

Ben je een docent die in de klas de touwtjes graag strak in handen houdt, maar ook aandacht wil besteden aan het ontdekkend leren door de leerlingen? Of laat je je leerlingen hun eigen weg zoeken, maar wil je een aantal leerprocessen toch van dichterbij begeleiden? Het 6E-model, een instructiemodel om effectief en motiverend wiskundeonderwijs te realiseren, biedt dan een handvat. **Bart Windels** licht het toe en beantwoordt veelgestelde vragen.

Het 6E-model

Een richtsnoer voor zelfontdekkend wiskundeonderwijs met sterke sturing

Wat is goed wiskundeonderwijs?

Als je aan docenten vraagt wat goed wiskundeonderwijs precies betekent, dan krijg je beslist een waaier van antwoorden, die elkaar op verschillende punten zullen tegenspreken. Sommige docenten houden in de klas de didactische touwtjes graag strak in handen. Anderen laten de leerlingen veel ruimte om hun eigen leerproces te sturen. Uiteraard is deze keuze niet zwart-wit: de ene dag is de andere niet, er zijn verschillen tussen groepen en een docent kan diverse onderwerpen op verschillende manieren aanpakken. Zo ontstaat er een continuüm van sterke sturing door de docent tot zelfsturing door de leerlingen. De ene docent bevindt zich iets meer in de richting van sterke sturing, de andere in de richting van zelfsturing. Dit noemt men wel eens de relationeel-epistemologische dimensie of de sturingsdimensie.

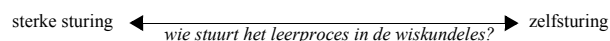


fig. 1 De sturingsdimensie.

Sommige docenten willen graag hun wiskundige competenties actief overdragen op de leerlingen. Zij rekenen erop dat leerlingen hun kennis en vaardigheden zullen assimileren door het zien van goede en enthousiasmerende voorbeelden. Andere docenten zijn ervan overtuigd dat leerlingen efficiënter leren door de leerinhouden zelf te (her)ontdekken op basis van hun eigen voorkennis. En ook hier is de situatie niet zwart-wit en zijn er vele tussen- of mengvormen mogelijk. Zo ontstaat een tweede continuüm, met name tussen receptief leren (de docent als aangever van de inhouden) en constructivistisch leren (de leerling die zijn eigen kennis opbouwt). Dit noemt men wel eens de epistemologische dimensie of de constructiedimensie.

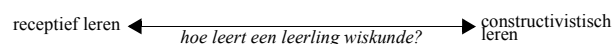


fig. 2 De constructiedimensie.

Soms leggen docenten spontaan verbanden tussen deze twee dimensies. Zo wordt sterke sturing al snel geassocieerd met receptief leren. Bij doceren, bijvoorbeeld, is er inderdaad sprake van sterke sturing in combinatie met receptief leren. Ook wordt zelfsturing soms geassocieerd met constructivistisch leren. Bijvoorbeeld bij groepswork rond een open opgave komt deze combinatie inderdaad voor. In de volgende figuur worden beide combinaties aangegeven met een grijze stip.

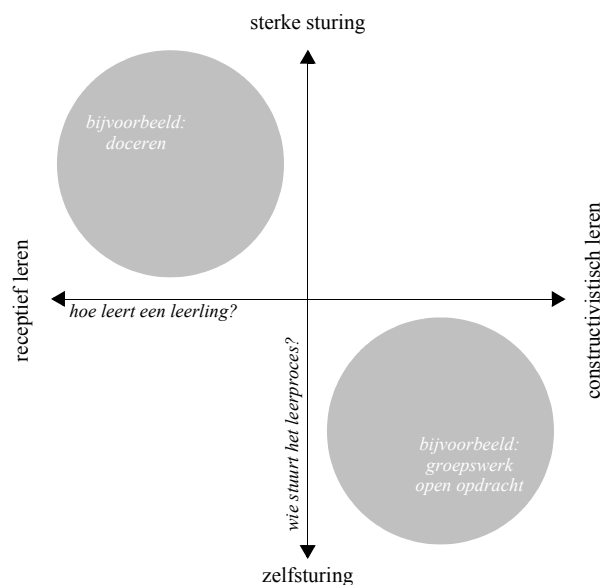


fig. 3 De grijze stippen geven combinaties aan van de twee dimensies, die docenten spontaan maken.

