

*Inleiding***Transdisciplinair vakdidactisch onderzoek: wiskundige verbanden in de natuurwetenschappen als casus**

Dirk De Bock

Hogeschool-Universiteit Brussel

Centrum voor Instructiepsychologie en -technologie, Katholieke Universiteit Leuven

Wim Van Dooren

Centrum voor Instructiepsychologie en -technologie, Katholieke Universiteit Leuven

Pauline Vos

Universiteit van Amsterdam

Dit thematisch deel van het Tijdschrift voor Didactiek der  $\beta$ wetenschappen wil de dialoog stimuleren tussen 'math educators' en 'science educators' enerzijds, en tussen vakdidactici en algemeen onderwijskundigen anderzijds. De dialoog is wenselijk: mede omwille van hun gemeenschappelijke wortels zijn wiskunde en (natuur-)wetenschappen als disciplines sterk op elkaar aangewezen. Dit uit zich onder meer in het gebruik van gemeenschappelijke begrippen en methoden, maar soms verschilt de 'verschijningsvorm' van een begrip in de wiskunde van die in meer toegepaste disciplines. Nemen we als voorbeeld het afgeleidebegrip: door een wiskundige bril bekeken, gaat het over de limiet van een differentiequotient (of meetkundig: de helling van een raaklijn), terwijl dit concept in de natuurwetenschappen vaak naar voren treedt als (groei-)snelheid en in de economie onder andere als 'marginale kosten'. Voor een goede integratie van wetenschappelijke kennis is het wellicht wenselijk de leerlingen te ondersteunen bij het 'overbruggen' van verschillen tussen disciplines. Leerlingen kunnen er enerzijds expliciet op gewezen worden dat het wel degelijk om gemeenschappelijke ideeën gaat, maar anderzijds moet ook niet verhuuld worden dat er verschillen bestaan in benadering en perspectief en dat er onderliggende redenen zijn voor deze verschillen. Om dit te realiseren moet er allereerst een interdisciplinaire dialoog tussen 'math' en 'science educators' op gang komen, waarbij het voorvoegsel 'inter' betrekking heeft op wederzijdse uitwisseling. Deze dialoog kan exemplarisch zijn voor andere interdisciplinaire dialogen, bijvoorbeeld tussen vakdidactici van de talen of van de zaakvakken. Bij dergelijke dialogen willen we ook nadrukkelijk algemeen onderwijskundigen betrekken, omdat zij een vakoverstijgende inbreng kunnen leveren, en omdat zij theorieën over misconcepties, transfer en gesitueerde kennis kunnen toetsen aan de praktijk.

Het themadeel bestaat uit deze inleiding, drie empirische artikelen en een discussiebijdrage. De rode draad in de drie empirische artikelen vormt het onderzoeken van de ken-

nis en misconcepties over een wiskundig idee (lineariteit, verandering) buiten het wiskundeonderwijs. Deze onderzoeken laten dus een 'nieuw geluid' horen en zijn niet ontstaan vanuit de vigerende cognitieve onderzoekstraditie in bijvoorbeeld de vak-eigen didactiek van de fysica. Bij de beschrijving van het theoretisch kader van deze onderzoeken worden zij dus eerder (summier) gepositioneerd ten opzichte van, dan wel ingebed in het bestaande corpus van onderzoek naar cognitieve problemen bij het leren in het betreffende vakgebied.

In het eerste artikel door De Bock, Van Dooren & Verschaffel wordt gerapporteerd hoe onterecht lineair redeneren de leerlingen in diverse fysische situaties parten speelt, en hoe de formulering van fysische problemen een rol speelt bij dit onterecht lineair redeneren. Anderzijds zijn er ook indicaties dat zij dat niet helemaal kritiekloos doen en rekening houden met de specificiteit van de context. Het tweede artikel door Van Dooren, Ebersbach & Verschaffel focust op wiskundige lineariteitsillusies bij één natuurkundig fenomeen, namelijk dat van de valbeweging, en toont aan hoe leerlingen, afhankelijk van leeftijd en testconditie, heel anders (en vaak onterecht lineair) redeneren over de valbeweging. Wanneer hen expliciet naar de valbeweging werd gevraagd, benoemden zij deze als versneld (dus: niet lineair, in de zin van een lineair verband tussen afgelegde weg en tijd), terwijl zij eenzelfde vraag binnen een wiskundige toets of in een impliciete conditie vaker incorrect beantwoordden. Toch denken heel wat leerlingen dat voorwerpen met een grotere massa sneller vallen, en doen ze dit quasi onafhankelijk van de manier van bevragen. In het derde artikel door Vos, Den Braber, Roorda & Goedhart wordt ingegaan op het begrip afgeleide in de vakken natuurkunde, scheikunde en economie. Deze auteurs rapporteren onder andere over verschillen tussen de vakken in terminologie, symbolengebruik en uitleg, hetgeen tot verwarring zou kunnen leiden bij leerlingen, zeker wanneer niet expliciet op deze verschillen wordt ingegaan.

