

Nieuwe aanpak

Integratie van educatieve technologie ter verrijking van STEM-onderwijs: Een methodiek 'DIGISTEM' voor de lerarenopleidingen kleuter- en lager onderwijs/primair onderwijs

Kirsten Devlieger en Jozefien Schaffler (Arteveldehogeschool), Stephanie Vervaeke, Stijn Coussement en Kristof Van De Keere (VIVES Hogeschool), Ruben Vanderlinde (Universiteit Gent)

Samenvatting

Dit artikel bespreekt de opkomst van educatieve technologie in het onderwijs, met een focus op STEM-onderwijs (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Het benadrukt de integratie van STEM in het basisonderwijs en de uitdagingen die leraren en student-leraren ervaren bij het begeleiden en evalueren van STEM-activiteiten. Het DigiSTEM-pilootproject, uitgevoerd door VIVES hogeschool en Arteveldehogeschool in samenwerking met UGent en 3 basisscholen, heeft de mogelijkheden van educatieve technologie voor STEM-onderwijs verkend en resulteerde in de ontwikkeling van de 'DIGISTEM'-methodiek. Deze methodiek kreeg vorm via educational design research (McKenny & Reeves, 2012) en is gebaseerd op drie centrale ontwerpprincipes: geïntegreerd STEM-onderwijs als basis, de sleutelrol van de leraar, en het gebruik van educatieve technologie ter verrijking van STEM-onderwijs. Er werden zeven leermodules ontworpen die leraren en student-leraren voorbereiden op doordacht digitaal STEM-onderwijs. Het artikel beschrijft de ontwerpfase, implementatie in lerarenopleidingen, en de positieve resultaten en evaluaties van de 'DIGISTEM'-methodiek. Het onderzoek benadrukt het belang van bewuste inzet van educatieve technologie als meerwaarde voor didactische uitdagingen in STEM-onderwijs. De methodiek is beschikbaar op www.digistem.be en wordt gezien als een waardevol instrument voor leraren, lerarenopleiders en student-leraren in het optimaliseren van STEM-didactiek met digitale verrijking.

Achtergrond en aanleiding

De opkomst van educatieve technologie heeft invloed op verschillende aspecten van het onderwijs. Begrippen zoals Smartschool, Snappet, Bingel, Smartboard, ProWise, MS Teams, leerpad, webinar, Canva, PowerPoint, Kahoot ... zijn niet meer weg te denken in ons onderwijs en tonen aan dat educatieve technologie alom aanwezig is. Bovendien wordt fundamentele integratie vanuit politieke en wetenschappelijke invalshoek gestimuleerd, zoals blijkt uit bijvoorbeeld de

visienota *Digisprong*¹ van het Departement Onderwijs en Vorming (2021) en het *European framework for the digital competences of educators* (Redecker & Punie, 2017). Daarnaast blijft het STEM-onderwijs (*Science, Technology, Engineering en Mathematics*) ook hoog op de politieke agenda staan binnen Europa. De Europese Commissie promoot de ontwikkeling van doelgerichte programma's op het gebied van STEM en ICT op basis van onderwijsmethoden. Het thema wordt daarom ook opgenomen in subsidieprogramma's zoals Erasmus+. Ook Nederland en Vlaanderen volgen deze tendensen. Getuige hiervan zijn het STEM-actieplan (Departement Onderwijs en Vorming, 2012), de modernisering van het secundair onderwijs met STEM richtingen (Onderwijskiezer, z.d.), de aandacht voor wetenschap & technologie onderwijs binnen de Stichting Leerplanontwikkeling (slo.nl, z.d.) en de PABO (fi.uu.nl, z.d.).

De lerarenopleidingen van VIVES hogeschool en Arteveldehogeschool werken al intensief samen met basisscholen op het gebied van de implementatie van geïntegreerd STEM-onderwijs. Dit is ook ingebouwd in het curriculum van de lerarenopleiding. Geïntegreerd STEM-onderwijs verwijst naar een benadering die de disciplines van wetenschap, technologie en wiskunde integreert in één samenhangend leerprogramma. Het doel is om leerlingen te voorzien van een holistische aanpak vanuit deze disciplines bij het oplossen van problemen. Op die manier stelt men hen in staat om probleemoplossende vaardigheden te ontwikkelen die essentieel zijn voor de snel veranderende en technologiegedreven samenleving. In het basisonderwijs ligt de focus hierbij op het bouwen aan een STEM-geletterdheid en wordt er vertrokken vanuit authentieke probleemstellingen die opgelost kunnen worden via processen van onderzoeken, ontwerpen, optimaliseren, analyseren, kritisch denken en samenwerken (Departement Onderwijs & Vorming, 2015). Om dit te verwezenlijken werd er een didactiek voor STEM-onderwijs ontwikkeld die gebaseerd is op vier didactische pijlers die dienen als handvatten voor de leerkracht (Dejonckheere et al., 2016; Devlieger et al., 2013). Het gaat dan over: betekenisvolle contexten creëren, denk- en doevragen formuleren, systematisch onderzoeken, reflectie en interactie stimuleren. Deze vier pijlers werden gedefinieerd op basis van een reviewstudie over 'Onderzoekend Leren' (Van De Keere & Vervaet, 2013). Vanuit klasobservaties en gesprekken met leraren en

¹ De Digisprong is een initiatief van de Vlaamse Regering om "een kwaliteitsvolle digitalisering in het onderwijs te realiseren om de volwassenen van morgen voor te bereiden op het functioneren in een technologische maatschappij" waarvoor 375 miljoen euro werd vrijgemaakt.

student-leraren ervaren we dat STEM-onderwijs best wel uitdagend is om het leerproces in de klas in goede banen te leiden, rekening houdend met deze vier didactische pijlers. Tijdens een STEM-activiteit wordt er vertrokken vanuit probleemstellingen binnen een authentieke context en wordt de klas meestal in kleine groepen ingedeeld, waarbinnen men dan aan de slag gaat rond deze probleemstellingen. De groepen hebben een eigen tempo, komen diverse vraagstukken naar voren en werkt men vervolgens toe naar verschillende oplossingen. Dergelijke situaties zijn uitdagend voor leraren en student-leraren om te begeleiden en te evalueren.