Soms gaat deze associatie zo ver dat er karikaturen ontstaan. Het samengaan van sterke sturing en receptief leren leidt tot het Hollywoodachtige beeld van de wat kalende docent, sterk in wiskunde, een goede verteller, die uitsluitend kiest voor klassikale werkvormen en die vaak zelf aan het woord is. Hem wordt wel eens verweten saai, niet motiverend en niet effectief te zijn. De combinatie van zelfsturing en constructivistisch leren leidt dan weer tot het

karikaturale beeld van de progressieve docent, een coole coach die vaak kiest voor groepswork en ICT-gebruik, die wiskunde kadert in boeiende realistische contexten en leerlingen stimuleert om te leren met vallen en opstaan. Hem wordt wel eens verweten minder sterke leerlingen onvoldoende houvast te bieden en sterke leerlingen onvoldoende voor te bereiden op het hoger onderwijs.

Echter, het wiskundeonderwijs laat zich niet vangen in karikaturen. De genoemde combinaties van de constructie- en sturingsdimensie zijn helemaal niet zo vanzelfsprekend als de bovenstaande karikaturen suggereren. Het doel van dit artikel is de – misschien onverwachte – combinatie van sterke sturing en constructivistisch leren te verkennen en deze samensmelting concreet te maken in een instructiemodel: het 6E-model.

Constructivistische instructie

Het formuleren van een instructiemodel betekent dat er didactisch-pedagogische keuzes moeten worden gemaakt. Zo kan worden gekozen voor eerder sterke sturing (of juist niet), voor constructivistisch leren (of juist niet), enzovoort. Door het maken van overdachte keuzes ontstaat een samenhangend geheel, een zogenaamd paradigma – een totaalplan van aanpak, zeg maar. Het paradigma in dit artikel, dat we *constructivistische instructie* noemen, steunt op de volgende drie uitgangspunten of pijlers. Elke pijler wordt kort gemotiveerd vanuit de literatuur.

Pijler 1: wiskunde leren gebeurt constructivistisch, met ruime aandacht voor het onderzoeksproces. Het is nagenoeg universeel aanvaard dat het leren van wiskunde een constructief proces is (zie bijvoorbeeld Cobb, Yackel & Wood, 1992).

Pijler 2: wiskunde leren wordt door de docent sterk gestuurd. De keuze voor docentgestuurde werkvormen wordt gemotiveerd door onderzoeksresultaten uit de cognitieve psychologie (zie bijvoorbeeld Mayer, 2004; Kirschner, Sweller & Clark, 2006). Deze worden voor het vak wiskunde bevestigd door pedagogisch onderzoek (zie bijvoorbeeld Opdenaker, 2004; Skolverket, 2009).

Pijler 3: realistische contexten worden als motivatieverhogend element gebruikt, maar de inhoud wordt contextvrij geformuleerd en worden deels contextvrij ingeoefend. De keuze om leerlingen via realistische contexten te engageren en te motiveren, sluit aan bij de visie op wiskunde als menselijke activiteit. De contexten maken deze activiteit betekenisvol (zie bijvoorbeeld Gravemeijer, 1995). Bovendien verhogen realistische contexten het leer-

lingenwelbevinden (Hamer 2010). De keuze om het constructivistisch leren contextvrij te organiseren, inclusief repetitieve training van rekenvaardigheden, wordt gemotiveerd door onderzoek in de cognitieve psychologie (zie bijvoorbeeld Kirschner, Sweller & Clark, 2006). Volgens recente inzichten is het werkgeheugen van de leerling immers niet uitgerust om efficiënt in een probleemgebaseerde context te redeneren. Bovendien leidt zo'n intensief gebruik van het werkgeheugen moeilijker tot het vastzetten van kennis in het langetermijngeheugen.

