

Creatief in de klas met natuurwetenschappen

De leraar als hefboom voor een originele aanpak

Creatief in de klas met natuurwetenschappen

De leraar als hefboom voor een
originale aanpak

Bea Merckx
Jan De Lange
Thomas Remerie
Kirsten Devlieger



ACADEMIA
PRESS

De auteurs van dit boek zijn medewerkers van de Arteveldehogeschool en maken deel uit van het ODC Quest:



De auteurs wensen de volgende personen en adviesgroepen te bedanken:

- De deelnemende scholen en leraren, met name Simon De Smet (Sint-Jozefinstituut, Kontich), Christophe Vermeyen (Sint-Jozefinstituut, Kontich), Tom Lambert (Sint-Jozefinstituut, Borsbeek), Dirk Brys (Berkenboom, Sint-Niklaas), Vanessa Kenis (Leonardo Lyceum, Antwerpen), Nathalie Van den Brande (Scholengemeenschap Noord, Deurne), Marleen Somers (Scholengemeenschap Noord, Deurne) en Peggy De Vos (IKSO, Denderleeuw).
- De deelnemers van de expertencommissie en de begeleidingscommissie.
- Daarnaast wensen we ook Tom Lambert en Hilde Van Houte te bedanken voor het nalezen en redigeren van de teksten.

© Academia Press
P. Van Duyseplein 8
9000 Gent
Tel. 09 233 80 88 Fax 09 233 14 09
info@academiapress.be www.academiapress.be

Uitgeverij Academia Press maakt deel uit van Lannoo Uitgeverij,
de boeken- en multimediativisie van Uitgeverij Lannoo nv.

Bea Merckx, Jan De Lange, Thomas Remerie, Kirsten Devlieger
Creatief in de klas met natuurwetenschappen
De leraar als hefboom voor een originele aanpak
Illustraties: Hendrik Gheerardyn, meer werk van Hendrik is te vinden op hendrikgheerardyn.com
Vormgeving: Press Point.be
Cover: Press Point.be

Gent, Academia Press, 2016, 124 p.

ISBN 978 90 382 2478 7
D/2016/4804/058
NUR1 910

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

INHOUD

1	Creativiteit in onderwijs	1
1.1	Wat is creativiteit?	3
1.2	Mythes over creativiteit	5
1.3	Wetenschap en creativiteit?!	6
1.4	Creativiteit in onderwijs?	11
	Is creativiteit in wetenschap anders dan in kunst?	12
1.5	Wie is creatief?	15
	Heeft leeftijd een invloed op creativiteit?	17
	Creatief meisje? Creatieve jongen?	18
1.6	Wat helpt creativiteit te ontplooiën in de klas?	18
	Respect, humor, sfeer en dialoog in de klas	19
	Falen is positief!	21
	Zuurstof voor ideeën (tijd en ruimte)	21
	Voedsel voor creativiteit	22
	Ga naar buiten!	23
	De pedagogische omgeving: eigenaarschap, echtheid en doelgerichtheid	23
	De rol een speelse aanpak	24
1.7	De rol van de leerkracht bij het stimuleren van creativiteit	24
1.8	Creativiteit in de schoolvisie...	29
1.9	Creativiteit meten	31
1.10	Creativiteit evalueren?	32
	Hoe kan je creativiteit in wetenschapsonderwijs waarnemen?	33
1.11	Creativiteit bij wetenschapsonderwijs?	36
	De aard van wetenschap (The nature of science)	38
	Creativiteit bij de onderzoekende aanpak (Inquiry Based Science Education of IBSE)?	41

2	Het creatieve denkproces	45
2.1	Stap 1: De voorwaarden van het creatieve denkproces vooraf bespreken met de leerlingen	46
2.2	Stap 2: Het doel van de brainstorm afbakenen	47
2.3	Stap 3: Een creatieve brainstorm: een massa ideeën genereren (divergeren)	48
2.4	Stap 4: Ideeënselectie (convergeren)	52
2.5	Stap 5: Ideeën vorm geven, reflectie en bijsturen	55
3	Inspiratiemateriaal: wetenschappelijke activiteiten die creativiteit vragen en/of ontwikkelen?	57
3.1	Creatieve activiteiten i.v.m. de aard van wetenschap (Nature of Science of NoS)	57
	Wat zie je? Wat observeer je? Wat besluit je?	57
	Wat wil je leren	
	Een model creëren als verklaring van de werkelijkheid?	61
3.2	De onderzoekende aanpak (IBSE)	63
	Open versus gesloten onderzoek	63
	Wat zie je? (Creatief observeren)	65
	Wat wil je weten? ((Onderzoeks)vragen stellen)	66
	Wat is jouw idee? (Hypothesen formuleren)	69
	Hoe kan je jouw idee onderzoeken? (een proef(opstelling) bedenken)	70
	En nu...? (Uitvoeren en evalueren)	71
3.3	Probleemoplossend denken	72
3.4	Nog meer creatieve leeractiviteiten bij wetenschap	73
	Vrije associatie, op zoek naar meerdere voorbeelden en ideeën	74
	Laat je verbeelding werken: verzin analogieën en metaforen	74
	'Wat als...?'	75
	Cross-disciplinaire en meervoudige intelligentie	75
	Verklaren	76
	Beeld je andere standpunten in	77
4	Uitgewerkte casussen	79
4.1	Casus: de (compost)worm (IBSE)	79
	Observeren	80
	Onderzoeksvragen stellen	82
	Hypothesen formuleren	87
	Proefopstelling bedenken	88