Volgens diverse studies kan educatieve technologie een hulp zijn voor de leraar bij het begeleiden van dergelijke complexe klassituaties (Chauchan, 2016; Archer et al., 2014). De resultaten van het ESF project 'digitale didactiek' (www.digitaledidactiek.be) en het Europees kader voor digitale competenties voor leraren (Redecker & Punie, 2017) zijn een leidraad voor het juist inzetten van educatieve technologie in functie van competenties voor leerlingen en leraren, en het organiseren van de juiste activiteiten voor leerlingen. Vanuit deze studies is het duidelijk dat educatieve technologie nooit de sturende factor is, maar wel een oplossing kan zijn voor vakdidactische uitdagingen waarmee leraren worden geconfronteerd.

In het DigiSTEM-pilootproject² dat centraal staat in dit artikel werden de mogelijkheden van educatieve technologie voor het ondersteunen en verrijken van STEM-onderwijs in de basisschool verkend. Een methodiek 'DIGISTEM' werd ontwikkeld om leraren én student-leraren voor te bereiden op bewust en doordacht digitaal STEM-onderwijs. In wat volgt worden eerst de ontwerpprincipes omschreven waarop de methodiek is gebaseerd en wordt het onderzoeksoptzet geschetst. Tot slot komen de resultaten en de evaluatie van de methodiek 'DIGISTEM' aan bod.

Ontwerpprincipes

Om de methodiek 'DIGISTEM' vorm te geven werden als uitgangspunt drie ontwerpprincipes afgebakend. Deze worden hieronder toegelicht.

² DigiSTEM is een pilootproject 'Versterken van lerarenopleidingen' dat gefinancierd werd door het Departement Onderwijs & Vorming (2021-2023). De uitvoering was in handen van Hogeschool VIVES, Arteveldehogeschool en Universiteit Gent.

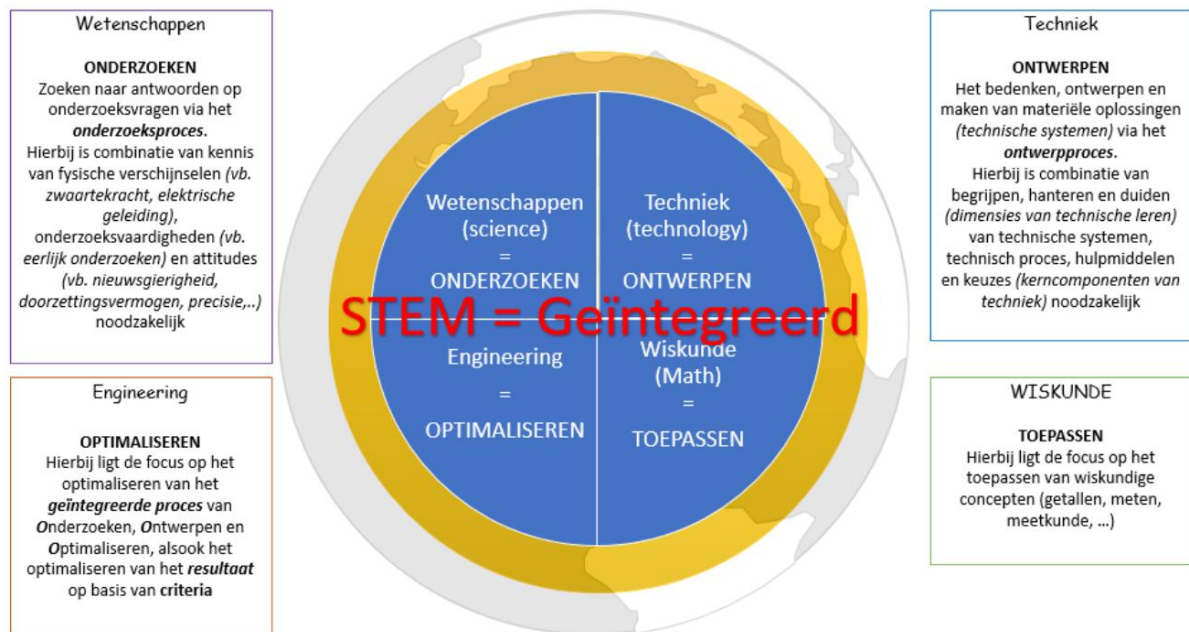
1. Geïntegreerd STEM-onderwijs als basis

STEM-onderwijs sluit aan bij de verwondering en nieuwsgierigheid van de leerlingen over de fysische wereld (Devlieger et al., 2013). Het zet in op het ontwikkelen van STEM-geletterdheid: “(...) *het opbouwen van wetenschappelijke, technische en wiskundige inzichten, concepten én praktijken (S, T & M) en het inzetten ervan om complexe vragen of een levensecht probleem op te lossen (E)*”

(Departement Onderwijs en Vorming, 2015). Bij jonge kinderen gaat STEM-geletterdheid in essentie om het ontwikkelen van competenties gerelateerd aan het onderzoeks- en ontwerpproces, zoals observeren, exploreren, redeneren, voorspellen, kritisch, probleemoplossend en creatief denken, reflecteren, communiceren, samenwerken, ... (Tallir et al., 2018). In onderwijs focussen we vaak op kennis en vaardigheden binnen afzonderlijke vakgebieden. Echter, een vernieuwd perspectief ontstaat wanneer diverse disciplines samenkomen. Aangezien complexe maatschappelijke problemen niet louter vragen om oplossingen binnen één vakgebied, is het cruciaal om verschillende perspectieven te combineren. Dit benadrukt het belang van vaardigheden, zoals probleemoplossend en kritisch denken, samenwerking en andere 21e-eeuwse competenties. STEM-onderwijs legt de nadruk op probleemgericht leren, waarbij antwoorden op vraagstukken ontdekt kunnen worden door de integratie van de vier STEM-disciplines (iSTEM, z.d.).

