

Kinderen van jongs af aan prikkelen voor STEM

KRISTOF VAN DE KEERE - STEPHANIE VERVAET

Dat STEM-onderwijs een plaats verdient in de basisschool, wordt ondertussen niet meer betwist. Het is belangrijk dat ieder kind een STEM-geletterdheid kan verwerven. Het gaat om onderzoeks- en ontwerpvaardigheden en wetenschappelijke, technische en wiskundige basisinzichten die het mogelijk maken dat we problemen kunnen oplossen in een snel veranderende samenleving. STEM-onderwijs draagt sterk bij tot de ontwikkeling van 21ste eeuwse competenties, zoals creatief denken en handelen, initiatief en samenwerking.

Binnen het lerend netwerk 'STEM voor de basis' is de idee gegroeid dat STEM-onderwijs een hefboom kan vormen voor de totaalontwikkeling van kinderen. STEM-onderwijs maakt het mogelijk dat de technische aanleg of de exploratiedrang van kinderen wordt aangesproken, talenten die anders onderbelicht blijven. Bovendien wordt STEM-onderwijs gekenmerkt door een actiegerichte, concreet-aanschouwelijke aanpak die een meerwaarde kan betekenen voor kinderen die talig minder sterk of anderstalig zijn. Kinderen krijgen op die manier de kans om hun sterktes, talenten, interesses, ... te leren kennen en verder te ontplooiën. Getuigenissen van leraren wijzen op een verhoogd gevoel van zelfwaarde, wat de totaalontwikkeling van kinderen ten goede komt.

Goed STEM-onderwijs

Zowel theorie als praktijk leren ons dat we van jongs af aan kinderen moeten prikkelen voor STEM als we een STEM-geletterdheid en positieve

attitude op lange termijn willen realiseren. Het opbouwen van materialenkennis, het ontplooiën van een onderzoekende houding, ... start in de kleuterklas. Maar hoe krijgt STEM-onderwijs precies vorm in de basisschool? Wanneer spreekt men over goed STEM-onderwijs? Het

Departement Onderwijs en Vorming publiceerde het STEM-kader² met richtlijnen en aanwijzingen voor het organiseren van STEM in het basisonderwijs. In dit artikel willen we een aantal didactische inzichten aanreiken om dit referentiekader van de overheid te concre-



tiseren voor het onderwijs van de basisschool.

STEM-onderwijs steunt niet enkel op meer aandacht schenken aan wetenschap, techniek en wiskunde. STEM is vooral geassocieerd met een verschuiving in de manier waarop kinderen leren. Het is een verschuiving van het leren van geïsoleerde losstaande feiten en vaardigheden naar het werken en leren zoals wetenschappers, wiskundigen, technici en ingenieurs dat doen, binnen hun werkveld, in de reële wereld.³ De focus ligt bij STEM op het gebruiken van vaardigheden, het toepassen van inzichten en het inzetten van competenties om problemen op te lossen die voor de kinderen betekenisvol zijn. Het gevolg is dat STEM-onderwijs gekenmerkt wordt door interactie tussen de vier STEM-componenten met een interdisciplinaire benadering tot gevolg. Een concrete didactiek met concrete richtlijnen is hiervoor noodzakelijk als houvast voor de leraar.



Een STEM-didactiek

Gebaseerd op de didactiek van onderzoekend leren reiken we een model aan voor interdisciplinair STEM-onderwijs. Het model bestaat uit vier pijlers die handvatten vormen voor de leraar.

Betekenisvolle contexten

Deze pijler stelt een uitdagende leeromgeving voorop die leidt tot verwondering en een hoge betrokkenheid bij de kinderen. Door de nieuwsgierigheid van de kinderen te prikkelen, worden ze uitgedaagd om greep te willen krijgen op de wereld. Hun onderzoekende houding wordt gestimuleerd. Betekenisvolle contexten zorgen bovendien voor een concretisering van de leerinhouden die vaak abstract zijn. Dit kan op allerlei manieren gebeuren, bijvoorbeeld via de actualiteit, een prentenboek, de schoolomgeving, een kunstwerk, ...

Zo kan een pop-up museum in de klas met afbeeldingen van schaduwkunstwerken, een context creëren voor een STEM-activiteit: Kinderen onderzoeken hoe schaduwen gevormd worden, hoe je ze groter of kleiner kan maken, om dan deze inzichten te gebruiken bij het ontwerpen en optimaliseren van een eigen schaduwkunstwerk.

