

Proefschrift Michiel W. van Eijck

Teaching quantitative concepts with ICT in pre-university biology education. The case of datalogging the heart

Bespreking door:

Marcel Kamp
Instituut voor Leraar en School
Radboud Universiteit Nijmegen

In september 2005 jaar promoveerde Michiel van Eijck in Amsterdam (UvA) op een proefschrift waarin onderzoek wordt beschreven naar de bijdrage van ICT aan het leren en onderwijzen van kwantitatieve begrippen in het biologie-onderwijs. Ik beschrijf eerst de inhoud van het proefschrift met hier en daar een korte evaluatieve opmerking. Na de bespreking van de *Discussie* (hoofdstuk 8) ga ik uitgebreider reageren. Maar hier wil ik alvast opmerken dat ik het proefschrift met genoegen heb gelezen, omdat het thema interessant en erg relevant is. Bovendien is het grondig uitgewerkt.

In de hoofdstukken 1 en 2 gaat Michiel van Eijck in op zijn eigen achtergrond als biologiedocent en onderwijsontwikkelaar en verheldert hij de gebruikte begrippen uit zijn onderzoek. Zo koos hij bij de begrippen *onderwijzen* en *leren* voor een sociaal-constructivistisch perspectief. Een consequentie voor zijn onderzoek was dat de constructie van kennis moest worden bestudeerd in samenhang met contexten, waarbij context werd opgevat als een 'praktijk' in handelingstheoretische zin, dat wil zeggen een sociale setting waarin personen samenwerken aan een gemeenschappelijk doel waar biologische kennis bij nodig is. Het onderzoek van van Eijck levert dus ook een bijdrage aan de ontwikkeling van de concept-context-benadering die in de natuurwetenschappelijke vakken opgeld doet.

Voor het ontwerpen van een onderwijsmethode koos van Eijck voor een probleemstellende benadering dat wil zeggen onderwijs waarin leerlingen niet alleen gericht zijn op het oplossen van problemen maar ook op het zelf formuleren ervan. Het werken vanuit 'motieven' is daarbij een centraal uitgangspunt. Het begrip motief wordt op een bijzondere manier gebruikt: er worden algemene en lokale motieven onderscheiden. Een algemeen motief is vrijwel synoniem met de hoofdvraag van de lessenreeks; lokale motieven zijn dan vragen die leerlingen zich tijdens de lessenreeks moeten gaan stellen.

Het bestuderen van het onderwijzen van kwantitatieve begrippen draaide volgens van Eijck om de vraag welke betekenissen leerlingen construeren uit ervaringen met een kwantitatieve vakinhoud en om de vraag hoe onderwijsgevenden rekening kunnen houden met de problemen die leerlingen daarbij ondervinden.

Om kwantitatieve begrippen zoals grafieken en tabellen te begrijpen moeten leerlingen kennis opbouwen over praktijken waarin deze afbeeldingen tot stand zijn gekomen (*epistemische kennis*). Leerlingen krijgen problemen met afbeeldingen van kwantitatieve begrippen wanneer ze onvoldoende hulp krijgen om die kennis op te bouwen. Een tweede oorzaak van problemen met kwantitatieve begrippen in het biologieonderwijs heeft te maken met de moeite die leerlingen hebben met causale relaties. Van Eijck maakt onderscheid

tussen proximale en ultieme causale redeneringen. In het biologieonderwijs zijn kwantitatieve begrippen gewoonlijk verbonden met proximale causale redeneringen. Dit type verklaringen is gericht op oorzaken van somatische, fysiologische of embryologische aard en geven antwoorden op 'Hoe?'-vragen. Uit onderzoek is bekend, dat leerlingen bij levensverschijnselen eerder ultieme of teleologische verklaringen zoeken dan proximale verklaringen.

Omdat ICT een uitstekend middel leek om epistemische kennis van leerlingen te ontwikkelen, verkende van Eijck het gebruik daarvan in het biologieonderwijs. Hoewel de redenering niet erg overtuigt - van Eijck bespreekt geen alternatieven - leidde deze verkenning wel tot een goed overzicht van de mogelijkheden van ICT, en van beschikbare websites en software. Het overzicht beperkt zich overigens vrijwel tot Engelstalige bronnen waardoor de in het biologieonderwijs meest gebruikte Nederlandstalige website *Bioplek* er tot mijn verbazing niet in staat. Na deze inventarisatie koos van Eijck voor *datalogging* (letterlijk: registreren van gegevens) via de computer en via sensoren.