De vier STEM-disciplines omvatten samen een proces waarin onderzoeken (*science*), ontwerpen (*technology*), optimaliseren (*engineering*) (*de 3 O's*) en het toepassen van wiskunde centraal staan (Vervaeke, 2020; Van De Keere & Neyrynck, 2020). Hierbij is het belangrijk dat leraren weten wat ‘onderzoeken’, ‘ontwerpen’ en ‘optimaliseren’ (*de 3 O's*) inhouden en welke doelstellingen daarmee nagestreefd worden, zodat tijdens een STEM-activiteit de gepaste begeleiding geboden kan worden (zie Figuur 1). Zo gaat ‘onderzoeken’ over het zoeken naar antwoorden op onderzoeksvragen door gebruik te maken van de onderzoekscyclus (Van De Keere & Neyrynck, 2020). Tijdens een onderzoeksproces tracht men een antwoord te vinden door het toepassen van inzichten met betrekking tot fysische verschijnselen. Bijvoorbeeld door de lichtbron (een zaklamp) dicht bij een object te brengen, kan men een grotere schaduw creëren op het projectiescherm. Bij ‘ontwerpen’ wordt gebruikgemaakt van de ontwerpcyclus (Van De Keere & Neyrynck, 2020) en gaat men iets ontwerpen om tegemoet te komen aan een specifieke behoefte. Het eindresultaat van een ontwerpproces is dan een product of een optimalisatie van een product. Bijvoorbeeld het ontwerpen van een schaduwkunstwerk met

verschillende objecten. Hierbij zullen ook inzichten omtrent het vormen van schaduwen (als fysisch verschijnsel) moeten toegepast worden om te komen tot een eindresultaat dat beantwoordt aan vooropgestelde criteria (bijvoorbeeld een skyline als schaduwkunstwerk met op zijn minst vijf gebouwen met ramen van verschillende grootte). Op basis van vooropgestelde criteria zal men het ontwerp ook moeten optimaliseren.



Figuur 1 - Overzicht van de vier STEM-disciplines

2. De sleutelrol van de leraar

Recente meta-studies hebben aangetoond dat onderzoekend leren een effectieve didactiek is voor STEM-onderwijs en dat het een positief effect heeft op cognitieve prestaties, maar ook op interesse, motivatie en attitude van leerlingen tegenover wetenschap en technologie. Er is wel een belangrijke voorwaarde. Het proces van onderzoekend leren moet goed begeleid worden door de leraar (Lazonder & Harmsen, 2016; Van De Keere & Vervae, 2013; Furtak et al., 2012). Vandaar dat er ook een sleutelrol is weggelegd voor de leraar. Om richting te geven en te verduidelijken wat belangrijk is in de rol van de leerkracht, baseerden we ons op onderzoek met betrekking tot effectieve bouwstenen om tot leren te komen (Bellens & De Fraine, 2012; Education Endowment Foundation, 2019; Fadel et al., 2015; Hattie, 2012; Vansteenkiste & Soenens, 2015) en brachten we die in relatie met literatuur over de effectiviteit van onderzoekend leren (fi.uu.nl, 2017; Furtak et al., 2012; Lazonder & Harmsen, 2016; Van De Keere & Vervae, 2013; Devlieger et al., 2013). Met 'effectief'

bedoelen we onderwijs dat het welbevinden, de prestatie en de leerwinst van leerlingen bevordert (Bellens & De Fraine, 2012). Volgende kenmerken van een effectieve begeleiding bij het onderzoekend leren in het basisonderwijs konden op basis daarvan afgebakend worden:

- **Doelgericht werken** omvat het vooropstellen van duidelijke doelen door de leraar, het structureren van de leerstof, het ondersteunen van leerprocessen door middel van feedback en het actief betrekken van de leerlingen. Effectieve leraren brengen gewenste gedragingen en attitudes van leerlingen duidelijk over en uiten expliciet hun verwachtingen hierover. Ze verduidelijken de lesstructuur, de doelen en leggen expliciet uit hoe de activiteiten bijdragen tot het bereiken van deze doelen. Contextualiseren en activeren van voorkennis is belangrijk om ervoor te zorgen dat hetgeen de leerlingen moeten leren ingebed zit in betekenisvolle contexten. Studies tonen aan dat dit een positief effect heeft op interesse, motivatie en houding tegenover wetenschappen en technologie (Potvin & Hasni, 2014). Contextualiseren zorgt er ook voor dat voorkennis geactiveerd kan worden en van daaruit eventueel bijgestuurd kan worden.
- **Actief leren.** Leerlingen steken meer op wanneer ze *hands-on* ervaring opdoen, zoals een onderzoek opzetten en uitvoeren, of ontwerpen bedenken, testen en verbeteren. Stimuleren van metacognitie en zelfregulatie is gericht op het bewust maken van leerlingen van hun eigen leerproces, zodat ze zelf kunnen plannen, volgen en beoordelen (onderwijskennis.nl, z.d.). Als leraar is het effectief om expliciete strategieën, zoals de onderzoeks- of ontwerpcyclus, aan te leren voor toepassing tijdens STEM-activiteiten. Leraren kunnen ook laten zien hoe dergelijke strategieën worden ingezet door hun eigen denkprocessen te demonstreren (*modelling*).
- **Effectief klasmanagement en het gebruik van groeperingsvormen tijdens het leerproces.** Het integreren van samenwerkend leren in het STEM onderwijs heeft gunstige effecten op de cognitieve prestaties en bevordert eveneens de interesse, motivatie en houding van leerlingen ten opzichte van STEM. Het gezamenlijke leerproces vereist echter zorgvuldige voorbereiding en begeleiding (fi.uu.nl, 2017).

- **Formatief evalueren:** het leerproces wordt tussentijds geëvalueerd, met als voornaamste doel dit bij te sturen waar nodig. Er is dus een continue vaststelling nodig van wat er is geleerd om gericht vervolgstappen te plannen. Deze kenmerken van een effectieve begeleiding bij het onderzoekend leren concorderen met de eerder genoemde vier didactische pijlers waarop men als leraar en student-leraar kan terugvallen bij STEM-onderwijs (Dejonckheere et al., 2016; Van De Keere & Neyrincx, 2020; Vervaeke, 2020). De eerste pijler belicht het belang van het zoeken naar betekenisvolle contexten waarin leerlingen waardevolle en leerrijke STEM-ervaringen kunnen opdoen. Leerlingen kunnen effectief betrokken worden door gebruik te maken van specifieke terminologie en aan te sluiten op hun bestaande ervaringen of voorkennis. Bijvoorbeeld, door een "pop-up" museum in de klas met schaduwkunstwerken kunnen leerlingen geïnspireerd worden om hun eigen schaduwkunstwerk te maken (zie www.stem4math.eu). Als leraar kan je hen begeleiden bij onderzoekend en ontwerpend leren, waarbij ze het concept van rechtlijnige voortbeweging van licht ervaren, met 'schaduw' als toepassing. Tijdens het tekenen van hun opstellingen leren ze op een betekenisvolle manier principes zoals bovenaanzicht, zij-aanzicht en schaduwlijnen toe te passen.

