

Wetenschap en techniek dialogisch onderwijzen in de 21e eeuw

Wetenschappelijk en technisch geletterd worden

Om leerlingen te prepareren op de eisen die de moderne samenleving stelt, brengt de leerkracht zijn leerlingen op een weloverwogen wijze in contact met aspecten van wetenschap en techniek. Dit heeft niet de bedoeling om van de kinderen wetenschappers of technici te maken, maar wel om ze tijdens de basisschoolleeftijd zo te begeleiden dat ze in dit domein gaandeweg meer geletterd worden. Het is onmogelijk om in exacte omschrijvingen vast te leggen wanneer iemand wetenschappelijk en technologisch geletterd is. Het komt er in feite op neer dat een persoon beschikt over een bepaalde set aan wetenschappelijke en technologische kennis, vaardigheden en attitudes waardoor deze kan meedoen en meedenken conform de eisen die de samenleving stelt (Laugksch, 2000). Door al in de basisschool ervaringen rondom wetenschap en techniek op te doen, ontwikkelen leerlingen niet alleen hun geletterdheid, maar worden ze zich ook bewust van hun interesses en capaciteiten op dit terrein. Dit biedt de mogelijkheid dat leerlingen samen met personen uit hun leefomgeving passende keuzes voor een verdere ontwikkeling maken.

Al op jonge leeftijd komen kinderen in aanraking met allerlei toepassingen en producten uit de wetenschap en techniek. Ze groeien op in de hoogtechnologische wereld van de 21e eeuw. Dit noodzaakt dat leerlingen kennis en vaardigheden ontwikkelen die relevant zijn om te kunnen deelnemen aan deze samenleving. Het is dan ook vanzelfsprekend dat leerkrachten zich ten aanzien van wetenschap en techniek afvragen op welke wijze ze het beste tegemoet kunnen komen aan de ontwikkelingsbehoeften van hun leerlingen. Het betekent dat leerkrachten zich een beeld willen vormen van het waarom, het wat en het hoe van wetenschap en techniek in het primair onderwijs. Deze publicatie gaat kort in op de inhoud van het wetenschap en techniekonderwijs voor de 21e eeuw en hoe dat via een dialogische didactiek te onderwijzen is.

Lou Slangen

Waarover gaat het wetenschap en techniek onderwijs in de basisschool?

In Nederland zijn de doelen en inhouden van het wetenschap en techniek onderwijs beschreven in documenten zoals de kerndoelen (Greven & Letschert, 2006) de TULE-leerlijnen (Beker et al., 2009) en de Cito

domeinbeschrijving (Boeijen, Kneepkens & Thijssen, 2011). Waar gaat het dan om als we hierbij denken aan de door leerlingen te ontwikkelen kennis, vaardigheden en attitudes?

Ten aanzien van de wetenschap en techniek kennis moet gesteld worden dat deze enorm omvangrijk is. Daarom beperkt men zich in het basisonderwijs meestal tot een bescheiden aantal inhouden uit de gebieden 'niet levende natuur', 'levende natuur', 'techniek' en 'aarde en ruimte'. Er is een selectie gemaakt van voor leerlingen relevante en haalbare thema's en concepten. Zo wordt bijvoorbeeld binnen het gebied techniek aan de orde gesteld dat driehoeksverbindingen en profielen een constructie stevig maken, maar wordt niet ingegaan op het analyseren en berekenen van allerlei soorten krachten die in zo een constructie optreden.

Het ontwikkelen van onderzoek- en ontwerpvaardigheden is zowel doel als middel van het wetenschap en techniek

onderwijs. Uitgaande van de vraag start de leerling de speurtocht naar een antwoord. Door concreet te onderzoeken ontplooiën de leerlingen procesvaardigheden zoals een onderzoeksvraag formuleren, voorspellen, experimenteren, waarnemen, analyseren en interpreteren. Leerlingen kunnen deze procesvaardigheden toepassen door bijvoorbeeld het opzetten en uitvoeren van een onderzoek naar de oplosbaarheid in water van stoffen zoals zout, suiker en meel. Vanuit een ontwerpprobleem of -behoefte werkt de leerling aan een realisatietraject van een proces of product. De leerkracht moet bijvoorbeeld een pot met ronde kralen van verschillende grootte sorteren. De leerlingen worden uitgedaagd de leraar bij zijn probleem te helpen door een handig sorteerapparaat te ontwerpen. Bij zo een taak gaat het om werken aan procesvaardigheden zoals probleem benoemen, eisen formuleren, ontwerp bedenken, vervaardigen, testen en evalueren.