Constructivistische instructie omvat dus de combinatie van aandacht voor abstracte leerinhouden en voor onderzoekscompetenties, de combinatie van het gebruik van realistische contexten met de repetitieve contextvrije training van vaardigheden en de combinatie van constructivistisch leren met werkvormen met sterke sturing. Constructivistische instructie valt dus niet onder de karikaturen voorgesteld in figuur 3. Integendeel, figuur 4 illustreert de wat eigenzinnige positie van constructivistische instructie binnen de constructie- en sturingsdimensie.

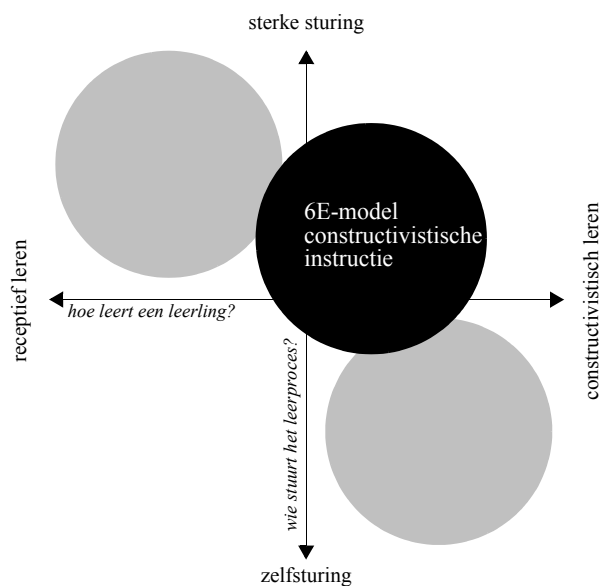


fig. 4 De positie van constructivistische instructie (en dus van het bijbehorende 6E-model) binnen de constructiedimensie (op de horizontale as) en de sturingsdimensie (op de verticale as).

Het 6E-model

De aanpak met constructivistische instructie kan worden geconcretiseerd met het 6E-model. Het model wordt toegepast om één nieuw begrip of één nieuwe eigenschap te ontsluiten via zes opeenvolgende leerstappen (E1, E2, E3, E4, E5 en E6). Het 6E-model is dus geen lesmodel, in die zin dat in één les de zes leerstappen uit het 6E-model soms verschillende malen worden doorlopen. Elk van de zes

leerstappen in het model neemt tussen één en tien minuten in beslag, naargelang het onderwerp en de didactische keuzes van de docent.

De keuze voor leerstappen is een welbekende manier van werken (zie bijvoorbeeld Driver & Oldham, 1986). Bovendien is zo'n didactische fasering onontbeerlijk om tot constructivistische instructie te komen: enerzijds om zowel de contextgebonden aanpak (zie leerstap E2 hieronder) en de contextvrije aanpak (leerstappen E4, E5 en E6) tastbaar te scheiden volgens de uitgangspunten van pijler 3, en anderzijds om de sturende docent te verplichten het constructivistisch leren na te streven (zie pijler 1). In het vervolg van dit artikel worden de zes leerstappen beschreven en met een voorbeeld geïllustreerd.

Leerstap E1. Evalueren van de begincompetenties

Tijdens deze leerstap worden de leerlingen door herhaling van relevante leerinhouden voorbereid op het leerproces. Immers, het voortbouwen op bestaande kennis kan pas efficiënt plaatsvinden als die voorkennis wordt opgefrist en waar nodig wordt geremedieerd.

Voorbeeld

Het lesdoel is: de leerlingen kunnen de eigenschap dat een omtrekshoek de helft is van de middelpuntshoek op dezelfde boog formuleren, bewijzen en toepassen.