De tweede pijler focust op het stellen van denk- en doe-vragen die het denk- en handelingsproces van de leerlingen aanwakkeren in plaats van de oplossing te presenteren. Deze pijler sluit aan bij het paradigma van 'formatief handelen' (Kneyber et al., 2022) waarbij de nadruk ligt op het geven van instructie en voortdurende feedback en evaluatie die de leerlingen aanzet tot 'denken' (*minds-on*) en 'doen' (*hands-on*). Tijdens een STEM-proces worden de kinderen zo actief betrokken en gaan ze praktisch aan de slag, wat samengaat met een hoger welbevinden en hogere betrokkenheid (Struyf et al., 2019). De derde pijler focust op het stimuleren van leerlingen om systematisch en 'zelfregulerend' te werk te gaan door bijvoorbeeld een 'eerlijk onderzoek' op te stellen en uit te voeren waarbij variabelen gecontroleerd moeten worden of waarbij gebruik gemaakt wordt van een bepaalde oplossingsmethode (heuristiek) in plaats van trial-and-error. Leerlingen moeten bij de schaduwkunstactiviteit schaduwen van objecten creëren met verschillende groottes. Ze dienen verschillende variabelen te controleren,

zoals de positie van de lichtbron en de positie van het object ten opzichte van het projectiescherm. Het aanpassen van één variabele per keer is vereist om het resultaat te beoordelen. Deze aanpak bevordert zelfstandig denken zonder een vast stappenplan. Het doel is om de leerlingen te begeleiden in hun denk- en reflectieproces en bij het maken van keuzes (Furtak et al., 2012). Op die manier worden leerlingen gestimuleerd om zelf strategieën te ontwikkelen die hen helpen om een veelheid aan probleemtipes op te lossen (Bellens & De Fraine, 2012). De vierde pijler benadrukt het belang van reflectie en interactie. Samenwerken zorgt ervoor dat er geleerd wordt van elkaar en het bevordert het gebruik van metacognitieve vaardigheden, omdat leerlingen daardoor hun gedachten onder woorden brengen. Binnen STEM-onderwijs is samenwerking een effectieve benadering om het leerproces te stimuleren (Kyndt et al., 2013, onderwijskennis.nl, z.d.) met belangrijke transfers van groepsprestaties naar individuele prestaties (Stern et al., 2017). Bovendien zorgt het ervoor dat je als leerkracht beter kan inspelen op leernoden van leerlingen (Tomlinson et al., 2003).

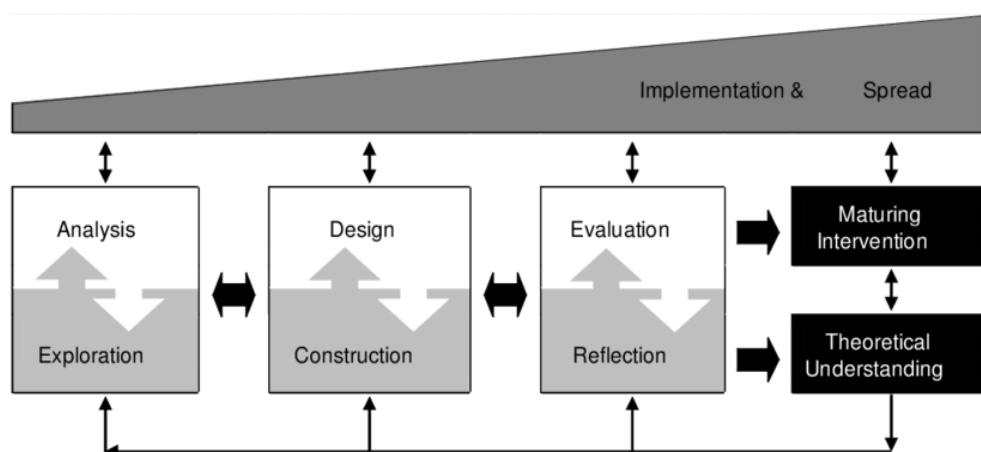
3. Educatieve technologie ter verrijking van STEM-onderwijs

Het ontwerpen en begeleiden van onderwijs met educatieve technologie vraagt om nieuwe benaderingen en nieuwe competenties bij leraren (cf. het DigCompEdu-model van Redecker & Punie, 2017). Vaak ligt de focus op het technische, de tools op zich, in plaats van op het didactische. In het TPACK-model (Mishra & Koehler, 2016) wordt de leraar als ontwerper centraal geplaatst veeleer dan de educatieve technologie. Ook binnen de methodiek 'DIGISTEM' moet educatieve technologie gezien worden als een oplossing voor (vak)didactische uitdagingen waarmee de leraar geconfronteerd wordt. Binnen de context van STEM-onderwijs zien we daar heel wat kansen om het leerproces te optimaliseren (e.g. Pasnik & Hupert, 2016; Yang & Baldwin, 2020). Echter, het is niet altijd duidelijk onder welke voorwaarden bepaalde toepassingen het meest effectief zijn (Lin, 2017). Bewuste en doordachte keuzes zijn noodzakelijk (Chauchan, 2016; Archer et al., 2014). Op basis van literatuur en voorbeelden van activiteiten valt op dat educatieve technologie vooral versterkend werkt voor het stimuleren van zelfregulerend leren, het samenwerken en het doelgericht werken. Deze vaststelling vormde dan ook de basis voor het didactisch reflectiekader binnen de methodiek 'DIGISTEM' (zie verder). In wat volgt worden enkele van de mogelijkheden besproken binnen de eerder genoemde vier pijlers (Dejonckheere et al., 2016).