Deze context is echter niet het begin- én eindpunt bij een STEM-activiteit. De context leeft doorheen het volledige onderzoeks- en ontwerpproces en het maakt de kinderen ontvankelijk om leerdoelen te bereiken zoals het verwerven van inzicht in wetenschappelijke concepten (vb. schaduw) en het ontwikkelen van onderzoeks- en ontwerpvaardigheden (vb. het formuleren van conclusies).

Denk- en doe-vragen

Deze pijler focust op het stellen van vragen die het onderzoeks- en ontwerpproces kunnen aanwakkeren. Bij STEM-onderwijs wordt daarom vanuit de betekenisvolle context gekozen voor herkenbare, concrete probleemstellingen die kinderen aanzetten tot het zoeken naar oplossingen en antwoorden.

Een prentenboek of een krantenartikel over een reis naar de maan of Mars kan een interessante context zijn om samen met de kinderen een raket te bouwen. De context kan dan leiden tot de probleemstelling: "Hoe kunnen we een raket bouwen die zo hoog mogelijk kan vliegen, en daarna weer veilig kan landen?" Meteen geeft deze centrale probleemstelling aanleiding tot heel wat onderzoeks- en ontwerp-vragen (bv. "Hoe kunnen we ervoor zorgen dat de raket opstijgt?"; "Hoe kunnen we ervoor zorgen dat ze hoger vliegt? En nog hoger?"; "Hoe kunnen we de hoogte meten?"; "Hoe moeten we de raket bouwen zodat ze ook veilig kan landen?")

Zo worden de kinderen uitgedaagd tot actief denken en doen. Ze onderzoeken en ontwerpen in functie van de probleemstelling. Dit gebeurt dus niet aan de hand van een voor-gekauwd stappenplan! Als leraar hanteer je dan een begeleidende vraagstelling die ruimte laat voor initiatief en een creatieve houding van de kinderen.

In die zin zijn 'hoe'-vragen ideaal om kinderen aan te zetten tot actie en om hen te laten nadenken over mogelijke antwoorden en manieren om tot een oplossing te komen (bv. "Hoe kunnen we die vraag oplossen?"; "Hoe ziet een tekening van jullie idee eruit?"; "Hoe kunnen we ervoor zorgen dat de schaduw groter wordt?"). 'Wat ... als ...'-vragen stimuleren de kinderen tot nadenken over hun

handelen én over hun aanpak en bevindingen (bv. *“Wat zal er gebeuren als we meer water in de waterraket doen?”*; *“Wat gebeurt er met onze schaduw als we verder van de lichtbron gaan staan?”*; *“Wat gebeurt er als we geen gist toevoegen aan brood?”*)

Systematisch proces

Deze pijler zet in op het stimuleren van de kinderen om systematisch te werk te gaan bij het onderzoeks- en ontwerpproces. De kinderen worden uitgedaagd om aandacht te hebben voor onder meer het analyseren, interpreteren en evalueren van verzamelde gegevens in functie van de centrale probleemstelling.

Wanneer kinderen het ideale sopje moeten maken om zo groot mogelijke zeepbellen te kunnen blazen voor het schoolfeest, dan kunnen ze dit probleem het best oplossen door systematisch te werk te gaan. Veelal worden spontaan allerlei ingrediënten samengevoegd in de hoop dat de zeepbellen op basis van het nieuwe zeepsopje groter zullen zijn. Kinderen gaan op die manier helemaal niet systematisch te werk. Via het stellen van de juiste ‘denk- en doe-vragen’ kan je als leraar de kinderen aanzetten tot reflectie over hun resultaat maar ook over hun aanpak. De oorspronkelijke vraag “kunnen jullie grote zeepbellen maken?” kan uitgesplitst worden tot vragen die focussen op het stimuleren van één van de belangrijkste onderzoeksvaardigheden, namelijk ‘eerlijk onderzoeken’ (bv. *“Hebben we gedemineraliseerd water of kraantjeswater nodig om grotere zeepbellen te blazen?”*; *“Heeft de hoeveelheid afwasmiddel een invloed?”*; *“Wat zal er gebeuren als we meer afwasmiddel toevoegen aan het sopje?”*; *“Hoe kunnen we dat het best onderzoeken?”*). De kinderen kunnen op dit soort vragen een



antwoord geven op voorwaarde dat ze een ‘eerlijk onderzoek’ opstellen, namelijk één ingrediënt veranderen en niet meerdere ingrediënten tegelijkertijd. De leraar richt hierbij dus de aandacht op de juiste onderzoeksvariabelen (hier: ingrediënten) en zet op die manier de kinderen aan om systematischer te werk te gaan, zodat ze gegevens kunnen verzamelen, analyseren en uiteindelijk ook evalueren.