Uitvoeren en interpreteren	90
Voorstellen resultaten, dialoog en discussie	90
4.2 Casus: polydensiteitsfles (IBSE en probleemoplossend denken)	90
Divergeren: zo veel mogelijk (onderzoeks)vragen formuleren	91
Convergeren: welke (onderzoeks)vragen selecteren we	94
Proefopstelling bedenken	97
Evaluatie van de proef en eventuele bijsturing van het proces	101
4.3 Casus: de water-maak-machine ('Nature of Science')	102
4.4 Casus: probleemoplossend denken: het scheiden van mengsels	104
5 Kortom	109
Literatuurlijst	111
Bijlage 1 Must reads! Geannoteerde literatuurlijst	115
Bijlage 2 Tips om tot een schoolvisie rond creativiteit te komen	117
Bijlage 3 Vaak voorkomende denkfouten of drogredenen	119

1 Creativiteit in onderwijs

If at first, the idea is not absurd, then there is no hope for it

[Albert Einstein]

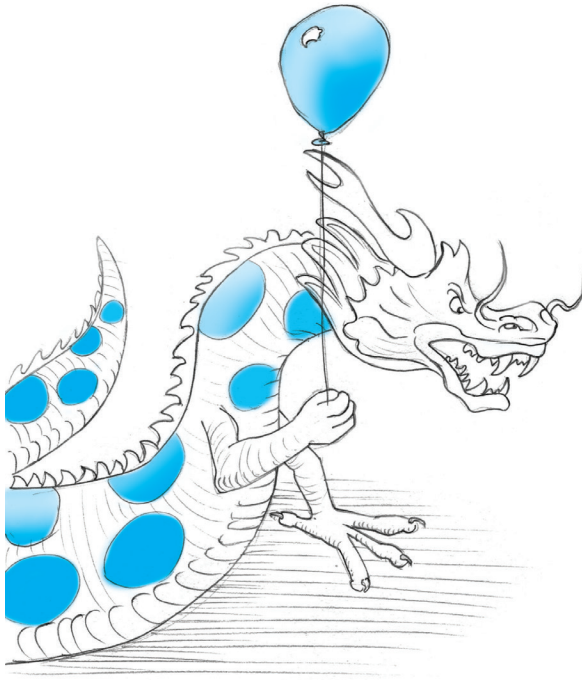
Creativiteit lijkt een modewoord. Met de regelmaat van de klok verschijnen er nieuwe boeken over creativiteit: creativiteit in het onderwijs, creativiteit als innovator in de bedrijfswereld, creativiteit hoe en waarom. Waarom is er dan nog een boek nodig over creativiteit bij natuurwetenschappen?

Eenzijds willen we met dit boek afstappen van het beeld dat creativiteit iets is dat alleen behoort tot het muzische, het literaire of de kunstwereld. In dit boek tonen we niet alleen aan dat creatief denken onmisbaar is voor wetenschap, maar dat het ook in wetenschapsonderwijs zijn plaats verdient en tot rijker onderwijs leidt.

Anderzijds merken we dat leraren natuurwetenschappen graag hun leerlingen willen aanzetten tot meer creativiteit, maar dat ze inspiratie zoeken om dit effectief een plaats te geven. In dit boek willen we concreet ingaan op deze vraag en inspiratie bieden met in de praktijk geteste voorbeelden.

Deze indeling is ook terug te vinden in het boek: in het eerste deel geven we de wetenschappelijke inzichten kort weer. Het tweede deel behandelt enkele algemene methodieken in verband met creativiteit en in het derde deel gaan we aan de slag met concrete praktijkvoorbeelden die, al dan niet in aangepaste vorm, toepasbaar zijn in de klas.

Dé persoon die vaak gelinkt wordt aan wetenschap én creativiteit, is Albert Einstein. Hem als voorbeeld aanhalen is clichématig, helemaal niet origineel, laat staan creatief, maar de inzichten en voorbeelden die we willen meegeven in dit boek sluiten zo sterk aan bij zijn quotes, dat we niet anders kunnen dan naar hem te verwijzen. Zijn ideeën over creativiteit en verbeelding vormen een inspiratiebron over hoe je creativiteit op een zinvolle manier kan inzetten bij wetenschap én in een onderwijscontext. Doorheen dit boek zal je dan ook vaak quotes van hem en andere (creatieve) wetenschappers vinden. ‘Creatieve’ staat tussen haakjes omdat het in onze ogen een pleonasme is: elke goede wetenschapper is volgens ons een creatieve wetenschapper.



Vind je dit een creatieve creatie? Waarom wel?

Vind je dit creatief? Waarom wel? Waarom niet?

Wat is voor jou creativiteit?

1.1 Wat is creativiteit?

Creativity is intelligence having fun

[Albert Einstein]

Creativiteit kent vele vormen en definities. Creativiteit wordt vaak gezien als het talent om nieuwe dingen te verzinnen. Deze omschrijving laat veel ruimte: veronderstel dat iemand een boze Chinese draak verzint met blauwe bollen, een ballon en een hoog stemmetje. Is dit creatief? Het is heel goed mogelijk dat niemand eerder op dit idee kwam. Maar wat kan je aanvangen met dit idee? In het kader van een kinderboek kan dit creatief zijn. Wanneer iemand echter een idee verzint maar er verder niets mee doet, is dit dan creatief? In dit boek willen we daar een element aan toevoegen: het idee moet niet alleen nieuw zijn, het moet ook passend zijn. Creatieve mensen hebben niet alleen verbeelding maar zijn ook doelgericht. Hun creativiteit is gericht op het bereiken van een doel.³¹ We volgen daarbij de definitie van Sternberg & Lubart (1999):

‘Creativiteit is het vermogen om werk te produceren dat zowel nieuw (d.w.z. origineel, onverwacht) als passend (d.w.z. nuttig en aangepast aan de vooropgestelde taak of het vooropgestelde probleem) is.’

