



HOOFDSTUK 1
WAAROM STEM?

1.1 LEERLINGEN ... Toekomst ... Maatschappij ... Economie

Als je een tijdje geleden aan je vrienden of familie vertelde dat je met 'STEM' bezig was, dan vroegen ze zich vaak af of je dan naar de logopedist ging en of je een probleem had. Ondertussen kunnen de meeste mensen nu in één adem 'Science, Technology, Engineering & Mathematics' als een rijmpje opzeggen. Wat de termen precies inhouden, is minder duidelijk. We bespreken ze in hoofdstuk 2. Eerst bekijken we waar STEM vandaan komt, want de aandacht voor STEM is de laatste jaren enorm toegenomen.

De arbeidsmarkt van nu en in de toekomst

De opmars van STEM op schools vlak heeft enerzijds te maken met de nood om meer jongeren voor STEM-gerelateerde richtingen te laten kiezen in het middelbaar en hoger onderwijs. De arbeidsmarkt en de economie kreunen onder een tekort aan arbeidskrachten die een technische achtergrond hebben. Dat geldt niet enkel voor de Lage Landen, maar is een internationale bekommernis.



Functioneren in de maatschappij

Anderzijds is STEM een antwoord op de nood aan 21e-eeuwse competenties. Het gaat hier om de kennis, vaardigheden en attitudes waarvan men overtuigd is dat jongeren ze nodig hebben om succesvol te kunnen functioneren in deze en de toekomstige maatschappij (Cichon & Ellis, 2003).

Bij dergelijke competenties denken we aan creatief handelen, kritisch denken, kunnen omgaan met media, communiceren, samenwerken, culturele openheid vertonen, onderzoekend ingesteld zijn, ... Je weet dat deze zaken belangrijk zijn in onze steeds ingewikkeldere wereld. Maar focus je je daar op als je lesgeeft? Heb je die competenties altijd in het achterhoofd?

De goeie ouwe tijd ...

Lesgeven evolueert mee met de veranderingen op maatschappelijk en economisch vlak, veel meer dan vroeger het geval was. Toen ging het veeleer om: leren lezen, rekenen en schrijven en dan een stiel leren (als je dat geluk al had). Maar naar die 'goeie' ouwe tijd wil niemand terug.

Betere link met de realiteit

STEM is niet enkel het bieden van meer aandacht voor wetenschap, techniek, wiskunde en engineering. STEM wordt ook geassocieerd met een verschuiving in de manier waarop leerlingen leren. Het is een verschuiving van het leren van geïsoleerde, losstaande feiten en vaardigheden naar het werken en leren zoals wetenschappers, wiskundigen, ingenieurs en mathematici dat doen, binnen hun werkveld. De focus ligt bij STEM meer op het gebruik van domeinoverstijgende strategieën, exploratie, onderzoek, het oplossen van problemen en kritisch denken (Asghar, Ellington, Rice, Johnson, & Prime, 2012). Wanneer een domeinoverstijgende aanpak wordt gebruikt, begrijpen leerlingen beter waarover het gaat en kunnen ze beter een link leggen met de levensechte realiteit (Berry, Johnson, & Montgomery, 2005).

Vele mensen zullen meteen reageren: 'Ze kunnen toch niet allemaal dokters, advocaten en ingenieurs worden.' Inderdaad, maar het gaat hier om een manier van aanpakken die iedereen kan leren en om vaardigheden die iedereen kan gebruiken om beter te functioneren in een door technologie overgoten wereld, of je nu ingenieur, kok, machineoperator, loodgieter of zorgkundige bent.

Rondvraag bij jongeren, een andere aanpak

Iedereen heeft zich tijdens zijn schoolloopbaan als kind ongetwijfeld al eens afgevraagd: 'Waarom leer ik dit eigenlijk? Dit ga ik later nooit nodig hebben. Ik studeer het gewoon omdat het moet, maar ik zou niet weten waar het gebruikt wordt.'