Enkele leerlingen organiseren gedurende twee minuten een quiz (die ze thuis voorbereidden) met snelle oefeningen over twee eigenschappen: de basishoeken in een gelijkbenige driehoek zijn gelijk en een buitenhoek van een driehoek is gelijk aan de som van de twee niet-aanliggende binnenhoeken. De docent laat de leerlingen aan de hand van waarom-vragen bij de quizvragen de eigenschappen in correcte wiskundetaal formuleren. (Dit voorbeeld wordt vervolgd in leerstap E2)

Leerstap E2. Engageren

Tijdens deze leerstap worden de interesse en het engagement van de leerlingen opgewekt. De leerlingen ontdekken een motivatie voor de les. Om het even welke activiteit waarvan de docent oordeelt dat ze motivatieverhogend zal werken, kan plaatsvinden in deze leerstap. Indien mogelijk kadert de docent het onderwerp in een realistische of vakoverschrijdende context. De docent kan de leerlingen ook een uitdagende probleemstelling (teaser) voorleggen, die op dit moment in de les nog niet kan worden opgelost. Nog andere mogelijkheden zijn het kaderen van het onderwerp binnen een groter

leerstofgeheel of in een historische context, het geven van een boeiende demonstratie, enzovoort.

Voorbeeld (vervolg)

De docent legt de volgende realistische situatie voor en lokt daarover een klassediscussie uit (zonder tot de oplossing te komen). "Henk en Ingrid gaan naar een concert in een concertzaal die een cirkelvormig bovenaanzicht heeft; beiden zitten in een chique loge aan de rand van de zaal. In het midden van de zaal zit een geluidstechnicus (zie figuur 5). Wie van hen kan het podium onder de grootste hoek zien? Wie ziet het podium onder de kleinste hoek?"

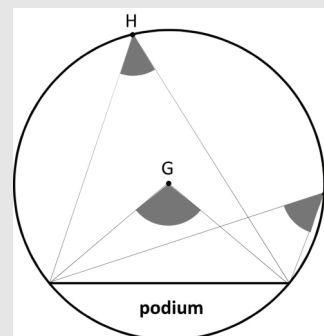


fig. 5

Leerstap E3. Exploreren

Tijdens deze leerstap worden nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen aan de hand van concrete voorbeelden onderzocht of ontdekt. Via voornamelijk gesloten vragen ontdekken de leerlingen een nieuwe leerinhoud op basis van wat ze al kennen en kunnen. De docent stelt nagenoeg alleen vragen; hij doet dit indien nodig zeer sturend of indien mogelijk eerder coachend. Hij zet aan tot coöperatief leren. Eventueel voert hij zinvolle terminologie in, waardoor de leerlingen vlotter met elkaar kunnen communiceren over de conclusies van hun verkenning.

Voorbeeld (vervolg)

De leerlingen meten op de bovenstaande figuur (zie figuur 5) onder welke kijkhoek de geluidstechnicus (G), Henk (H) en Ingrid (I) het podium kunnen zien. De leerlingen trekken een voorlopige conclusie: de hoeken van Henk en van Ingrid zijn even groot, die van de geluidsmans het dubbele daarvan. Indien het de verwoording door de leerlingen vergemakkelijkt, voert de docent de terminologie omtrekshoek en middelpuntshoek in, maar hij stuurt voorlopig niet aan op een expliciete formulering van de eigenschap.

Leerstap E4. Empirische kennis toepassen

Tijdens deze leerstap passen de leerlingen hun zojuist verworven informele kennis van de begrippen, concepten of eigenschappen toe in eenvoudige

contextvrije opgaven. Deze informele kennis wordt ook wel empirische kennis genoemd, kennis die je opdoet door ervaring.

Voorbeeld (vervolg)

De leerlingen maken per tweetal de volgende oefening: bepaal in figuur 6 de aangeduide hoeken.

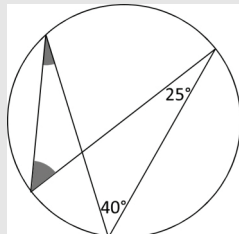


fig. 6

Een formele motivatie van het antwoord is niet nodig en op dit moment nagenoeg onmogelijk, omdat de leerlingen slechts empirische kennis ter beschikking hebben.

Leerstep E5. Expliciteren

Tijdens deze leerstep wordt door de leerlingen van begrippen en concepten een definitie gegeven en worden eigenschappen geformuleerd en bewezen.