Zo kan digitale verrijking bijdragen aan het bouwen van betekenisvolle contexten om relevante voorkennis te activeren of het prikkelen van nieuwsgierigheid en het aanwakken van een betrokken houding (www.digistem.be/een-onderkomen-voor-de-wilde-dieren-de-schooltuin, www.digistem.be/vliegtuigen-spotten). Het stellen van denk- en doe vragen kan digitaal door het inbouwen van tussentijdse evaluatiemomenten in een digitaal leerpad (www.digistem.be/noodlanding-op-een-onbewoond-eiland). Het systematisch onderzoeken kan ondersteund worden door structuur aan te reiken tijdens het leerproces via digitale weg (www.digistem.be/bootje-varen#digistem). Interactie en reflectie kan aangereikt worden door bijvoorbeeld reflectie over oplossingen via digitale quizzen en polls (www.digistem.be/rare-snuiters-die-romeinen). Diverse gegevens over het leerproces, zoals antwoorden uit online quizzen, kunnen immers bijgehouden worden. Educatieve technologie kan het samenwerken ook versterken via bijvoorbeeld screen sharing in collaborative classrooms (Jeong, et al., 2019).

Onderzoeksmethode

De ontwikkeling van de 'DIGISTEM'-methodiek met als doel weloverwogen keuzes te maken bij het integreren van educatieve technologie in STEM-onderwijs stond centraal binnen het DigiSTEM project. Het project maakte gebruik van educational design research, bestaande uit de analyse-, prototype-, en assessmentfase (figuur 2; McKenny & Reeves, 2012).



Figuur 2: Fasen van educational design research (ontwerponderzoek) (McKenny & Reeves, 2012)

Om de methodiek aan te passen aan de praktijk werden diverse stakeholders betrokken, waaronder leraren kleuteronderwijs en lager onderwijs, directies van basisscholen, studenten educatieve bachelor kleuteronderwijs en lager onderwijs, experts in onderzoeksmethodologie, lerarenopleiders, pedagogische begeleiders, experts in STEM-onderwijs, experts in digitaal leren, experts in de lerarenopleiding. Deze betrokkenheid transformeerde leraren en stakeholders tot mede-onderzoekers met het kernteam.

De analysefase omvatte een literatuurstudie en contextanalyse in samenwerking met 3 pilootscholen. Klasobservaties en interviews met belanghebbenden onthulden uitdagingen, zoals verschillende competenties bij leraren en moeilijkheden bij het integreren van digitale tools.

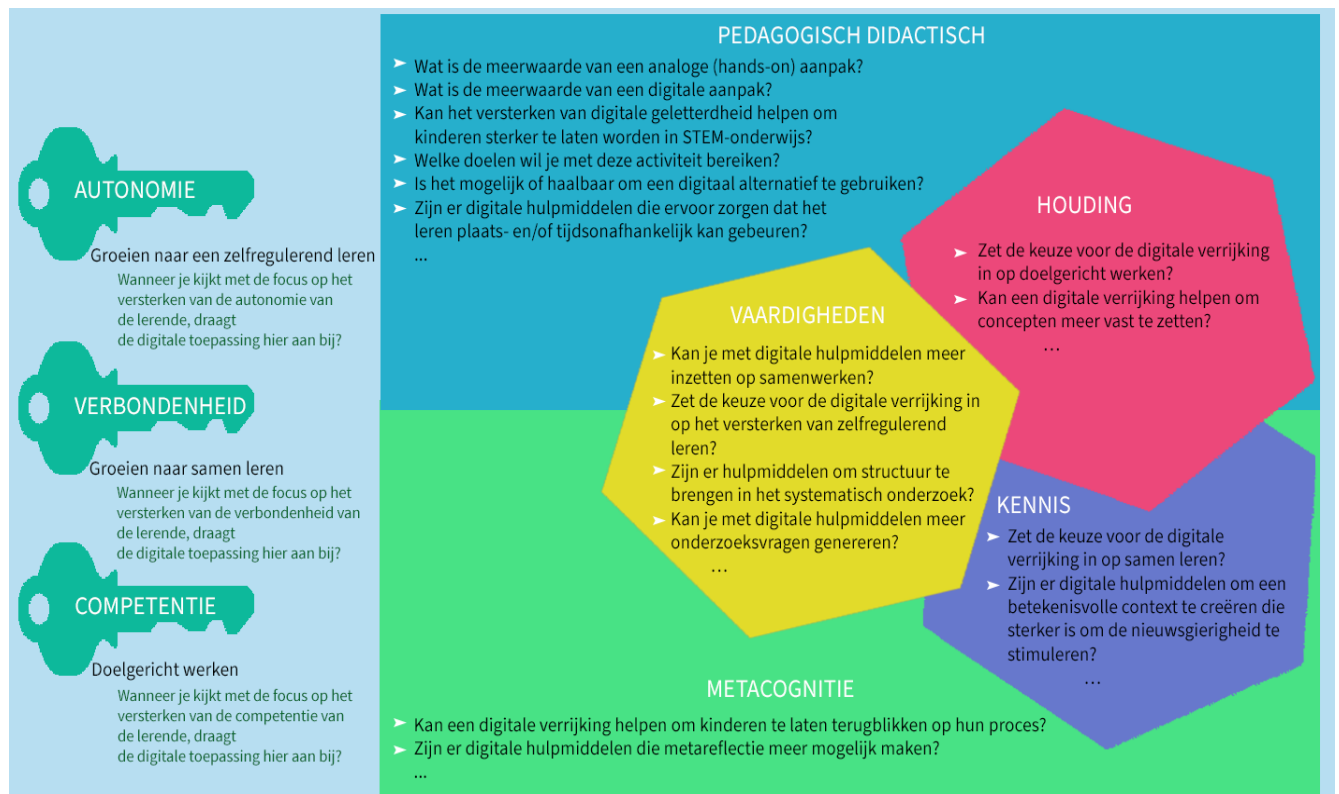
In de prototypefase werden Teacher Design Teams (TDT) gevormd, bestaande uit diverse belanghebbenden. Ze werkten samen aan de ontwerpcriteria, waarbij besloten werd om de inhoud van de DIGISTEM-methodiek modulair te presenteren. Dit leidde tot 7 modules en 21 praktijkvoorbeelden, ontwikkeld en getest in pilootscholen die geraadpleegd kunnen worden op <http://www.digistem.be>.