In de universiteit van Oslo werd in 2010 een grootschalige studie opgezet waarbij aan jongeren over de hele wereld hun mening werd gevraagd over de lessen wetenschappen op school (Sjoberg & Schreiner, 2010). Uit de resultaten van deze ROSE-studie bleek dat Europese jongeren weinig interesse hebben voor wetenschappen en dat wetenschap zoals dat vak op school wordt gegeven, voor hen geen inzicht biedt in het belang ervan voor de maatschappij.

STEM wordt in dit boek gezien als een aanpak waarbij jongeren meer gestimuleerd kunnen worden vanuit probleemstellingen binnen betekenisvolle contexten. Anders gesteld: problemen die in ons leven en onze omgeving écht voorkomen, rondom ons, op ons niveau.

Om die problemen te kunnen oplossen vervagen de grenzen tussen wetenschap, technologie, bouwkunde, ingenieurswetenschappen en wiskunde (disciplines in STEM) en komt de focus te liggen op ervaring, *problem solving* en exploratie. In tegenstelling tot andere 'vakken' die netjes afgebakend zijn, kan STEM hier interdisciplinair - door andere leerinhouden of -gebieden heen - toegepast worden.

Studies

Tal van studies doen aanbevelingen voor STEM in de praktijk (Stohlmann, Moore, & Roehrig, 2012). Zemelman, Daniels en Hyde (2005) stellen bijvoorbeeld tien belangrijke richtlijnen op die kunnen bijdragen tot het opbouwen van STEM-geletterdheid:

1. het gebruik van *hands-on learning* (dóén!);
2. het inzetten van samenwerkend leren;
3. het stimuleren van discussie en onderzoek;
4. leerlingen vragen laten stellen en veronderstellingen laten maken;
5. leerlingen hun stellingen laten verantwoorden en hen laten nadenken;
6. leerlingen laten reflecteren (over hun eigen handelen en elkaar);
7. focussen op *problem solving* (probleemoplossend denken);
8. integreren van technologie;
9. de leerkracht laten optreden als bemiddelaar en begeleider;
10. evaluaties doen die onderdeel zijn van de STEM-begeleiding.

Deze richtlijnen hebben we geïntegreerd in onze STEM-didactiek, die in deze inspiratiegids verder uitgebreid wordt toegelicht. Maar het kan je alvast aan het denken zetten: 'Doe ik dat met mijn leerlingen?'

Ook bij de aanpak omtrent *big ideas* (Harlen, 2010) is men bekommerd om het feit dat leerlingen de leerinhouden te gefragmenteerd zien (en ervaren). Structuur en afbakening zijn nodig, maar ze zorgen er nu vaak voor dat jongeren het verband niet meer zien tussen de leerinhouden, zowel binnen als tussen de verschillende leerdomeinen (Van Houtte, Merckx, & De Bruyker, 2013).

De kringloop van het water

In het kleuter- tot het secundair onderwijs wordt het systeem van de kringloop van het water verschillende keren onder de loep genomen. Vaak worden dan telkens aparte proefjes gedaan over verdamping, stroming, debiet, warmte, lucht, temperatuur en worden die samengevoegd onder de noemer 'de kringloop van het water'.

Dat staat in tegenstelling tot de leerkracht die vertrekt vanuit een 'big idea' - het grotere plaatje - en de nadruk legt op inzicht, context en samenhang, eerder dan op losse definities en proeven. De leerkracht (of beter nog de kinderen) komen met een vraag. Hoe hard waait het precies? Hoeveel regen is veel regen? In het nieuws zeggen ze dat er geen grondwater meer is. Hoe wordt het zo droog? Waar gaat het water dan heen? Met de juiste onderzoeksvraag kunnen al een aantal dingen gemeten en getest worden (Hoe zouden we de hoeveelheid regen kunnen meten? Hoe meten we hoe hard het waait? Kunnen we daar een apparaat voor ontwerpen?).

Een overzicht van deze en volgende praktijkvoorbeelden vind je in bijlage 2.