Welke kenmerken heeft een creatief persoon? Is creativiteit een eigenschap van de *happy few* of is dit leerbaar volgens jou?

Kijk om je heen: welke dingen zijn het resultaat van iemands creatieve denkproces? Waarom vind je ze creatief?

Daarbij willen we aanvullen dat het begrip creativiteit ook afhankelijk is van de groep of de context waarbinnen het creatieve proces zich afspeelt.² In de literatuur spreekt men van creativiteit met een kleine ‘c’ (binnen een bepaalde groep en

een bepaalde context) en creativiteit met een grote 'C' (innovatieve, nooit eerder bedachte oplossingen of nieuwe inzichten in wetenschappen). Creativiteit met de grote 'C' wordt gezien als het meest waardevolle, dat leidt tot nieuwe grote inzichten of de omwenteling binnen een bepaalde discipline.¹⁵ Bij voorbaat lijkt deze vorm van creativiteit beperkt te zijn tot het leven van volwassenen. Binnen wetenschap wordt dit gelinkt aan het 'genie'.¹⁵ Volgens deze definitie ligt creativiteit niet binnen de mogelijkheden van de gewone mens of van leerlingen. Wanneer de definitie van creativiteit beperkt zou blijven tot grote innovaties of inzichten, zou men kunnen besluiten dat kinderen niet echt creatief zijn. Dit druist in tegen onze intuïtie. Daarom willen we creativiteit met de kleine 'c' de alledaagse inventiviteit van leerlingen die ons aan het lachen brengt of ons leven eenvoudiger maakt een plaats geven in onderwijs.¹⁵ Natuurlijk zijn er kinderen of jongeren die tot grote innovaties komen, zoals de 11-jarige scholier die een nieuw type zandzak ontwikkelde dat door het gebruik van polymeren een betere bescherming biedt tegen overstromingen in kustgebieden. Of de 15-jarige scholier die een nieuwe test ontwikkelde om pancreaskanker sneller op te sporen. Of de Nederlandse scholier die een manier bedacht om de plastic soep in de oceanen aan te pakken. Via crowdfunding heeft hij al enkele miljoenen dollars opgehaald om zijn project vorm te geven. Met dit boek claimen we niet dat we creativiteit met een grote 'C' zullen bereiken bij leerlingen, maar onze aanpak zal alleszins creativiteit met de kleine 'c' stimuleren. Wat we binnen een klas als een creatieve oplossing zien, is een oplossing die al langer gekend is en dus niet innovatief is in het werkveld, maar wel inventief is binnen de klasgroep. Creativiteit met de kleine 'c' is overal te vinden en behoort tot ieders mogelijkheden.⁹ Creativiteit met de kleine 'c' is gekoppeld aan mogelijkheden zien om een taak op een eenvoudigere manier op te lossen, het gaat over het beleven van een 'aha'-moment wanneer een leerling voor het eerst twee losstaande concepten met elkaar verbindt. Dit type associatief en creatief denken kan aangeleerd worden door hier expliciet aandacht aan te besteden in het onderwijs.⁹

Het is belangrijk je te realiseren dat iets creëren, niet hetzelfde is als creativiteit. Creativiteit heeft meer te maken met de kwaliteit van de ideeën die ontstaan dan met het uiteindelijke product (= creëren). Creativiteit kan deel uitmaken van langer projectwerk, maar evenzeer van een korte overlegsessie.³¹

Wat is de rol van kennis bij creativiteit? Dat is nog niet duidelijk. Sommige onderzoeken tonen aan dat extreme expertise creativiteit kan verhinderen. Aan de andere kant is het niet duidelijk hoeveel expertise precies nodig is om creatief te zijn.¹³ Kennis en expertise zijn onbetwistbare attributen voor de creatieve geest, hoewel het niet duidelijk is hoeveel kennis er dan wel nodig is.¹³ Creativiteit is iets

anders dan kennis, maar het is er wel sterk mee verbonden. In het onderwijs is het de uitdaging om kennis te voeden zonder creativiteit te doden.³³ Vaak wordt een creatief moment tijdens de les gezien als een moment waarop er een doorbraak in het denken is. Dit is bijna altijd het resultaat van hard werk van de kant van de leerlingen.