De assessmentfase gebruikte het AUSIC/B5-principe, met reflectie- en expertengroepen die de modules en praktijkvoorbeelden evalueerden. Optimalisaties werden doorgevoerd op basis van feedback tijdens walkthroughs en professionaliseringsmomenten.

Onderzoeksresultaten en inzichten

Het ontwerponderzoek resulteerde in een methodiek 'DIGISTEM' die wordt voorgesteld als een online modulair leerpad voor leraren, maar die ook door lerarenopleiders gebruikt kan worden in de lerarenopleidingen. Het leerpad kwam tot stand vanuit de eerder genoemde ontwerpcriteria en bestaat uit 7 afzonderlijke modules die zowel op zichzelf als sequentieel kunnen worden doorlopen. Deze modules zijn de bouwstenen van de methodiek 'DIGISTEM' en hebben als doel het optimaliseren van de STEM-didactiek om vervolgens STEM met digitale verrijking te kunnen inzetten in de klaspraktijk. De eerste module 'onderzoekende houding als basis voor STEM-onderwijs' is het resultaat van de theoretische verdieping in STEM-onderwijs. In deze module wordt ingegaan op wat STEM-onderwijs is en wordt een didactische houvast gegeven aan de hand van de vier pijlers en drie O's (zie eerder: *Onderzoeken, Ontwerpen, Optimaliseren*). In de tweede en derde module wordt dieper ingegaan op het belang van 'betekenisvolle contexten'. Uit de try-outs bleek immers dat deze pijler moeilijk

concreet te maken was in de klaspraktijk. In de vierde module worden de mogelijkheden verkend om STEM-onderwijs digitaal te verrijken met behulp van een didactisch reflectiekader.



Figuur 3: didactisch reflectiekader DIGISTEM

Aan de hand van dit reflectiekader wordt doordacht en bewust stilgestaan bij de inzetbaarheid en verrijking van educatieve technologie in het STEM-onderwijs. Vervolgens wordt in deze module een voorbeeld gegeven van hoe een STEM-activiteit met digitale verrijking een meerwaarde kan zijn.

Op basis van de eerdere modules wordt er in de vijfde module 'DigiSTEM met kinderen' ingegaan op praktijkvoorbeelden die illustreren en inspireren hoe educatieve technologie geïntegreerd kan worden in STEM-onderwijs. De praktijkvoorbeelden zijn het resultaat van de TDT's uit de ontwerpfase. Daarnaast bevat deze module ook handvatten om zelf aan de slag te gaan om STEM-activiteiten digitaal te verrijken. In de zesde module 'STEM voor alle kinderen' wordt belicht hoe educatieve technologie binnen STEM-onderwijs een meerwaarde kan zijn om in te zetten op het gericht en individueel ondersteunen van leerprocessen bij kinderen met verhoogde zorg. In functie van duurzame implementatie op school wordt tenslotte in de zevende module 'STEM in schoolcontext' de rol van de school toegelicht. Hiervoor bevat de module een

draaiboek waarmee basisscholen aan de slag kunnen gaan om op een zinvolle en duurzame manier digitale verrijking binnen STEM-onderwijs een plaats te geven op de eigen school.

De modules werden geïntegreerd in het basiscurriculum van de betrokken lerarenopleidingen. Student-leraren geven aan dat ze door de modulereeks tot het inzicht zijn gekomen dat educatieve technologie daadwerkelijk een meerwaarde kan hebben in de klascontext om het leerproces van leerlingen tijdens STEM-onderwijs te stimuleren. In de professionaliseringssessies met leraren kwam vooral naar voren dat de modules hebben bijgedragen aan een hernieuwde focus op de kwaliteit van het onderwijs. Voorheen neigden leraren te vaak naar het gebruik van tools omwille van de tools zelf. Beide groepen benadrukten sterk dat de goede praktijken hebben geholpen bij het overwinnen van drempels voor implementatie en ook bij het enthousiasmeren van collega's of stagebegeleiders voor een innovatief onderwijsverhaal.

Hefbomen voor integratie in de lerarenopleiding

Binnen educational design research is het fundamenteel om van meet af aan de initiële gebruikers van het eindproduct te betrekken bij de ontwikkeling en evaluatie van dit product. Binnen het DigiSTEM-project is het eindproduct de DIGISTEM-methodiek. Zo werden lerarenopleiders, studenten en leerkrachten basisonderwijs actief betrokken in het proces van de ontwikkeling via resonantiegroepen, focusgroepen en via try-outs bij het ontwikkelen en testen van de praktijkvoorbeelden die deel uitmaken van de methodiek.

Om het implementeren van de DIGISTEM-methodiek zo laagdrempelig mogelijk te maken in de lerarenopleiding en het werkveld werd ervoor gekozen om een online leermodule te ontwikkelen die overzichtelijk gepresenteerd zou worden op een toegankelijke website, en een korte url: www.digistem.be.

De DIGISTEM-methodiek is daarbij ontworpen met een modulaire opzet, waardoor deze flexibel kan worden ingezet binnen het curriculum van lerarenopleidingen. Deze aanpak komt voort uit de noodzaak om te voldoen aan de verschillende behoeften van lerarenopleidingen, waar sommige al ver zijn gevorderd in de integratie van STEM en/of het inzetten van educatieve technologie, terwijl anderen nog een weg te gaan hebben. Dit werd duidelijk na bevraging van experts en collega's uit andere lerarenopleidingen binnen het traject dat gelopen werd met een expertengroep.

Binnen het DIGISTEM-project vonden we het belangrijk dat de manier waarop de methodiek voorgesteld werd ook bruikbaar zou zijn door leerkrachten basisonderwijs. Ook binnen deze groep merkten we een grote diversiteit in de beginsituatie op vlak van implementatie van STEM en/of educatieve technologie in de klas. De diversiteit en de openheid van de deelnemers was van cruciaal belang om een product te ontwikkelen dat breed inzetbaar is en duurzaam geïmplementeerd kan worden.