Aandacht voor het systematisch proces betekent ook dat er een voortdurende interactie is van Ontwerpen, Onderzoeken en Optimaliseren. We noemen ze vaak: de 3 O’s.

Een probleemstelling vanuit een betekenisvolle context is het vertrekpunt. Het ‘ontwerp’ kan een ‘sopje voor zeepbellen’ zijn, maar ook ‘een schaduwkunstwerk’, ‘een waterraket’, ‘een brug’ ... Dit ‘ontwerp’ zal moeten bedacht en ontworpen worden, en op basis van criteria gemaakt worden. Daarna wordt het ‘ontwerp’ getest en zullen de resultaten geanalyseerd moeten worden. Er wordt dan gezocht naar verklaringen waarom het ontwerp al dan niet beantwoordt aan de vooropgestelde criteria. Daarvoor zal een gericht en ‘eerlijk’ onderzoek nodig zijn, bv. de raket geraakt amper de lucht in. Wat kan de oorzaak zijn? We onderzoeken systematisch de verschillende variabelen die een rol kun-

nen spelen (bv. uittesten met verschillende hoeveelheden water in de raket, terwijl de rest van de variabelen wordt constant gehouden). Op basis daarvan zal er dan geoptimaliseerd kunnen worden. Het ontwerp wordt bijgestuurd en de cyclus begint opnieuw. Het is dus een iteratief of herhalend, systematisch proces van ontwerpen, onderzoeken en optimaliseren.

Interactie en reflectie

Deze pijler legt de nadruk op het stimuleren van kinderen tot dialoog over hun ideeën, verwachtingen, bevindingen, ... en tot reflectie over wat ze doen en denken voor, tijdens en na het onderzoeks- en ontwerpproces. Kinderen worden aangespoord om hun aanpak te verwoorden en in vraag te stellen. Dit vereist van hen een kritische, open houding.

Tijdens een activiteit in de 3de kleuterklas gaan kinderen op zoek naar mogelijkheden om hun zelf gezaaide plantjes water te geven. Na het stellen van de vraag “hoe kunnen we de plantjes water geven?” gaan de kinderen meteen aan de slag met allerlei kosteloos materiaal. Vrij snel kiest de leraar ervoor om een kringgesprek in te lassen om samen met de kinderen te reflecteren op hun eerste ontwerpen. De leraar speelt in op de ideeën en lokt interactie uit met en tussen de kinderen, zodat ze hun bevindingen verwoorden. Bij één kleuter leidt de

evaluatie van het ontwerp van een andere kleuter spontaan tot reflectie over het eigen ontwerp: "Ik denk dat ik een te groot gat gemaakt heb." Op basis van de interactie en reflectie worden tijdens het kringgesprek de ontwerpen in verband gebracht met concepten (debiet), die in dit geval laagdrempelig benaderd worden, namelijk een groot gat leidt tot meer morsen (dus verlies van veel water). Door het eerste kringgesprek hebben de kinderen een concreter doel voor ogen en kunnen ze hier naar toe werken, namelijk "hoe kunnen we de plantjes water geven zonder te morsen?"

Vooraleer de kinderen terug aan het ontwerpen gaan, wijst de leraar ook nog eens op het belang van eerst na te denken: dit betekent dat de leraar niet alleen zorgt voor reflectie op niveau van het ontwerp, maar ook op niveau van de aanpak. Ook wanneer de kinderen hun ontwerp aan het maken zijn, treedt de leraar in interactie met de kinderen, waardoor de kinderen

worden aangezet tot denken en handelen, maar ook bewust worden gemaakt van hun denken en handelen. Tijdens het tweede kringgesprek stuurt de leraar aan op een nieuw probleem: het duurt heel lang om de plantjes water te geven. Een andere kleuter pikt hierop in en stelt voor om meer gaatjes te maken en geeft zo de aanzet voor een nieuwe invalshoek voor onderzoek.