In de drie beschreven studies is een oversteek gemaakt vanuit de wiskunde naar aangrenzende disciplines en we betitelen dit als 'transdisciplinair' onderzoek in de betekenis van 'over grenzen reikend'. Wij erkennen hiermee de eenzijdige gerichtheid van ons onderzoek naar de kennis van wiskundige begrippen (lineariteit, afgeleide). Hadden wij tevens de kennis van natuurwetenschappelijke begrippen onderzocht, dan was sprake geweest van wederzijdsheid (en dus van interdisciplinariteit) met betrekking tot het onderzoeksobject. Echter, ons transdisciplinaire onderzoek kan leiden tot een interdisciplinaire discussie, en dit wordt geïllustreerd met de discussiebijdrage van De Cock, die vanuit het perspectief van de natuurkundedidactiek een brug slaat tussen het onderwijsonderzoek van de bètavakken en daarmee het themadeel afsluit.

'Math education', 'science education' en algemene onderwijskunde zijn momenteel wereldwijd ontwikkeld tot autonome, maar helaas ook deels 'gescheiden' wetenschappelijke disciplines, elk met hun eigen benaderingswijzen, klemtonen, theoretische kaders en publicatiekanalen (tijdschriften, congressen, 'handbooks', ...). Interdisciplinariteit vormt in het onderzoekslandschap tot hiertoe eerder de uitzondering dan de regel, doch heeft vol-

gens ons een sterk potentieel, onder meer om verbanden tussen disciplines te ondersteunen en verder te ontwikkelen. Wanneer kennis in het isolement van één discipline wordt opgedaan, riskeert ze immers 'inert' (Whitehead, 1929) te zijn of te worden: de leerling kan de kennis wel verwoorden, maar slaagt er niet in die adequaat in te zetten in situaties waarin zij potentieel toepasbaar is (Bereiter & Scardamalia, 1985). Dit gevaar dreigt in het bijzonder voor het vakdomein wiskunde: één van de wezenskenmerken van de wiskunde is immers dat ze begrippen en methoden optilt naar een hoger abstractieniveau, precies opdat ze in verschillende (andere) domeinen zouden toepasbaar zijn. Het lijkt ons een gemeenschappelijke opdracht voor wiskundeleraars én docenten in disciplines die wiskunde 'gebruiken' om leerlingen te helpen bij het linken van de abstractere formuleringswijzen van de wiskunde met de meer toegepaste of 'realistische' benaderingen. 'Math' en 'science educators' zouden op hun beurt docenten daarbij moeten kunnen ondersteunen. Daarvoor is een interdisciplinaire dialoog noodzakelijk, op het vlak van het onderwijsonderzoek, maar ook op het vlak van het onderwijsbeleid en de onderwijspraktijk. Met dit thematisch deel willen wij vanuit het onderzoek een aanzet geven om een interdisciplinaire dialoog in het Nederlandse taalgebied op gang te brengen. De bijdragen daartoe werden geschreven door onderzoekers met een verschillende wetenschappelijke achtergrond (wiskunde, natuurwetenschappen, en onderwijskunde), maar met een gemeenschappelijke zorg voor en onderzoeksinteresse in het onderwijs van de bètawetenschappen. De bijdragen leggen een aantal pijnpunten – en bijbehorende hypothetische verklaringen – vast, die in vervolgonderzoek, al dan niet trans- of interdisciplinair, verder uitgediept kunnen worden en die ook een solide basis kunnen vormen voor toekomstige interventiestudies gericht op het voorkomen of remediëren van de vastgestelde knelpunten.

### Literatuur

- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1985). Cognitive coping strategies and the problem of inert knowledge. In S. S. Chipman, J. W. Segal, & R. Glazer (Eds.), *Thinking and learning skills* (vol. 2): Current research and open questions (pp. 65-80). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Whitehead, A. N. (1929). *The aims of education*. New York: MacMillan.