Voorbeeld (vervolg)

Via waarom-vragen bij de oefening uit de vorige leerstep E4 (empirische kennis toepassen), ontlokt de docent bij de leerlingen de formulering 'Omtrekshoeken op dezelfde boog zijn gelijk en de helft van de middelpuntshoek.' In een onderwijsleergesprek vinden de leerlingen het bewijs, gebruik makend van de eigenschappen die in leerstep E1 (evalueren van de begincompetenties) werden opgefrist.

Leerstep E6. Eindcompetenties consolideren

Tijdens deze leerstep worden de aangeleerde begrippen, concepten en eigenschappen toegepast. De nieuwe kennis en nieuwe vaardigheden worden ingeoefend. De leerlingen evalueren hun eigen leerwinst.

Voorbeeld (vervolg)

De leerlingen maken oefeningen lijkend op de oefening in leerstep E4 (empirische kennis toepassen). Echter, de antwoorden moeten nu wel formeel worden gemotiveerd vanuit de eigenschap die in leerstep E5 werd geëxpliciteerd.

Hierna is een overzichtskaart van het 6E-model opgenomen, waarin wordt samengevat wat de rol van docent en leerling bij elke leerstep inhoudt.

Zes kritische vragen bij het 6E-model

Vraag 1: werkt het 6E-model in de praktijk?

Gedurende vier academiejaren (van 2008 tot 2012) is het 6E-model aangeboden aan een honderdvijftig-

tal studenten in de lerarenopleiding (professionele bachelor, de Nederlandse tweedegraadsopleiding) aan de Karel de Grote-Hogeschool in Antwerpen. In hun lesontwerp structureren de leraren in opleiding de lessen waarbij nieuwe concepten, begrippen of eigenschappen worden aangebracht volgens het 6E-model.

De meer dan vijftienghonderd lessen die door deze studenten werden voorbereid en gerealiseerd, suggereren de volgende voordelen:

- de leraar-in-opleiding heeft een houvast;
- de leraar-in-opleiding werkt leerboekonafhankelijk: het leerboek is een hulpmiddel, de docent is de regisseur van het onderwijsleerproces;
- de leraar-in-opleiding durft creatieve momenten in te lassen en activerende werkvormen of spelvormen te gebruiken: door het 6E-model gaat de gestructureerde lesopbouw immers niet verloren, als één leerstep volgens 'georganiseerde chaos' verloopt;
- de leerlingen ervaren de lessen als duidelijk, goed gestructureerd en leuk;
- de leraar-in-opleiding die het 6E-model onder de knie heeft, maakt zijn lesvoorbereidingen snel en zelfstandig; hij kan improviseren en kan didactisch sterk reageren op vragen van leerlingen.

Vraag 2: is het onderwijsleergesprek de meest gebruikte werkvorm in het 6E-model?

Neen, helemaal niet. Binnen het 6E-model heeft de docent nog veel didactische vrijheid en is er nog een grote variatie van de werkvormen mogelijk. Evidente en waardevolle alternatieven voor het onderwijsleergesprek zijn onder meer: spelvormen in leerstep E1 (evaluatie van de begincompetenties), onderzoekwerk in leerstep E2, begeleid zelfstandig leren in leerstep E3 (exploreren), zelfstandig werk in leerstep E4 (empirische kennis toepassen), peer-instructie in leerstep E5 (expliciteren) en groepswork in leerstep E6 (eindcompetenties consolideren). Echter, doceren – in het bijzonder in leerstep E5 (expliciteren) – kan nagenoeg niet: het zou het constructivistisch leren zwaar ondermijnen.

Het 6E-model kan ook goed worden toegepast in niet-klassikale werkvormen. Zo leent het 6E-model zich zeer goed om begeleid zelfstandig leren te structureren.

Vraag 3: is het nodig telkens de zes leerstappen (E1 tot E6) allemaal te doorlopen?