Werken aan positieve attitudes ten opzichte van wetenschap en techniek is eveneens een belangrijk doel van het wetenschap en techniek onderwijs. Het beoogt dat leerlingen nieuwsgierig en geïnteresseerd zijn in de fenomenen en artefacten uit de hun omringende wereld. Jonge kinderen hebben al een natuurlijke drang om te willen weten en te willen creëren. Het is de kunst deze explorerende en scheppende attitude gedurende de schoolloopbaan vast te houden en deze zelfs door te ontwikkelen. De leraar kan leerlingen daarvoor confronteren met een probleem van deze tijd en ze uitnodigen dit te onderzoeken en samen oplossingen te bedenken. Bijvoorbeeld een oplossing bedenken voor het zwerfvuil in de wijk is een onderwerp waar leerlingen zeker gemotiveerd mee aan de slag gaan.

Al doende ontwikkelen de leerlingen ook belangrijke zogenoemde 21e eeuw vaardigheden. Denk daarbij aan hogere-orde denken, niet-routineus probleem oplossen, kritisch denken, inventief, ondernemend en communicatief zijn (Bybee, 2010; Van Craft & Kemmers, 2007).

Ontwikkelen van inzichtelijke kennis

We hebben al beschreven dat het er om gaat dat leerlingen haalbare kennis ontwikkelen met betrekking tot belangrijke concepten. Denk bijvoorbeeld aan begrippen zoals warmte-isolatie, zwaartekracht en overbrenging. Om grip te krijgen op zulke abstracte concepten is nodig dat leerlingen inzichtelijke kennis vormen. Dit kan door concrete en betekenisvolle leerervaringen op te doen, door experimenteren en simuleren, door ontwerpen en testen, door het vormen van metaforen of modellen en door de ervaringen met de medeleerlingen of de leraar te bediscussieren. Zo kunnen leerlingen ontdekken dat een goed ingepakt ijsklontje langzamer smelt dan een niet ingepakt ijsklontje. Ze beredeneren met elkaar hoe dat kan en zo vormen zich de eerste contouren van wat warmte-isolatie is. De leerling construeert als het ware een eerste mentale voorstelling van het concept warmte-isolatie. In latere leermomenten worden weer nieuwe en andere ervaringen opgedaan en bediscussieerd. De leerlingen ontdekken bijvoorbeeld ook dat iets sneller smelt naarmate de omgevingstemperatuur

hoger is. Ze begrijpen alweer beter wat de uitwisseling van warmte-energie is en wat de condities zijn waaronder dat plaats heeft. Op deze wijze ontwikkelt het concept warmte-isolatie door. Naarmate een leerling meer van zulke leerervaringen heeft worden de concepten door kennis(re) constructie doorontwikkeld en ontstaat kennis in samenhang. Daarvoor is wel nodig dat de leerkracht steeds weer binnen de zone van de naaste ontwikkeling van de leerling nieuwe uitdagende onderzoeksactiviteiten of ontwerp kansen creëert.

Betekenis ontwikkelen via dialogisch onderzoeken en ontwerpen

De praktijk van onderzoekend en ontwerpend leren is erg krachtig om te komen tot betekenisvolle kennisconstructie. Terwijl de leerlingen aan de slag gaan met het onderzoeken of het ontwerpen maakt de leerkracht door het plegen van



talige interventies de ervaringen betekenisvol. Leerlingen en leraren ondernemen als het ware een gezamenlijk dialogische reis. De leraar stimuleert dat er een gesprek ontstaat dat leidt tot stapsgewijze voortgang in het denken van de leerlingen (Wells, 2002). Zo een gesprek wordt opgeroepen via een vorm van dialogische scaffolding (Alexander, 2010; Hogan & Pressley, 1997). In deze aanpak leidt de leraar de leerlingen, door het stellen van vragen, door het doen van beweringen en reflectieve opmerkingen, naar doordenken en diepgaand leren. Behalve dat de leraar de leerlingen begeleidt bij het opdoen van krachtige leerervaringen, krijgt de leraar via dit proces ook beter zicht op de ontwikkeling en de capaciteiten van zijn leerlingen. In de dialoog worden veronderstellingen gedaan, ideeën verkend, alternatieven onderzocht, verklaringen en oplossingen bekeken, overeenkomsten en verschillen onderzocht. De leraar bouwt als het ware via talige interventies steigertjes zodat de leerlingen steeds een stapje hogerop komen. Door het toepassen van deze scaffolding is de leraar in staat het denkproces