Andere vergelijkbare voorbeelden zijn de voedselketen en het ecosysteem. Bij de 'big idea' gaat het dus eerder om een thematische aanpak, maar met voldoende aandacht voor essentiële wetenschappelijke concepten.

"Maar we werken in thema's, en zelfs met een handleiding. Twaalf thema's die elk jaar verder worden uitgediept en een horizontale doorstroming garanderen. Doen we dan al aan goed STEM-onderwijs?" Dat zijn terechte vragen. Een 'ja'- of 'nee'-antwoord zou hier nogal kort door de bocht zijn. Natuurlijk spelen de leerkracht, didactiek, lesinhouden, klas- en schoolcontext en tal van andere factoren ook een rol. De voortdurende interactie tussen die elementen zullen de kwaliteit van de activiteit bepalen en het is moeilijk om die dynamiek in haar geheel te onderzoeken. Dat is ook niet de opzet van dit boek.

Handvatten

Eerder dan je hele lesgebeuren overboord te gooien en van voor af aan te beginnen, vonden we het interessanter om richtlijnen te bieden die je in staat stellen om activiteiten en lessen aan te passen of nieuwe activiteiten te analyseren en te selecteren. Je activiteiten toetsen aan wat je in de literatuur terugvindt en ervoor zorgen dat ze aan een aantal voorwaarden voldoen, is al een grote stap in de goede richting naar een onderzoekende aanpak, die eigen is aan STEM. Deze inspiratiegids reikt die handvatten aan waarmee leerkrachten met STEM aan de slag kunnen gaan.

1.2 STEM-geletterdheid

Waar gaat het soms nog de mist in?

Jonge kinderen (jongens én meisjes) hebben een grote interesse voor techniek en wetenschappen. Ook al is iedereen er ondertussen wel van overtuigd dat er vanuit maatschappelijk oogpunt veel redenen zijn die de nood aan STEM uitroepen – gelukkig, want dat is hard nodig – er hapert toch nog ergens iets. Tijdens de schoolloopbaan gaat die interesse vaak verloren, en dan vooral rond de overgang van het basis- naar het secundair onderwijs. Vreemd, of niet?

Om jobs in wiskunde, exacte wetenschappen en techniek te stimuleren, stipelde de Vlaamse regering een actieplan uit tot 2020.

Met heel veel enthousiasme groeiden er talloze initiatieven. De eindtermen van de eerste graad van het secundair onderwijs werden aangepakt. Heel veel leerkrachten waren klaar (en sommigen wat minder) om er ook in het basis-onderwijs werk van te maken.

STEM-leergemeenschappen werden gevormd. Kinderen kunnen naar STEM-academies in vrijwel alle provincies. Leerkrachten scholen zich bij in navormingstrajecten en -initiatieven. STEM is niet langer de underdog. Ook de eindtermen in het lager onderwijs zijn trekkers.



Wat is STEM-geletterdheid?

Algemeen zijn we het er wel over eens dat we moeten streven naar een STEM-geletterdheid (een term die we nog kennen uit 'mediageletterdheid') en dat een aanpassing van onze manier van lesgeven daartoe kan leiden.

Een definitie zou kunnen zijn: de mogelijkheid van iemand om fundamentele concepten uit wetenschap, techniek, engineering en wiskunde te begrijpen en toe te passen om zo te komen tot weloverwogen beslissingen, om problemen op te lossen en/of nieuwe producten en processen te creëren. Aanvullend daarbij is dat STEM-geletterdheid eveneens het bewustzijn omvat van de rollen die de verschillende componenten van STEM vervullen in de moderne samenleving (Onderwijs Vlaanderen, 2015).

Als we nu eens beginnen met het stimuleren van STEM-geletterdheid bij leerlingen? Dan leidt dat toch automatisch tot een positieve houding ten opzichte van wetenschap en techniek. Of niet?