Ook het feit dat onderzoekers zelf actief met studenten aan de slag gingen met het ontwikkelde materiaal, bleek cruciaal om de effecten van de inzichten en ontwikkelingen uit het onderzoek te ervaren. Zo konden bijvoorbeeld drafts van de kijkwijzer zeer snel aangepast worden op basis van de directe ervaring in interactie met de studenten. Het opnemen van een rol als lerarenopleider naast die van onderzoeker bleek met andere woorden van essentieel belang bij het ontwikkelen van de DIGISTEM-methodiek.

De DIGISTEM-methodiek biedt zo een antwoord op de diversiteit aan behoeften betreffende de integratie van STEM en educatieve technologie. Lerarenopleiders en leerkrachten kunnen modules selecteren die het beste aansluiten bij hun specifieke context en doelen. Voor lerarenopleiders en leerkrachten die al ver zijn met de integratie van STEM, kunnen specifieke modules worden gekozen die dieper ingaan op de integratie van educatieve technologie om het STEM-onderwijs te bevorderen. Aan de andere kant kunnen lerarenopleiders die nog aan het begin staan met de integratie van STEM stapsgewijs modules toevoegen om studenten voor te bereiden op deze veranderingen in het onderwijslandschap. Bovendien biedt het modulaire karakter van de DIGISTEM-methodiek ruimte voor differentiatie en aanpassing aan verschillende leerstijlen en niveaus van vaardigheden bij leraren in opleiding. Hierdoor kunnen lerarenopleidingen de methodiek aanpassen aan de specifieke behoeften van hun studenten en de onderwijscontext waarin zij zullen werken.

Nu de DIGISTEM-methodiek gemakkelijk toegankelijk is voor de doelgroep in het onderwijsveld, beseffen de onderzoekers betrokken bij het DigiSTEM-project dat er blijvende aandacht zal moeten zijn voor disseminatie van de methodiek om deze volwaardig te integreren. Daarom blijft de focus liggen op het organiseren van bijscholing voor leerkrachten, het publiceren van de methodiek op diverse online platforms voor leerkrachten (vb. klascement), blogs en sociale media, en het uitwisselen van ervaringen omtrent het gebruik van de DIGISTEM-methodiek binnen lerende netwerken van lerarenopleiders, onderzoekers en docenten (vb. stembasis lerend netwerk).

Conclusie

Het project 'DIGISTEM' had als doel een praktische aanpak voor de integratie van educatieve technologie ter verrijking van STEM-onderwijs te ontwikkelen. Binnen het project werd daartoe een methodiek 'DIGISTEM' ontwikkeld met als basis een STEM-didactiek en daarop voortbouwend een didactisch reflectiekader dat in de praktijk kan gebruikt worden door leraren, lerarenopleiders en student-leraren. Daarnaast werden praktijkvoorbeelden ontwikkeld die illustreren hoe educatieve technologie het STEM-onderwijs kan versterken. Een beperking bij de praktijkvoorbeelden is dat educatieve technologie een hele lading dekt en in het huidige onderzoek de focus vooral lag op digitale tools en apps.

Vervolgonderzoek zou zich kunnen specificeren op praktijkvoorbeelden die inzetten op XR- en AI-toepassingen. Hiervoor kan het didactisch-reflectiekader ook een houvast bieden. De STEM-didactiek met bijhorend didactisch-reflectiekader en praktijkvoorbeelden vormen dus samen de methodiek 'DIGISTEM' die voorgesteld wordt als een modulair leerpad op www.digistem.be. De bevindingen van dit onderzoek dragen bij aan innovatief STEM-onderwijs en aan de voorbereiding van toekomstige leraren op de uitdagingen van een digitale samenleving.

Auteurs

Kirsten Devlieger is werkzaam als docent wiskundige initiatie en onderzoekend leren binnen de opleiding educatieve bachelor kleuteronderwijs van de Arteveldehogeschool. Als praktijkonderzoeker en pedagoog richt hij zich op de verwondering van kinderen als sleutel binnen onderwijs, om hen te laten groeien vanuit bewegingsdrang en hun onderzoekende houding.

Kirsten.devlieger@arteveldehs.be

Jozefien Schaffler is als docent wereldoriëntatie en praktijkonderzoeker verbonden aan de opleiding educatieve bachelor kleuteronderwijs van de Arteveldehogeschool. Haar praktijkonderzoek focust voornamelijk op de onderzoekende houding van kinderen en STEM-onderwijs in de basisschool, waarbij het kind steeds centraal staat als ontdekker, verkenners en onderzoeker van de wereld rondom zich.

Jozefien.schaffler@arteveldehs.be

Stephanie Vervaet is als docent verbonden aan de lerarenopleiding van Hogeschool VIVES campus Kortrijk. Als praktijkonderzoeker richt ze zich op STEM en burgerschap in de kleuterschool. Ze vertrekt hierbij steeds vanuit de rijke inspiratiebron die jonge kinderen vormen, overtuigd van de kracht van hun out-of-the-box ideeën.

Stephanie.vervaet@vives.be

Stijn Coussement is als docent pedagogische wetenschappen en praktijkonderzoeker verbonden aan de lerarenopleiding van Hogeschool VIVES campus Kortrijk en het onderzoekscentrum Pro Teaching. Zijn onderzoeksinteresse gaat uit naar de digitalisering van het onderwijs en het leraarschap.

Stijn.coussement@vives.be

Kristof Van De Keere coördineert het onderwijsonderzoek en de valorisatie hiervan aan de VIVES Hogeschool. Hij is betrokken bij praktijkgericht onderzoek met betrekking tot STEM en onderzoekend leren in de basisschool en heeft bijgedragen aan diverse praktijkgerichte publicaties hieromtrent. Daarnaast doceert hij natuurwetenschappen en technologie binnen de lerarenopleiding.

Kristof.vandekeere@vives.be

Ruben Vanderlinde is werkzaam als professor aan de Vakgroep Onderwijskunde van de Universiteit Gent. Zijn onderzoeksinteresse ligt op het gebied van de professionele ontwikkeling van student-leraren, leraren en lerarenopleiders. Hij is ook voorzitter van de opleidingscommissie Educatieve Masters.