Rijke discussie

Soort vraag of opmerking	Voorbeeld
Vragen naar verklaring.	"Waarom rolt dit autootje verder?"
Vragen naar tegenstrijdigheden of overeenkomsten.	"Wie heeft andere of dezelfde dingen gezien?"
Leerprocessen modelleren via het zichtbaar maken van eigen denken.	"Ik zou me afvragen hoe ik de wielen kan laten draaien?"
Flexibel omgaan met fouten, deze soms negeren, voorkomen of herstellen.	"Laat het autootje op de helling los zonder een duwtje te geven."
Structurerende informatie geven als nodig.	"Laten we de autootjes eerst eens vergelijken."
Bepaalde reacties van leerlingen benadrukken.	"Marian zegt: Het autootje op de helling heeft veel pep."
Aandacht vragen voor conflicterende meningen of ideeën.	"Jij zei zojuist dat een breed wiel verder rolt en nu zegt Bram dat een smal wiel verder rolt, hoe zit dat?"
Het gesprek een ander perspectief of focus geven.	"Hebben we al gekeken naar de schuinte van de helling?"
Een bedachtzame cultuur en intellectuele risiconeming onderhouden.	"Ik weet nog niet zo precies of we nu al genoeg weten."
Argumenteren en verdedigen stimuleren.	"Leg elkaar uit waarom je er anders over denkt."
Herbenoemen of samenvatten van opmerkingen.	"Ik denk dat je bedoelt dat het autootje verder rijdt?"
Leerlingen zelf vragen laten formuleren.	"Welke vraag zou je zelf nog willen beantwoorden?"

Meer voorbeelden kunnen geraadpleegd worden in de werkhoeck op de website www.tijdschriftzone.nl.

voornamelijk bij de leerlingen te laten, terwijl er toch een mate van inhoudelijke en procesbegeleiding is.

We werken hier een concreet leerlingenonderzoek uit door een aantal voorbeelden te geven hoe een leraar dialogische scaffolding kan toepassen:

De leraar wil dat leerlingen aan de hand van experimenten met zelfgemaakt autootjes inzichten opdoen die samenhangen met de concepten 'wrijving' en 'energie'. De leerlingen maken daarvoor aan de hand van een model zelf autootjes die ze vervolgens van een helling laten afrollen. De gereden afstand wordt gemeten. Sommige autootjes gaan ver, andere juist niet. Sommige autootjes rollen zelfs niet eens van de helling af. Ook worden autootjes verzwaard en wordt onderzocht wat het effect daarvan is.

De leraar onderhoudt gedurende die activiteiten een richtinggevend dialogisch gesprek waarbij er steeds een pendel is tussen denken en doen. De dialoog wordt gevoed door specifieke vragen en opmerkingen van de leraar. Een leraar die flexibel is kan putten uit een arsenaal aan kenmerkende vragen en opmerkingen en kan een rijke discussie tot stand brengen. In het overzicht staan enkele soorten vragen en opmerkingen met daarbij passende voorbeeldreacties van de leraar.

Het voordeel van het talig begeleiden van het ontwerpen en onderzoeken is dat er gezamenlijk systematisch toegeredeneerd wordt naar het expliciteren van inzichten. Leerlingen begrijpen daardoor niet alleen beter wat ze ervaren maar de betekenis wordt ook geïnternaliseerd. Dit laatste komt overeen met wat ook wel 'deep-learning' (Warburton, 2003)

wordt genoemd. 'Deep-learning' wordt gekarakteriseerd als leren met inzicht. Dit impliceert dat leerlingen pogen de kwesties te begrijpen en kritisch om te gaan met de inhoud, ideeën relateren aan eerdere kennis en ervaring, delen van de inhoud met elkaar proberen te verbinden, bewijs controleren en conclusies trekken.

Concluderend

We stellen dat krachtig wetenschap en techniek onderwijs goed past bij de uitgangspunten van Ontwikkelingsgericht Onderwijs (OGO). In krachtig wetenschap en techniek onderwijs speelt de leerkracht in op de ontwikkelings- en leerprocessen, door vanuit de zone van de naaste ontwikkeling de leerlingen te stimuleren tot interactie met de fysische en sociaal-culturele werkelijkheid. De leraar neemt een gidsende rol bij de exploratie van de wereld. Ontwikkeling en leren krijgen vorm door leerlingen in contact te brengen met zinvolle inhoud en door leerlingen betekenisvolle activiteiten te laten ondernemen. Uiteindelijk vereist leren en ontwikkelen in het domein van wetenschap en techniek altijd interactie en dialoog tussen leerlingen onderling en tussen leerlingen en leerkracht. ■

Bronnen

De literatuurlijst kunt u downloaden op de website www.tijdschriftzone.nl.

Lou Slangen is werkzaam als specialist Wetenschap en Techniek educatie bij de Nieuwste Pabo in Sittard.