Neen. Een model is maar een model. De docent kan – steunend op zijn ervaring en meesterschap – zinvol afwijken van het model. Ziehier drie zinvolle afwijkingen:

Overzichtskaart van het 6E-model voor constructivistische instructie

Beschrijving leerstap	Acties van de docent	Acties van de leerlingen
E1 Evalueren van de begincompetenties		
Tijdens deze leerstap worden de leerlingen voorbereid op het leerproces.	<ul style="list-style-type: none"> De docent evalueert relevante voorkennis, vaardigheden en attitudes. De docent herhaalt waar nodig. 	<ul style="list-style-type: none"> De leerlingen rakelen begrippen, concepten en eigenschappen op, die tijdens deze les nuttig zijn.
E2 Engageren		
Tijdens deze leerstap wordt de interesse en het engagement van de leerlingen opgewekt.	<ul style="list-style-type: none"> De docent kadert het onderwerp in een realistische of vakoverschrijdende context. De docent engageert de leerlingen met een uitdagende probleemstelling of een boeiend instaprobleem. De docent kadert het onderwerp binnen een groter leerstofgeheel of een historische context. De docent geeft een boeiende demonstratie. 	<ul style="list-style-type: none"> De leerlingen ontdekken een motivatie voor de leerinhouden van deze les.
E3 Exploreren		
Tijdens deze leerstap worden nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen aan de hand van concrete voorbeelden onderzocht of ontdekt.	<ul style="list-style-type: none"> De docent geeft overdacht gekozen voorbeelden en non-voorbeelden. De docent verbindt informeel met formeel taalgebruik en introduceert nieuwe terminologie of symbolen. De docent streeft concrete en visuele voorstelling na, eventueel in een realistische context. De docent stelt vooral gesloten vragen. De docent stimuleert coöperatief leren. 	<ul style="list-style-type: none"> De leerlingen gebruiken eerder verworven kennis en vaardigheden om zelf nieuwe begrippen, concepten of eigenschappen te ontdekken. De leerlingen classificeren voorbeelden en non-voorbeelden. De leerlingen ontdekken wetmatigheden of verbanden in de aangereikte voorbeelden. De leerlingen voeren een positieve interactie.
E4 Empirische kennis toepassen		
Tijdens deze leerstap wordt gecontroleerd of de leerlingen een intuïtieve of empirische contextvrije kennis van de begrippen, concepten of eigenschappen hebben verworven.	<ul style="list-style-type: none"> De docent stelt vragen die de leerlingen kunnen oplossen aan de hand van de zopas opgedane intuïtieve ervaringskennis. De docent stelt vooral halfopen vragen. 	<ul style="list-style-type: none"> De leerlingen passen ontdekte wetmatigheden en verbanden intuïtief toe in nieuwe concrete en contextvrije voorbeelden. De leerlingen geven nieuwe voorbeelden van begrippen of nieuwe toepassingen van eigenschappen.
E5 Expliciteren		
Tijdens deze leerstap wordt van begrippen en concepten een definitie gegeven en worden eigenschappen geformuleerd en bewezen.	<ul style="list-style-type: none"> De docent stelt vragen opdat de leerlingen de nieuwe begrippen en concepten kunnen definiëren en nieuwe eigenschappen formuleren en bewijzen. De docent stimuleert het gebruik van formele wiskundetaal. 	<ul style="list-style-type: none"> De leerlingen antwoorden op waarom-vragen over concrete voorbeelden en formuleren aldus een definitie of eigenschap in hun eigen woorden. De leerlingen formuleren de ontdekte wetmatigheden, verbanden en structuren in formele wiskundetaal.
E6 Eindcompetenties consolideren		
Tijdens deze leerstap worden de aangeleerde begrippen, concepten en eigenschappen toegepast. De nieuwe kennis en vaardigheden worden ingeoefend.	<ul style="list-style-type: none"> De docent kiest oefeningen en (vakoverschrijdende) toepassingen. De docent stelt zich op als coach. De docent komt terug op onopgeloste uitdagende probleemstellingen uit de engageerstap E2. De docent evalueert de leerwinst. De docent stimuleert coöperatief leren. De docent differentieert. 	<ul style="list-style-type: none"> De leerlingen passen de nieuwe begrippen en eigenschappen toe. De leerlingen brengen het nieuwe onderwerp in verband met andere kennis en vaardigheden. De leerlingen vertonen zelfredzaamheid en verantwoordelijkheid voor hun eigen leerproces. De leerlingen evalueren hun eigen leerwinst. De leerlingen tonen hun leerwinst aan.