Dialogoog en reflectie mag zich dus niet beperken tot een laatste stap. Tijdens het proces is het daarom nodig om begeleidende vragen te stellen die kinderen aanzetten tot verwoorden en argumenteren: "Wat denken jullie?"; "Waarom denken jullie dat?"; "Wat denken de anderen?"; "Wat doen jullie?"; "Waarom doen jullie dit?"; "Wat zien jullie?"; "Wat weten we nu allemaal?"; "Hoe weten we dit?"

STEM en de 21ste eeuwse competenties?

Waar de pijlers de handvatten zijn voor de leerkracht om een STEM-didactiek vorm te geven in de klas, zijn kerncomponenten uitingen van competenties en gedrag bij de leerlingen tijdens STEM onderwijs. Voorbeelden van kerncomponenten zijn 'zich verwonderen', 'vragen stellen', 'voorspellen', 'plannen', 'uitvoeren', 'verzamen van gegevens', 'analyseren en interpreteren van gegevens', 'concluderen en antwoorden geven', 'ruimer kijken', 'reflecteren', 'rapporteren en presenteren', 'handvaardigheid', 'nauwkeurig en nauwgezet werken', 'samenwerken', ... (Dejonckheere, Vervaeke & Van De Keere, 2016). Deze kerncomponenten sluiten ook aan bij de competenties van de 21ste eeuw en bieden een houvast om het STEM-gedrag bij kinderen en leerlingen te observeren, te interpreteren, te sti-

muleren en indien nodig te evalueren. Het stimuleren van deze kerncomponenten is noodzakelijk om van jongs af aan al te bouwen aan een onderzoekende houding, technische aanleg, ondernemingszin, relationele vaardigheden en zelfregulerend vermogen. Wanneer STEM-onderwijs vorm krijgt op basis van de vier pijlers dan kunnen we STEM dus inzetten voor de totaalontwikkeling van kinderen.

Tot slot

Samengevat kunnen we stellen dat goed STEM-onderwijs vertrekt vanuit probleemstellingen binnen een betekenisvolle context. Om die probleemstellingen te kunnen oplossen, stappen kinderen in een boeiend proces waarin een voortdurende interactie centraal staat tussen onderzoeken, ontwerpen en optimaliseren. De leraar leeft zelf een onderzoekende houding voor. Hij/zij uit de eigen nieuwsgierigheid en grethigheid door het stellen van denken doe-vragen en de focus te leggen op voortdurende reflectie en interactie.

STEM is dan eerder een manier van 'doen' en 'denken', en 'omgaan met probleemstellingen', waarbij kennis en vaardigheden vanuit de vier STEM-componenten (Science, Technology, Engineering en Mathematics) quasi op een natuurlijke manier samenvloeien en gebruikt worden om met de probleemstellingen aan de slag te gaan. STEM-onderwijs sluit op die manier naadloos aan bij de 21ste-eeuwse competenties waarbij onderzoeken en ontwerpvaardigheden, probleemoplossend en wiskundig denken, zelfregulerend vermogen en samenwerkingsvaardigheden vele kansen krijgen om positief gestimuleerd te worden. ■

1. Het lerend netwerk 'STEM voor de basis' bestaat uit lerarenopleiders, leraren, directies, onderzoekers, pedagogische begeleiders, vertegenwoordigers van vzw's, ... die zich samen buigen over de implementatie van STEM in de basisschool. Meer info vind je via www.stembasis.be.
2. Vlaamse overheid, departement Onderwijs & Vorming (2015) STEM-kader voor het Vlaamse onderwijs.
3. Dejonckheere, P., Vervaeke, S., & Van De Keere, K. (2016) STEM-didactiek in het kleuter- en lager onderwijs: het PK-model. Via: www.onderzoekendleren.be

Kristof Van De Keere is onderzoekscoördinator Expertisecentrum Onderwijsinnovatie (Studiegebied Onderwijs VIVES, campus Tielt/Kortrijk). Stephanie Vervaeke is docent wereldoriëntatie en onderzoeker aan EC Onderwijsinnovatie (Studiegebied Onderwijs VIVES, campus Tielt/Kortrijk)

De voorbeelden die besproken werden in dit artikel kan je vinden op www.onderzoekendleren.be. Je kan op deze website terecht voor een inkijk in praktijkvoorbeelden van STEM-onderwijs. Via analyse helpen deze voorbeelden je op weg voor een zinvolle toepassing in uw eigen klaspraktijk.