Vervolgens onderzocht van Eijck nauwgezet het voorkomen van kwantitatieve methoden en grootheden in biologiecurricula in het VWO (hoofdstuk 3). Kwantitatieve begrippen blijken een belangrijke rol spelen in zowel de eindtermen als in het eindexamen. Van Eijck koos de werking van het hart als vakspecifiek domein voor zijn onderzoek omdat dit veel kwantitatieve concepten bevat, goede mogelijkheden biedt tot het opbouwen van epistemische kennis via datalogging en goed aansluit bij de motivatie van leerlingen, die immers graag aan hun lichaam metingen willen doen.

Hij formuleerde drie samenhangende hypothesen. Hij veronderstelde dat in een adequate methode voor het onderwijzen van hartgerelateerde kwantitatieve begrippen in het vwo: 1) *datalogging* bijdraagt aan meetactiviteiten van leerlingen; 2) dat dit bijdraagt aan de ontwikkeling van epistemische kennis van leerlingen; 3) en dat dit weer bijdraagt aan de betekenisstoekenning door leerlingen aan afbeeldingen van kwantitatieve begrippen door middel van proximale verklaringen.

In hoofdstuk 4 beschrijft van Eijck zijn onderzoeksmethode: het *ontwikkelingsonderzoek*. De exploratieve fase ervan bestond uit empirisch onderzoek (onder leerlingen) en literatuurstudie (van schoolboeken) naar aannames waarop de bovengenoemde hypothesen waren gebaseerd. Uitgaande van de probleemstellende benadering legde Van Eijck in een scenario het beoogde leer- en onderwijsleerproces vast. In de cyclische onderzoeksfase werd het scenario getest in twee opeenvolgende case studies, steeds in 5-vwo, en telkens in 2 klassen. Uitgebreide data over het onderwijsleerproces werden verzameld: observaties, videoregistraties, pre- en posttest, en interviews. Van Eijck was bij veel lessen zelf aanwezig en vervulde een functie als 'tweede' leraar. Op basis van de conclusies van de eerste case study werd het scenario geëvalueerd en de onderwijsmethode bijgesteld. Hierna werd een verbeterd scenario uitgewerkt en getest in de tweede case. Dit leverde een schat aan aanwijzingen op voor een derde scenario, maar het ontwikkelen daarvan maakte geen deel meer uit van dit onderzoek.

In hoofdstuk 5 behandelt van Eijck de exploratieve fase. Daarin koos hij voor een diagram dat typisch is voor de werking van het hart, het zogenaamde *Wiggers diagram*. Analyse van schoolboeken bevestigde het idee dat afbeeldingen vaak onvoldoende middelen bieden voor interpretatie waardoor plausibel werd dat het ontwikkelen van epistemische kennis bij leerlingen inderdaad

gefrustreerd wordt door gebrekkige afbeeldingen. Analyse van de eindtermen van de basisvorming leverde op dat de kennis van leerlingen in 5-vwo over de werking van het hart niet mocht worden overschat.

Van Eijck koos voor de datalogging-omgeving *Coach 5* (die - niet toevallig - ook binnen de UvA is ontwikkeld) waarmee leerlingen een electrocardiogram, hartgeluiden en de hartpuls kunnen meten. De grafieken die leerlingen zodoende verkrijgen zijn goed vergelijkbaar met grafieken van de arteriële puls, de hartgeluiden en het electrocardiogram in het Wiggers diagram. Bij het ontwerp van het eerste scenario beredeneerde Van Eijck dat de onderwijsmethode zou moeten starten vanuit een medische context. Door het werken met medische meetinstrumenten zouden leerlingen zelf metingen willen verrichten aan de werking van het hart, en zodoende epistemische kennis ontwikkelen, de uitkomsten medisch interpreteren, proximale verklaringen construeren, en betekenis toekennen aan kwantitatieve begrippen.

De hoofdstukken 6 en 7 bevatten de bevindingen van de cyclische onderzoeksfase. Belangrijk resultaat van de eerste case study was dat alle leerlingen met *Coach 5* succesvol metingen aan hartgerelateerde verschijnselen konden doen. Leerlingen staken veel werk in het optimaliseren van de kwaliteit van de meetresultaten; ze zorgden, door bijstellen van de opstelling, dat de grafiek 'mooi' werd. De leerlingen bediscussieerden echter nauwelijks de relatie van het meetdoel met de meetgegevens, de meetapparatuur en de meetobjecten. Datalogging bleek dus weinig bij te dragen aan het ontwikkelen van epistemische kennis. De relatie tussen het gemeten signaal met het meetobject en het meetdoel bleef onduidelijk. Leerlingen bleken niet in staat verschillen tussen hun eigen metingen en het Wiggers diagram te verklaren. Tegen de verwachting in bleek, dat de medische context niet relevant was voor de ontwikkeling van epistemische kennis. De verklaring is dat het in een medische context niet van belang is hoe de gemeten waarde tot stand komt, maar alleen welk (gezondheids-) belang aan de waarde mag worden toegekend. Daarnaast bleek ook nog dat de leerlingen in het verloop van de lessen de algemene vraag (het algemene motief, zie boven) uit het oog waren verloren.