1.2 Mythes over creativiteit¹³

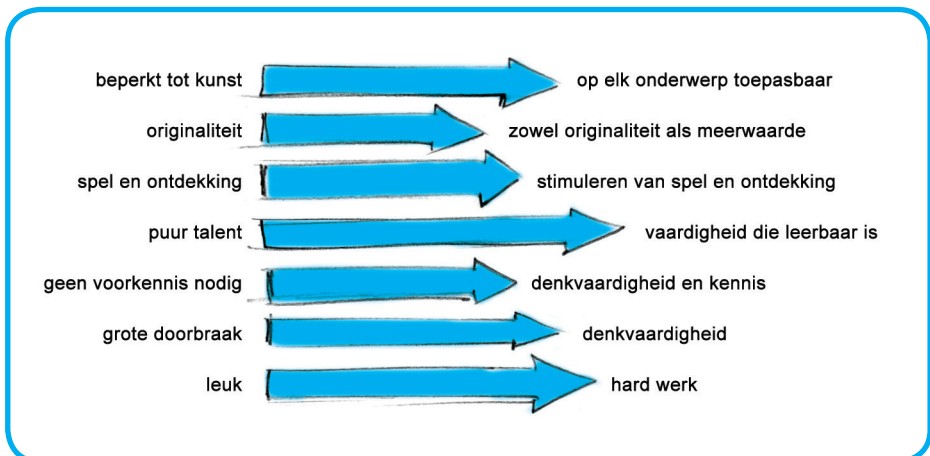
Success is 10 percent inspiration and 90 percent perspiration

[Thomas Edison]

Over creativiteit doen heel wat mythes de ronde: het beperkt zich tot kunst, het is voorbehouden voor de happy few, vraagt weinig werk en komt spontaan, enz.

Daar ligt een belangrijke taak van het onderwijs: het ontcrachten van deze mythes door aandacht te besteden aan het creatieve denkproces. Onderzoek toont aan dat systematisch creativiteit trainen, creativiteit stimuleert.²⁸

In de figuur hieronder worden de mythes over creativiteit geplaatst naast wetenschappelijk aangetoonde theorieën.¹³



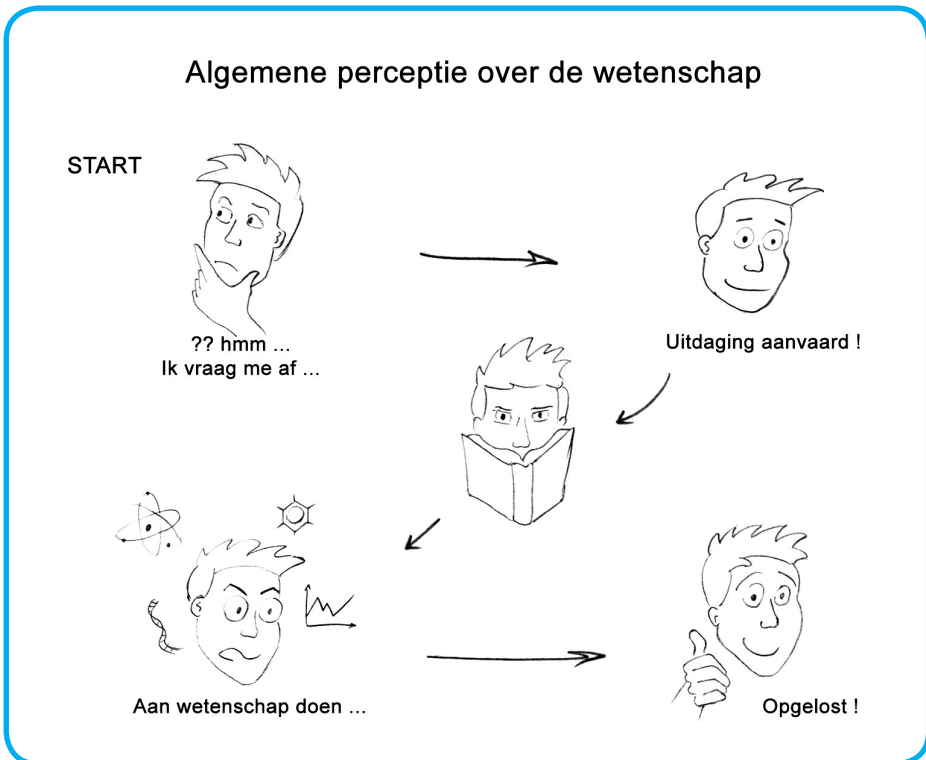
Creativiteit in onderwijs: van mythe naar bewezen theorieën.¹³

1.3 Wetenschap en creativiteit?!

Logic will get you from A to B. Imagination will take you everywhere

[Albert Einstein]