© 2008 Bart Windels

- Bij erg jonge leerlingen of bij leerlingen met een laag abstractievermogen kan de docent ervoor kiezen soms niet te expliciteren. Leerstap E5 (expliciteren) kan dan bewust worden weggelaten.
- In een les waar men de rekenregels $(a \cdot b)^n = a^n \cdot b^n$ en $\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$ wil behandelen, kan men ervoor kiezen herhaling en engagering (leerstappen E1 en E2) éénmalig in het begin van de les te organiseren. Men kan ook de inoefening (leerstap E6) ‘opsparen’ tot het einde van de les. De kern van de les bestaat dan uit twee E3-E4-E5 sequenties, waarin telkens één van de rekenregels wordt geëxploreerd, empirisch toegepast en geëxpliciteerd. We krijgen dan de variant
E1 E2 E3-E4-E5 E3-E4-E5 E6,
die in vele situaties efficiënt werkt.
- Sommige activiteiten kunnen de rol van twee leerstappen gelijktijdig vervullen. Bijvoorbeeld kan een herhaling in spelvorm zowel E1 (evaluatie van de begincompetenties) als E2 (engagering) zijn: er wordt immers herhaald (= E1), maar op een manier die leerlingen ook motiveert (= E2). We krijgen dan de samensmelting E12. Analoog is E23 ook vaak mogelijk, met name als de leerlingen de kans krijgen de leerinhouden spelenderwijs en actief te herontdekken.

Echter, niet alle afwijkingen zijn verantwoord binnen het paradigma van constructivistische instructie. Het weglaten van E3 (exploreren) staat bijvoorbeeld haaks op de constructivistische leerstrategie (zie pijler 1). Ook kunnen niet alle leerstappen zomaar worden gecombineerd. Bijvoorbeeld, E34 is onmogelijk: een leerling kan niet nieuwe kennis aan het opbouwen zijn en deze gelijktijdig empirisch toepassen.

Vraag 4: is het 6E-model hetzelfde als het veertig jaar oude OSAEV-model? Is het een uitbreiding van het 5E-model voor natuurwetenschappen?

Neen. Het 6E-model implementeert het *learn by example* paradigma, net zoals de in Nederland en Vlaanderen bekende OSAEV-structuur: oriënteren, sorteren, abstraheren, expliciteren en verwerken (Van Dormolen, 1974). In vergelijking met de abstraheerfase (A) in OSAEV beschrijft het 6E-model in leerstap E4 (empirische kennis toepassen) een concretere en voor docenten dus meer transparante overgang van het concrete naar het abstracte. Bovendien neemt het 6E-model een standpunt in over welke leerstappen binnen een realistische context dienen te worden geplaatst en welke niet. Het 6E-model stimuleert ook duidelijker leerlinggerichte en activerende werkvormen en focust expliciet op het engageren van de leerling.

Het 6E-model kan ook niet worden bekeken als een uitbreiding van het 5E-model (Bybee 1989: *engage, explore, explain, elaborate, evaluate*), dat vooral in het onderwijs in de natuurwetenschappen in de Verenigde Staten gevolgd wordt. Dit 5E-model omvat immers geen abstrahering van concepten of begrip. Het voorziet bovendien geen explicitering, wat binnen pijler 3 van constructivistische instructie essentieel is. Het 5E-model voorziet dan weer wel een uitweidingsfase (*elaborate*), wat vaagheid in de hand werkt en in tegenspraak is met de constructivistische visie op leren in het 6E-model (pijler 1).

Het 6E-model sluit – wat de macrostructuur betreft – dan weer wel nauw aan bij de ORADIC-structuur uit de vakdidactiek Frans (zie bijvoorbeeld Bertochini & Costanzo, 2007: *orientation, recherche, abstraction, délimitation, intégration, conclusion*).

Vraag 5: bestaan er leerboeken wiskunde die gestructureerd zijn volgens het 6E-model?

Neen, voorlopig niet, maar dat is geen probleem. Immers, niet het boek, maar de docent is de regisseur van het onderwijsleerproces. In de meeste wiskundeboeken zijn alle ingrediënten aanwezig om door de docent gestructureerd te worden tot een aanpak met constructivistische instructie.