Ruben.Vanderlinde@UGent.be

Referenties

Archer, K., Savage, R., Sanghera-Sidhu, S., Wood, E., Gottardo, A., Chen, V. (2014). Examining the effectiveness of technology use in classrooms: A tertiary meta-analysis. *Computers & education*, 78, 140-149.

Bellens, K., De Fraine, B. (2012). *Wat werkt? Kenmerken van effectief basisonderwijs*. Leuven: Acco.

Chauchan, S. (2017). A meta-analysis of the impact of technology on learning effectiveness of elementary students. *Computers & educatief*, 105, 14-30.

Dejonckheere, P., Vervaet, S., & Van De Keere, K. (2016). *STEM-didactiek in het kleuter- en lager onderwijs: het PK-model*. Geraadpleegd op 26 oktober 2023 via <https://www.onderzoekendleren.be/sites/default/files/STEM%20Didactiek%20%282016%29.pdf>

Departement Onderwijs en Vorming. (2012). *STEM-actieplan 2012-2020*. Geraadpleegd op 26 oktober 2023 via: <https://www.onderwijs.vlaanderen.be/nl/onderwijspersoneel/van-basis-tot-volwassenenonderwijs/lespraktijk/stem-science-technology-engineering-mathematics/stem-actieplan>

Departement Onderwijs en Vorming. (2015). *STEM-kader voor het Vlaamse Onderwijs*. Geraadpleegd op 26 oktober 2023 via <https://www.onderwijskiezer.be/v2/download/STEM-kader-voor-het-Vlaamse-onderwijs.pdf>

Departement Onderwijs en Vorming. (2021). *Visienota Digisprong*. Geraadpleegd op 26 oktober 2023 via <https://publicaties.vlaanderen.be/view-file/40711>

Devlieger, K., Van Houte, H. & Schaffler, J. (2013). Grote onderzoekers. Onderzoekende houding ontwikkelen en stimuleren. *De wereld van het jonge kind* (3), 28-31.

Digitale didactiek. (z.d.). Geraadpleegd op 26 oktober 2023 via www.digitaledidactiek.be

Fadel, C., Bialik, M. , Trilling, B. (2015). *Four-dimensional education. The competencies learners need to succeed*. Center for Curriculum Redesign.

Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D.C. (2012). Experimental and QuasiExperimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.

- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: maximizing impact on learning*. Londen; New York: Routledge.
- Jeong, H., Hmelo-Silver, C.E., & Jo, K. (2019). Ten years of Computer-Supported Collaborative Learning: A meta-analysis of CSCL in STEM education during 2005–2014. *Educational Research Review*, 28.
- Kneyber, R., Sluijsmans, D., Devid, V., & Wilde López, B. (2022). *Formatief handelen. Van instrument naar ontwerp*. Culemborg: Phronese.
- Kyndt, E., Raes, E., Lismont, B., Timmers, F., Cascallar, E., & Dochy, F. (2013). A meta-analysis of the effects of face-to-face cooperative learning. Do recent studies falsify or verify earlier findings? *Educational Research Review*, 10, 133-149.
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86, 681-718.
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2012). *Conducting educational design research*. Routledge.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108, 1017-1054.
- Onderwijskennis.nl (z.d.). *Inzetten van samenwerkend leren*. Geraadpleegd op 21 oktober 2023, van <https://www.onderwijskennis.nl/kennisbank/inzetten-van-samenwerkend-leren>
- Onderwijskiezer. (z.d.). geraadpleegd op 26 oktober 2023, van <https://www.onderwijskiezer.be/v2/extra/stem.php>
- Pasnik, S., & Hupert, N. (2016). *Early STEM Learning and the Roles of Technologies*. Waltham, MA: Education Development Center, Inc.
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). *Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research*, *Studies in Science Education*, 50:1, 85-129
- Redecker, C. & Punie, Y. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Slo.nl (z.d.). *wetenschap en technologie. Onderzoeken en ontwerpen*. Geraadpleegd op 29 december 2023, van <https://www.slo.nl/thema/meer/wetenschap/componenten/onderzoeken/>

- Stern, A., Schultze, T., & Schulz-Hardt, S. (2017). How Much Group is Necessary? GroupTo-Individual Transfer in Estimation Tasks. *Collabra: Psychology*, 3(1), 16. doi: 10.1525/collabra.95
- Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice? *International journal of science education*, 41(10), 1387-1407.
- Tallir, I., Devlieger, K., Remerie, T., Vandorpe, B., & Gentier, I. (2018). *School in beweging. Jonge kinderen, grote bewegers ... en de school*. Gent: Owl Press
- Tomlinson, C.A., Brighton, C., Hertberg, H., Callahan, C.M., Moon, T.R., Brimijoin, K., Conover, L.A., & Reynolds, T. (2003). Differentiating Instruction in Response to Student Readiness, Interest, and Learning Profile in Academically Diverse Classrooms: A Review of Literature. *Journal for the Education of the Gifted*, 27(2/3). 119-145.
- Van De Keere, K. & Vervaet, S. (2013). *Leren is onderzoeken. Aan de slag met wetenschap in de klas*. Lannoo Campus, Leuven.
- Van De Keere, K., & Neyrynck, G. (2020). *Sterk in STEM. Inspiratiegids voor het lager onderwijs*. Leuven: Acco.
- Van Houte, H., Devlieger, K., Schaffler, J., Remerie, T., & Vanderlinde, R. (2013). Design research focusing on the roles of multiple stakeholders in the development of a professional development programme for early childhood teachers. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research, part B: illustrative cases* (pp. 713–7323). Enschede, The Netherlands: SLO.
- Vansteenkiste, M., & Soenens, B. (2015). *Vitamines voor groei: ontwikkeling voeden vanuit de Zelf-Determinatie Theorie*. Acco.
- Vervaet, S. (2020). *Sterk in STEM. Inspiratiegids voor het kleuteronderwijs*. Leuven: Acco.
- Yang, D., & Baldwin, S. (2020). Using Technology to Support Student Learning in an Integrated STEM Learning Environment. *International Journal of Technology in Education and Science*, 4(1), 1-11. DOI: <https://doi.org/10.46328/ijtes.v4i1.22>