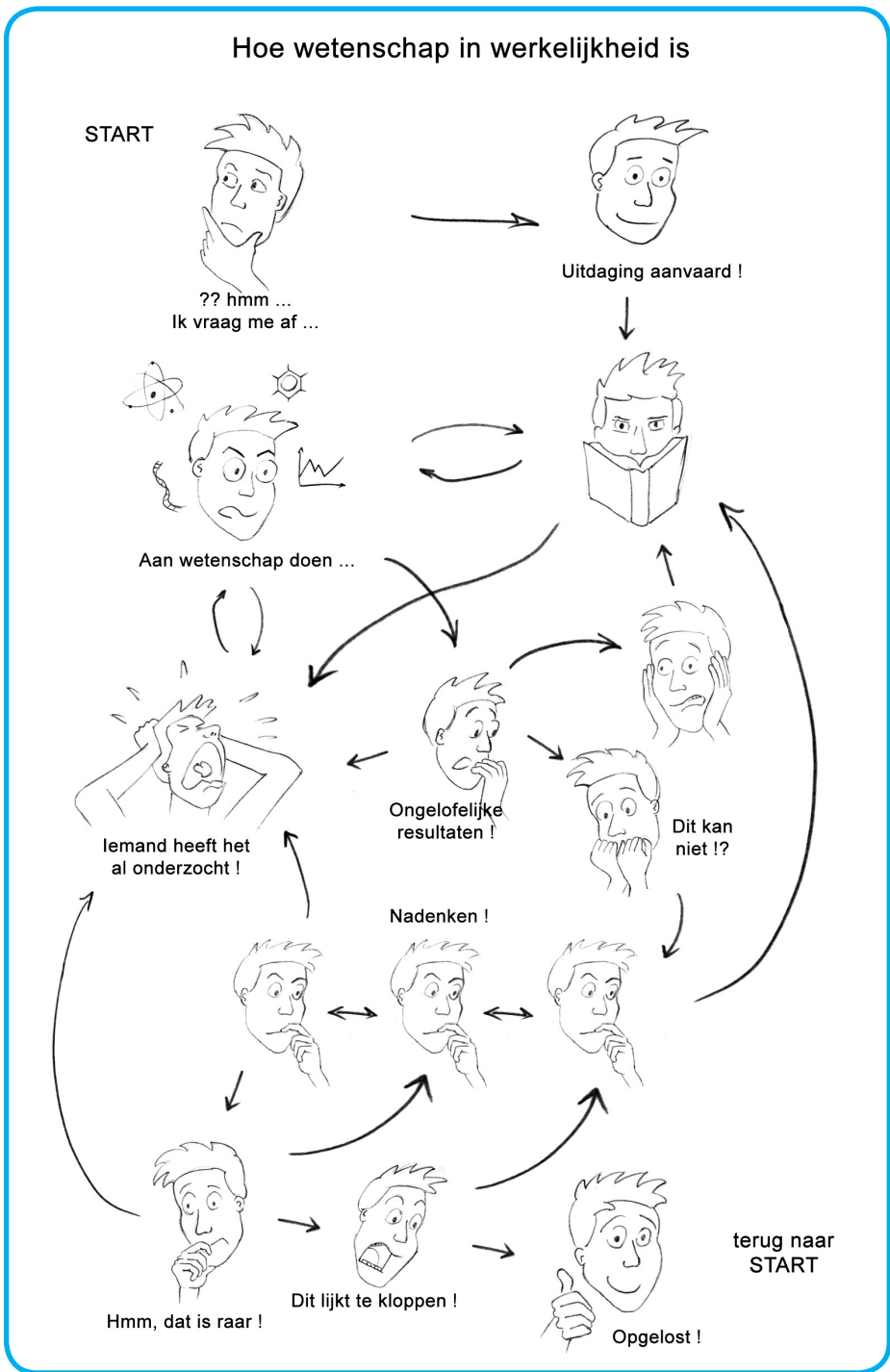
Het idee leeft soms dat wetenschap saai is en geen creativiteit vraagt. Niets is minder waar. Het idee dat wetenschap een creatieve onderneming is, is onbetwistbaar! Wetenschappelijke ideeën zijn sowieso creaties van de geest. Zoals Einstein het uitdrukte: 'Fysische concepten zijn creaties van de menselijke geest, en worden niet, ook al lijkt het zo, bepaald door de wereld.'¹⁶ De ontwikkeling van wetenschappelijke theorieën vraagt dikwijls buitengewoon fantasierijke sprongen. Naast het uitdenken van grote wetenschappelijke theorieën vraagt ook dagelijks wetenschappelijk werk (zoals onderzoeksvragen formuleren, hypothesevorming en modellering) verbeelding en creatief denken.¹⁶ Wetenschap is complex, dat klopt, maar vraagt daarom niet minder creativiteit.



Algemene perceptie over wetenschap.

Ondanks de centrale rol van creativiteit in de wetenschap wordt deze vaardigheid vaak genegeerd bij populaire voorstellingen van wetenschappers en hun werk. Het negeren van creativiteit in wetenschap geeft jongeren niet alleen een fout beeld van wat wetenschap is, maar het zorgt er ook voor dat ze zich minder zullen identificeren met wetenschappers en misschien zullen afzien van een wetenschappelijke carrière. Dit is van bijzonder belang voor leerlingen die voor het eerst ervaren wat wetenschap is en die moeten beslissen of ze later als wetenschapper aan de slag willen gaan. De basis daarvoor wordt reeds gelegd in de basisschool.³⁴ Wetenschap wordt op school vaak gereduceerd tot het aanbrengen van feitenkennis, het volgen van strikte stappenplannen tijdens onderzoek, oefeningen en vraagstukken die maar één enkele oplossing of oplossingsmethode hebben (zie de cartoon hierboven). Bovendien wordt vaak niet geuid hoe wetenschappelijke inzichten tot stand gekomen zijn en welke creativiteit daarvoor nodig is (zie de cartoon hieronder). De verhalen over hoe men de lichtsnelheid bepaalde in de 17^{de} eeuw of hoe Egypteraren de omtrek van de aarde berekenden, duiden de rol van creativiteit bij wetenschap. Indien we ons onderwijs niet aanpassen, lopen we het risico potentieel toekomstige wetenschappers te ontmoedigen omdat ze wetenschap niet interessant en boeiend vinden.³⁷

Veel wetenschappelijke publicaties tonen de resultaten van creatieve inzichten, maar het gebeurt zelden of nooit dat de oorsprong van deze creatieve ideeën beschreven worden. Wetenschappers, in hun poging om de wereld te begrijpen, spelen met ideeën, analogieën en modellering.¹⁶ Toch is verbeelding één van die begrippen waarvan het belang niet teruggevonden wordt in wetenschappelijke rapporten. Het komt enkel tot uiting wanneer wetenschappers spreken over hun leven en over de rol van de verbeelding in hun werk.¹⁶



Hoe wetenschap in werkelijkheid is.