Als leerkracht hoor je evenwel vaak van ouders: 'Mijn kind vond STEM in de lagere school wel leuk, en dus koos hij voor een STEM-richting. Maar het is toch wel iets heel anders dan wat hij verwacht had.' Een meer realistische kijk op STEM zou een grotere en efficiëntere instroom in STEM-richtingen tot gevolg moeten hebben, waarbij STEM-specialisatie dan wel op zijn plaats is.

Aan den lijve ondervonden ...

Daar ben ik dan, 12 jaar, al een hele kerel. Ik ga naar de grote school! Om een beter zicht te krijgen op wat er zoal buiten de beschermde wereld van het zesde leerjaar bestaat, ga ik naar de opendeurdag van de secundaire school. Ik kom ogen te kort: fantastische opstellingen van prenten, pruttelende flesjes, grote borden met draadjes en lampjes ... Dat moet fysica zijn! De rondleiding met mijn ouders, die me nauwelijks kunnen bijhouden, leidt tot maar één conclusie: ik ga wetenschappen studeren! Het kan niet snel genoeg 1 september zijn.

En toch, na een paar maanden begin ik mij af te vragen: wanneer mogen we nu echt iets doen? De grote opstellingen blijven achter gesloten deuren en ik schrijf kilometers formules om zaken uit te rekenen waarvan ik het bestaan niet ken. Met wiskunde heb ik net dezelfde ervaring: matrices, driehoeksformules, stellingen, bewijzen. Als ik nu maar eens wist waar ik die kon gebruiken.

Het leidt zelfs tot een herexamen. Leuk is anders natuurlijk.

Tijdens de vakantie mag ik mijn oom helpen in de garage. Hij herstelt auto's en van één exemplaar moet de 'bobine' vervangen worden. Een zwart zwaar ding dat ervoor zorgt dat de 12 volt van de autobatterij omgezet wordt in duizenden volts om dan een vonkje te maken en benzine te doen ontbranden. Het kader, de situatie (later 'context' genoemd) werd duidelijk: de wet van Ohm! - gevolgd door een kleine aha-erlebnis: 'Daar wordt het echt gebruikt!'



Een van de grote problemen in het huidige wetenschaps- en techniekonderwijs is dat jongeren niet direct het verband zien tussen wetenschappen, wiskunde of techniek en het oplossen van problemen/uitdagingen in de wereld. Veel concepten binnen wetenschap, wiskunde en techniek zijn te abstract en worden afzonderlijk

aangeboden in aparte disciplines. Uit de peilingen voor wiskunde (Onderwijs Vlaanderen, 2011), die waren afgenomen op het einde van de tweede graad lager onderwijs, blijkt bijvoorbeeld dat leerlingen begrippen, stellingen en formules over het algemeen goed kunnen toepassen in direct herkenbare opgaven. Maar er wordt zelden een transfer gezien bij nieuwe situaties, bij het interpreteren van resultaten of bij het zoeken naar oplossingen die niet onmiddellijk kunnen worden gevonden door een rechtstreekse toepassing van het gekende. Hieruit blijkt dat heel wat lagereschoolkinderen de essentie van wiskundige begrippen niet of onvoldoende begrijpen (Van Houte, Merckx, De Lange, & De Bruyker, 2013).

Het belang van context en actie

Dat kan een probleem zijn voor de verdere wiskundige vorming, ontwikkeling en daaraan gekoppelde attitudes (Margolin, Sampoli-Benitez, & Tarasenko, 2012; Haury, 1993). Gelijkaardig tonen de peilingen 'natuur' bij lagereschoolkinderen aan dat te weinig leerlingen het systematisch en planmatig uitvoeren van een onderzoek beheersen (Van de Keere & Vervae, 2013). Opnieuw is het niet zozeer de abstractie van concepten en ideeën die het probleem vormen (Van Houte, Merckx, De Lange, & De Bruyker, 2013), maar veeleer het ontbreken van een koppeling tussen een abstract idee en een concrete voorstelling of in sommige gevallen een fysieke ervaring (Dejonckheere, Smitsman, Desoete, Haeck, Ghyselinck, & Coppenolle, 2015).

