Society for the Studies
of Education (NSSE)
ISBN: 9780226600871

Bruner, J. (1991)

The narrative construction of reality
Critical Inquiry, 18(1), 1-21

**Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A.,
Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook,
A., & Landes, N. (2006)**

The BSCS 5E instructional model:
Origins and effectiveness

European Commission (2007)

Science education now: A renewed pedagogy
for the future of Europe



Martin-Hansen, L. (2002)

Defining inquiry. Exploring the many types of
inquiry in the science classroom.
The Science Teacher, 69(2), 34-37

Sherborne, T. (2014)

Enquiry & TEMI CPD: Enquiry based
science education & continuing professional
development (CPD)

[www.teachingmysteries.eu/wp-content/
uploads/2013/12/Enquiry-CPD.pdf](http://www.teachingmysteries.eu/wp-content/uploads/2013/12/Enquiry-CPD.pdf)

Wellcome Trust (2012)

Perspectives on education:
Inquiry-based learning

[www.wellcome.ac.uk/stellent/groups/
corporatesite/@msh_peda/documents/web_
document/wtvm055190.pdf](http://www.wellcome.ac.uk/stellent/groups/corporatesite/@msh_peda/documents/web_document/wtvm055190.pdf)

Graft, M. van & Kemmers, P. (2007)

Onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur
en techniek. Den Haag: Stichting Platform
Bèta Techniek.

Onderzoekend leren stimuleren

Vincent Donche en Jetje de Groof
Uitgeverij Acco
ISBN: 9789033488078

Leren is onderzoeken

Kristof Van de Keere en Stephanie Vervae
LannooCampus
ISBN 9789401412766



Beter leren door onderzoek. Hoe begeleid je onderzoekend leren van leerlingen?
 Marijn Tanis, Marjolein Dobber, Rosanne Zwart en Bert van Oers Faculteit der Psychologie en Pedagogiek, Vrije Universiteit Amsterdam (2014)
http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/2014_oers_onderzoekendleren.pdf

Leidraad onderzoekend en ontwerpend leren
 Remke Klapwijk en Eveline Holla
 Wetenschapsknooppunt Zuid-Holland
<http://www.wetenschapsknooppuntzh.nl/uploads/Leidraad-onderzoekend-en-ontwerpend-leren-Wetenschapsknooppunt-ZH.pdf>



Het TEMI-consortium

Coördinator, App- & Website- Ontwikkeling, Impact Evaluatie



CNOTINFOR
 Portugal



Queen Mary,
 Universiteit van Londen
 VK



TRACES
 Frankrijk

Promotie, Verspreiding en Netwerken



Sterrenlab
 Nederland

Docententrainingscentra



Charles Universiteit
Tsjechië



Buskerud en Vestfold
University College
Noorwegen



Universiteit Leiden
Nederland



Sheffield Hallam
Universiteit
VK



Universiteit van Milaan
Italië



Universiteit van Bremen
Duitsland



Universiteit van Limerick
Ierland



Universiteit van Wenen
Oostenrijk



Weizmann
Wetenschapsinstituut
Israël



Het onderzoeksproject is gefinancierd door het Zevende Kaderprogramma van de Europese Commissie (FP7/2007-2013) onder beursovereenkomst No. 321403, teachingmysteries.eu

FP7-Science-In-Society-2012-1, Beursovereenkomst N. 321403



Mede gefinancierd door het Zevende
Kaderprogramma van de Europese Commissie