Nochtans is dit belangrijk om inzicht te krijgen in het creatieve denkproces van wetenschappers. Daarom gaan we hier dieper in op het ontstaan van dergelijke ideeën. Uit historische verslagen van bekende wetenschappers en uitvinders blijkt dat visuele beelden een grote rol spelen in het creatieve proces. Veel innovaties werden voorafgegaan door een mentaal beeld van de oplossing.²⁸ Deze beelden zijn vaak moeilijk onder woorden te brengen en te communiceren naar anderen en hebben drie kenmerken gemeenschappelijk²⁸:

- Deze mentale beelden verschenen plots en vormden een afgewerkt geheel, ze werden dus niet langzaamaan opgebouwd.
- De resultaten verschijnen als een beeld, regelmatig benoemd als ‘in het geestesoog’. Het is een duidelijk en gemakkelijk te onthouden beeld.
- Deze inzichten komen dikwijls tijdens activiteiten die geen verband houden met de taak en wanneer wetenschappers niet bewust nadenken over het onderwerp. Het is alsof op dat moment hun rationele denken stilgezet is. Ze zijn aan het wandelen, in het vuur aan het staren of aan het rusten. Op zo’n momenten laten ze hun gedachten de vrije loop.

In de geschiedenis van de wetenschap zijn talrijke voorbeelden van dergelijke mentale beelden terug te vinden²⁸:

- Friedrich Kekulé ontdekte de moleculaire structuur van benzeen terwijl hij staarde in de vlammen van een vuur. Daar zag hij als het ware de atomen voor zijn ogen dansen. Hij stelde zich de bewegende moleculen voor als een slang die in zijn eigen staart beet. Dit beeld leidde tot de ontdekking van de ringvormige moleculaire structuur van benzeen.
- Michael Faraday visualiseerde de krachtlijnen die magneten en elektrische stromen omringen en gebruikte dit om te begrijpen hoe magnetische velden elektriciteit kunnen opwekken. Faraday had een hekel aan het gebruik van taal en schrift en had weinig wiskundige kennis.
- James Maxwell gebruikte mentale voorstellingen en concrete modellen om problemen in verband met elektromagnetische golven op te lossen.
- Op zijn 16^{de} stelde Albert Einstein zich voor dat hij op een lichtstraal reed en vroeg zich af hoe alles er zou uitzien. Dit hielp hem om na te denken over licht alsof het stilstaat. Om meer inzicht te krijgen in de snelheid van het licht, vergeleek hij hoe twee mensen, één op straat en de andere in een rijdende vrachtwagen, een lampje dat knippert in de vrachtwagen zouden zien. Op de vraag welke gebeurtenis de belangrijkste invloed had bij de ontwikkeling van de relativiteitstheorie, antwoordde Einstein: ‘Uitzoeken hoe te denken over het probleem.’

- James D. Watson gebruikte driedimensionale modellen om de DNA-molecule voor te stellen.
- Alfred Wegener bouwde zijn theorie over de beweging van de tektonische platen door zich voor te stellen hoe continenten in elkaar passen.
- Jacques Hadamard, een beroemde wiskundige, gebruikte visualisatie om problemen op te lossen. Hij vond deze gedachtenconstructies veel nuttiger dan wiskundige symbolen. Hij merkte dat deze symbolen zijn denken vertraagden. Hij dacht zelden in woorden.
- Jonas Salk ontwikkelde het poliovaccin op basis van een intuïtieve flits bij het ontwaken.
- Newton ontwikkelde zijn 'wetten van de zwaartekracht' en het concept van universele zwaartekracht toen hij twee ogenschijnlijk ongerelateerde beelden met elkaar verbond: hij zag tegelijkertijd de vallende appel en de maan aan de hemel. Hij stelde zich de vraag of dezelfde wetten toepasbaar zijn op zowel de vallende appel als de maan die rond de aarde cirkelt. Newton legde de oorsprong van zijn creativiteit als volgt uit²⁸: hij loste moeilijke wetenschappelijke problemen op 'door er voortdurend bij stil te staan' en schreef zijn successen toe aan het feit dat hij 'stond op de schouders van reuzen.' Zijn 'geïnspireerde' resultaten waren het gevolg van alledaagse activiteiten.

Daarnaast speelt de tijdsgeest ook een belangrijke rol: wanneer verschillende mensen tegelijkertijd aan een probleem werken, is de kans op ontdekkingen groter. Er zijn veel voorbeelden te vinden van wetenschappers die onafhankelijk van elkaar grote ontdekkingen deden.¹⁹ Denken we maar aan Darwin en Wallace die quasi gelijktijdig een gelijkaardige evolutietheorie formuleerden; of François Englert, Robert Brout en Peter Higgs die in 1964 onafhankelijk van elkaar het higgsboson of Brout-Englert-Higgs-deeltje, het zogenaamde 'godsdeeltje', voorspelden. Dit laatste voorbeeld doorprijkt ook de mythe van de eenzame wetenschapper. Een belangrijke factor blijft echter toeval: dat wil niet zeggen dat wetenschappelijke creativiteit puur toeval is, maar wel dat het een complex geheel is en beïnvloed wordt door veel onbekende oorzaken.