Het ontbreken van context en actie leidt onder meer tot motivatieverlies en een vermindering van het zelfvertrouwen en de attitude van de leerling ten aanzien van STEM.

"Leren is meer dan het memoriseren van kennis en regels, het is meer dan het leren hanteren van procedures en instrumenten. Leren is ook het ontwikkelen van dieper inzicht. Maar leren in een kennissamenleving is vooral problemen onderzoeken en oplossingen uitproberen binnen een context van onzekerheid en voorlopigheid." (Van Limburg, 2014)

1.3 Stem = geïntegreerd

Binnen goed STEM-onderwijs worden de verschillende STEM-disciplines *geïntegreerd* (samen) aangewend vanuit probleemstellingen die aansluiten bij maatschappelijk relevante thema's. Daarbij worden antwoorden en

oplossingen gezocht via een iteratief (zich herhalend) proces waarin Onderzoeken, Ontwerpen en Optimaliseren centraal staan en waarbij STEM-concepten gebruikt worden om tot een oplossing te komen.

Zelf even de context kwijt als je dit hoort? Geen paniek. In deze inspiratiegids gaan we dieper in op deze 3 O's.

Op die manier kun je door middel van een sterke koppeling tussen abstracte inzichten en concrete ervaringen van de leerlingen zowel werken aan hun STEM-geletterdheid als aan hun 21e-eeuwse competenties, zoals ondernemerschap, creatief en kritisch denken.

Maar we wierpen al iets gelijkaardigs op: de vraag bij leerkrachten en andere betrokkenen blijft ongetwijfeld hoe je dat aanpakt.

Het STEM-kader voor het Vlaamse onderwijs



Het departement Onderwijs en Vorming van de Vlaamse overheid publiceerde het STEM-kader (Departement Onderwijs & Vorming, 2015) waarin richtlijnen en aanwijzingen beschreven staan voor het organiseren en implementeren van STEM in het basis- en secundair onderwijs. STEM wordt hierbinnen gedefinieerd als het interdisciplinair (of geïntegreerd) werken, waarbij vertrokken wordt vanuit probleemstellingen binnen realistische en maatschappelijk relevante contexten. We spreken dan van authentieke contexten. De probleemstellingen zijn 'open ended', wat wil zeggen dat er verschillende oplossingen mogelijk

zijn. De probleemstellingen zijn altijd op te lossen door het toepassen van STEM-concepten en -praktijken en via creativiteit in onderzoeken en ontwerpen binnen een context van samenwerking en interactie. Op die manier krijg je inzicht in STEM en word je je bewust van de rollen die S, T, E & M vervullen in onze maatschappij.

Een hele boterham ...

In het verlengde van het referentiekader hierboven biedt deze inspiratiegids een aantal tools om het STEM-kader te concretiseren voor het onderwijs van de lagere school. Echt aan STEM doen!

STEM is een manier om naar onderwijs te kijken waarbij je focust op de rijkheid van leerkanen. Processen van kritisch denken, problemen oplossen, gegevens analyseren en interpreteren en samenwerken kunnen optimaal kansen krijgen. Het feit dat STEM raakvlakken kent met verschillende leergebieden, wil wel niet zeggen dat het er in alle leergebieden bovenop komt. De implementatie van STEM binnen onderwijs kan vooral een meerwaarde zijn om kinderen te bereiken vanuit de totale ontwikkeling. Dat kan omdat er bijkomende mogelijkheden zichtbaar worden om aan te sluiten bij hun leefwereld en omdat er wisselwerkingen kunnen ontstaan die diverse leergebieden kunnen versterken. STEM biedt dus vooral kansen voor kwaliteitsvol onderwijs met aandacht voor diverse leergebieden (Schaffler 2018:235, in Tallir, Devlieger, Remerie, Vandorpe, & Gentier, 2018).