Vraag 6: is het 6E-model gemakkelijk onder de knie te krijgen?

Neen, dit vraagt enige oefening. De aanpak via het 6E-model vertoont enkele valkuilen:

- docenten staan kritisch ten opzichte van het model: de meerderheid van de gebruikers ervaart het model pas na enkele succesvolle lessen als een ondersteuning;
- het model vertoont een steile leercurve: in het begin gaat het maken van lesvoorbereidingen moeizaam;
- docenten hebben de neiging elk van de zes fasen te gedetailleerd uit te werken, met een ongewenste vertraging van het lestempo als gevolg.

Besluit

Constructivistische instructie is een paradigma, dat het kleinste gemene veelvoud vormt van de pluspunten van sterk gestuurd onderwijs en van socio-constructivistische onderwijsstrategieën. Constructivistische instructie steunt op herontdekkend maar docentgestuurd leren, contexten als engagering en een contextvrije explicitering en vastzetting van de inhouden. Het *6E-model* is een praktisch stappenplan om via constructivistische instructie effectieve en motiverende wiskundelessen op te bouwen. Hoewel de leercurve van het 6E-model voor de meeste docenten eerder steil is, ervaren de gebruikers na

een vijftiental lessen het model als een concrete ondersteuning bij het organiseren van een krachtige leeromgeving.

Over de auteur

Prof. dr. Bart Windels is docent aan de Karel de Grote-Hogeschool in Antwerpen en aan de Vrije Universiteit Brussel. Daarnaast is hij coördinator van Kangoeroe Vlaanderen, leider van het Belgische team op de Internationale Wiskunde Olympiade en redactielid van het tijdschrift *Wiskunde en Onderwijs*.

Bart Windels
Karel de Grote-Hogeschool, Antwerpen
Vrije Universiteit, Brussel
bart.windels@kdg.be

Noot

- [1] Dit artikel is een bewerking van een artikel in het *Tijdschrift voor lerarenopleiders*:
Windels, B. (2011). Het 6E-model: een compromis tussen positivistisch en constructivistisch wiskunde-onderwijs? *Tijdschrift voor lerarenopleiders VELON-VELOV*, 32(3),17-24.

Literatuur

- Bertocchini, P., & Costanzo, E. (2007). *Manuel de formation pratique pour le professeur de FLE*. Parijs : CLE International.
- Bybee, R.W. et al. (1989). *Science and technology education for the elementary years: Frameworks for curriculum and instruction*. Washington, D.C.: The National Center for Improving Instruction.
- Cobb, P., Yackel, E., & Wood, T. (1992). A constructivist alternative to the representational view of mind in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(1), 2-33.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 5-12.
- Gravemeijer, K.P.E. (1995). Het belang van social norms en socio-math norms voor realistisch rekenwiskundeonderwijs. *Tijdschrift voor naschooling en onderzoek van het reken-wiskundeonderwijs*, 14(2), 17-23.
- Hamer, R. (2010). *Tien didactische aandachtspunten voor de bètavakken op de havo*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.
- Kirschner, P.A., Sweller, J., & Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three strikes rule against pure discovery? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59(1), 14-19.
- Opdenakker, M.C. (2004). *Leerling in Wonderland? Een onderzoek naar het effect van leerling-, lesgroep-, leerkracht- en schoolkenmerken op de prestaties voor wiskunde in het secundair onderwijs*. Leuven: Acco.
- Schraw, G.J., & Olafson, L.J. (2008). Assessing Teachers' Epistemological and Ontological Worldviews. In M.S. Kline (Ed.), *Knowing, Knowledge and Beliefs: Epistemological Studies across Diverse Cultures* (pp. 25-44). New York: Springer.
- Skolverket, Swedish National Agency for Education (2009). *What influences educational achievement in Swedish schools?, A systematic review and summary analysis*. Beschikbaar op: <http://www.skolverket.se/> [Geraadpleegd op 15 juni, 2012].
- Van Dormolen, J. (1974). *Didactiek van de wiskunde*. Oostgeest: Oosthoek's Uitgeversmaatschappij.