Deze voorbeelden zijn inspirerend om creativiteit in wetenschapsonderwijs vorm te geven. De methodieken in het boek sluiten aan bij de voorbeelden hierboven: het creëren van concrete modellen, ogenschijnlijk ongerelateerde zaken met elkaar verbinden, analogieën zoeken, incubatietijd voorzien, samenwerken en voortsurfen op de ideeën van anderen, enz.

Het blijkt dus dat vakkennis én mentale beelden een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan creativiteit. Die beelden helpen verbanden te leggen. Het is zelfs zo dat sommige van deze grote denkers minder onderlegd waren in taal en de problemen oplossen met concreet materiaal en modellen.²⁸

1.4 Creativiteit in onderwijs?

Dit hoofdstuk behandelt een algemene visie op creativiteit in onderwijs en is niet alleen toepasbaar op wetenschapsvakken, maar op alle vakken.

De Europese Commissie¹³ koppelt creativiteit en innovatie aan kennis en ziet ze als essentiële vaardigheden. Creativiteit betreft daarbij alle gebieden van menselijke activiteit en kan worden ontwikkeld op alle onderwijsniveaus.¹³ De keuze van de Europese Commissie om in te zetten op creativiteit heeft een economische component, namelijk innovatie en ondernemerschap. Dat mag echter niet de enige reden zijn om creativiteit een plaats te geven in het onderwijs. Onderzoek toont aan dat creativiteit bijdraagt tot zelfvertrouwen, motivatie en talent.³¹

Leerlingen die worden aangemoedigd om creatief te denken³¹:

- zijn meer geïnteresseerd om zelf dingen te ontdekken;
- staan meer open voor nieuwe ideeën;
- staan meer open om ideeën uit te wisselen met anderen;
- zijn vaker bereid om buiten de lesuren verder te werken aan de uitvoering van een idee.

Als gevolg daarvan versnelt hun leertempo, verhoogt hun prestatieniveau en verhoogt hun gevoel van eigenwaarde. Door creativiteit te bevorderen, kunnen leerkrachten alle leerlingen de kans geven om hun specifieke interesses en talenten te ontdekken en te ontplooien. We kunnen allemaal in min of meerdere mate creatief zijn. Bovendien heeft een creatieve leeromgeving effect op de leerlingenprestaties én de ontwikkeling van de professionaliteit van de leerkracht.⁸ Onderzoek toont aan dat creatief onderwijs motiverend kan werken bij jongeren met een lage interesse.⁸ Leerlingen vinden creatief denken meestal leuk, maar dit hoeft niet noodzakelijk zo te zijn.⁴⁰

Creativiteit bereidt leerlingen voor op een snel veranderende wereld, waarin zij in staat moeten zijn zich aan te passen aan carrièrewendingen³¹ en aan de onvoorspelbare eisen van de toekomstige maatschappij.¹⁹ Veel werkgevers willen mensen die verbanden zien, heldere ideeën hebben, innovatief zijn, vlot kunnen communi-

ceren, goed kunnen samenwerken en in staat zijn om problemen op te lossen. Met andere woorden, ze hebben creatieve mensen nodig.³¹

Er zijn dus verschillende redenen om creativiteit een prominentere plaats te geven in het onderwijs. Leraren die het belang van creativiteit begrijpen, kunnen ook beter inspelen op de creativiteit van hun leerlingen. Maar willen leraren dit ook altijd? De paradox van ‘wenselijkheid van creativiteit in het onderwijs’ wordt weerspiegeld in hoe leraren de ‘ideale leerling’ zien. Leerkrachten verkiezen dikwijls leerlingen die zich conformeren en hebben een hekel aan persoonlijkheidskenmerken die geassocieerd worden met creativiteit. Hoe creatiever klassen worden, hoe minder wenselijk hun gedrag lijkt te zijn. Een creatieve leerkracht lijkt zijn autoriteit te verliezen, en creatieve leerlingen worden vaak geassocieerd met scepsis en egoïstisch gedrag.¹³ Bovendien vraagt creativiteit zaken zoals ‘uitstel van oordeel’ en het nemen van risico’s. Dit druist in tegen de principes van traditioneel onderwijs. Van scholen wordt gevraagd dat alle leerlingen de norm halen, terwijl creativiteit nu net uniekheid vereist.¹³ Toch is het merendeel van de leraren ervan overtuigd dat creativiteit in het onderwijs noodzakelijk is.³⁷

Is creativiteit in wetenschap anders dan in kunst?

We especially need imagination in science. It is not all mathematics, nor all logic, but it is somewhat beauty and poetry

[Maria Montessori]

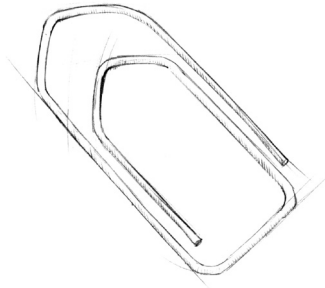
Wetenschap en kunst worden vaak beschouwd als contrasterende gebieden: wetenschap wordt gezien als rationeel en logisch beredeneerd, terwijl kunst voornamelijk als iets esthetisch wordt gezien. Om deze reden wordt creativiteit meer geassocieerd met kunst dan met wetenschap. Beide domeinen omvatten echter creativiteit.¹⁹ Er zijn twee visies op creativiteit in wetenschapsonderwijs: enerzijds kan kunst ingezet worden om het ‘rationele’ wetenschapsonderwijs creatiever te maken, anderzijds kan wetenschap op zich gezien worden als een esthetische en creatieve activiteit. De grootse theorieën binnen wetenschap zijn vaak pareltjes van creatieve geesten. Het begrijpen en bevatten van de wereld rondom ons heeft een esthetisch aspect. Een voorbeeld van de eerste visie is bijvoorbeeld het gebruik van poëzie of theater bij wetenschapsonderwijs. Deze aanpak heeft zeker zijn meerwaarde, maar in dit boek focussen we ons op wetenschap als creatieve activiteit op zich. Bij deze laatste visie wordt er vanuit gegaan dat het creatieve aspect

van wetenschap niet zo verschillend is van creativiteit in kunst.¹⁹ Weliswaar met de kanttekening dat iedereen die van kunst zijn beroep wil maken, creatief moet zijn, terwijl je bij wetenschappers het volledige spectrum vindt: van routinematige beroepen tot zeer creatieve beroepen. Een bijkomend verschil is dat creativiteit in wetenschap streeft naar consistente theorieën die telkens getoetst moeten worden, wat bij kunst ontbreekt. Elke innovatie in wetenschap kent dus een stap van ontdekking en nieuwe ideeën gevolgd door onderzoek en onderbouwing.¹⁹ Kunstonderwijs is gericht op het uiten van persoonlijke gevoelens en meningen door middel van creatieve 'producten', terwijl traditioneel wetenschapsonderwijs de leerlingen als 'passieve' leerlingen behandelt. Dit contrast kan de belangrijkste reden zijn waarom leraren zich tot kunst wenden om hun wetenschapsonderwijs aantrekkelijker te maken.¹⁹ Het zien van creativiteit als een synoniem van kunst, leidt tot de misvatting dat creatieve activiteiten synoniem zijn met spel en plezier. Er is zeker een speels element in creativiteit, maar je mag niet vergeten dat creativiteit ook hard werken is.¹⁸



Wanneer leerlingen in kunstonderwijs een gedicht schrijven, dansen of schilderen en ze hun persoonlijk gevoelens en ideeën uiten, kan het resultaat uniek en origineel zijn. Maar hoe zit dat in wetenschapsonderwijs? Het zou natuurlijk fantastisch zijn mochten leerlingen nieuwe wetenschappelijke principes ontdekken, maar de kans is vrij klein. Betekent dit dat zij niet creatief kunnen zijn bij deze vakken? Helemaal niet, leraren kunnen leerlingen ondersteunen om vragen en problemen op op te lossen en zo tot ideeën te komen die nieuw zijn voor hen. Dit maakt het werk en de ideeën van de leerlingen origineel en leidt dus tot echt creatief gedrag!³¹ Leerlingen kunnen creatief zijn in het vinden van oplossingen, het bedenken van een plan van aanpak, enz.

Wetenschapsonderwijs kan profiteren van het artistieke proces van zelfexpressie, waaronder risico's nemen, durven falen, durf tonen en vertrouwen in een meer creatieve aanpak zonder zeker te zijn over de mogelijke uitkomst. De uitdaging is om ervoor te zorgen dat het wetenschapsonderwijs steeds wetenschap als belangrijkste focus heeft, en niet artistieke expressie. Om dit te bereiken is het nodig zich bewust te zijn van de kenmerken van wetenschappelijke creativiteit en zijn duidelijke doelstellingen voor de leerresultaten nodig.¹⁹ Kunst kan dus wel een hulpmiddel zijn om wetenschap aan te leren. Leerlingen die bijvoorbeeld een collage maken van de waterkringloop, leren ondertussen iets over dit onderwerp. Bovendien kan deze manier van werken motiverend zijn. Hoewel een dergelijke kunstzinnige manier van werken wel de verbeelding en het divergente denken kan stimuleren, zal een dergelijke activiteit leerlingen niet noodzakelijk helpen bij het ontwikkelen van wetenschappelijke creativiteit. Wetenschappelijke creativiteit gaat immers over het oplossen van problemen en wetenschappelijk onderzoek.¹⁶ Toch kunnen ook dergelijke kunstzinnige activiteiten leiden tot een plotseling inzicht: op dat punt verdienen deze activiteiten dus zeker aandacht.¹⁶



Doe de NASA-test uit de jaren '60. Met deze test werd de creativiteit van ingenieurs en wetenschappers bij de sollicitatie gemeten.

De opdracht luidt: Bedenk zo veel mogelijk toepassingen bij deze paperclip. Lijst ze hieronder op!

1.5 Wie is creatief?

Creativiteit vraagt verschillende persoonlijkheidskenmerken: kennis en een zekere expertise, motivatie en creatieve denkvaardigheden. Drie creatieve denkvaardigheden zijn in het bijzonder nodig: creatief of synthetisch denken (het vermogen om een probleem te zien op een nieuwe manier en aan het conventionele denken te ontsnappen); analytisch denken (zien welke ideeën de moeite waard zijn om na te volgen); en overtuigingskracht (anderen overtuigen dat de ideeën de moeite waard zijn). Een persoonlijkheidskenmerk dat creatieve mensen delen, is hun openheid voor nieuwe ervaringen en vernieuwing.¹³ Openheid (intellectuele autonomie) is één van de vijf persoonlijkheidsdimensies bij de *Big Five* theorie waarmee de persoonlijkheid van personen beschreven worden. De andere dimensies zijn extraversie, mildheid (vriendelijkheid), consciëntieusheid (ordelijkheid) en neuroticisme (emotionele instabiliteit). Enkel openheid voor nieuwe ervaringen vertoont een positieve correlatie met creativiteit.