In de tweede case studie werd de medische context verlaten en werd gekozen voor een fysiologische context. Nu bleken de meeste leerlingen wél betekenis toe te kennen aan kwantitatieve begrippen in het Wiggers diagram door middel van het construeren van proximale verklaringen. Maar toch gaf een aanzienlijk deel van de leerlingen incomplete en niet-kloppende proximale of zelfs teleologische verklaringen. Leerlingen bleken een kennisbehoefte te hebben die niet paste in het scenario. Het was de bedoeling dat leerlingen in een fysiologische context metingen zouden uitvoeren om zodoende hun kennisbehoefte over de werking van het *hart als een pomp* te bevredigen. Het bleek echter dat er leerlingen waren die behoefte hadden aan kennis van de *bloedsomloop als geheel*; deze kennisbehoefte werd niet bevredigd door de metingen. Ten slotte bleek dat leerlingen moeite hadden met het construeren van proximale verklaringen voor kwantitatieve begrippen in het Wiggers diagram als ze die begrippen niet ook zelf hadden kunnen meten.

In de conclusies (hoofdstuk 8) evalueert van Eijck het onderzoeksdesign en constateert dat het op enkele punten beter had kunnen zijn. Hierbij blijft de vraag wat de invloed is van de batterij aan onderzoeksinstrumenten en de

aanwezigheid van een tweede, in dit onderwerp zeer goed ingevoerde leraar (=de onderzoeker) enigszins onderbelicht.

In beide cases was het gebrekkige leerproces van de leraren een groot probleem. De leraren voerden de lessen niet uit zoals bedoeld. In de analyse van de eerste *case study* is er de suggestie dat dit de oorzaak is van motivatieverlies bij de leerlingen. In de tweede *case study* hebben de leraren problemen met het in hun ogen te gesloten onderwijs; ze gaan eigen invullingen maken in reactie op inbreng van leerlingen, en ook – prozaïscher – in reactie op specifieke randvoorwaarden. Dit is op zich doodnormaal leraargedrag maar vanuit het oogpunt van de verspreiding van de lesmaterialen (c.q. het scenario) is dit erg problematisch. Als leraren in direct contact met de ontwikkelaar tijdens de uitvoering van de lessen er niet in slagen de lessen uit te voeren zoals bedoeld, wat mogen we dan hopen van leraren die dit contact niet hebben? Daarmee is de bijdrage van dit proefschrift aan de kwaliteit van het biologieonderwijs via de weg van de verspreiding van het lesmateriaal discutabel. Ook al besteedt van Eijck in het begin (blz 68) nog enige aandacht aan de generaliseerbaarheid van zijn resultaten, later komt hij daar niet op terug, wat gezien de gebeurtenissen in zijn cases niet zo verrassend is.

Ook al zijn er leerlingresultaten te rapporteren die niet tegenvallen; toch blijven aanzienlijke aantallen leerlingen foute antwoorden geven. Kennelijk is het ideale scenario niet gevonden. Ondanks de probleemstellende benadering, is er geen garantie dat met de aanwijzingen uit het tweede scenario een dergelijk ideaal scenario gemaakt kan worden.

Daarmee zou wil ik niet de indruk wekken dat het onderzoek van weinig waarde is. Het is niet moeilijk om waardevolle bevindingen aan te wijzen. Een bevinding van deze studie is bijvoorbeeld dat leerlingen door de beschikbaarheid van 'medische' instrumenten wel gemotiveerd worden voor het doen van metingen aan hun hart, maar daarmee nog niet voor onderzoek naar hoe deze metingen tot stand komen. Deze bevinding is van groot belang voor de concept-contextbenadering. In een context worden vaak apparaten en procedures gebruikt zonder dat er kennis is over de natuurwetenschappelijke achtergrond ervan, en die is ook vaak niet nodig. De 'deelnemers' (beroepsbeoefenaars bijvoorbeeld) kunnen de uitkomsten van het gebruik van de apparaten en procedures duiden, en dat is voldoende. Dit problematiseert het idee dat tegenwoordig wel eens wordt gehoord namelijk dat een lessenreeks met die context alleen die (biologische) kennis zou mogen bevatten die de 'deelnemers' aan die context gebruiken. Het risico is dat bij de keuze van bepaalde contexten belangrijke (biologische) concepten niet aan bod zouden hoeven te komen.

Er zijn meer interessante bevindingen in het proefschrift te geven, zoals:

- de verkenning van het gebruik van ICT
- een antwoord op de vraag welke kwantitatieve begrippen en methoden in welke domeinen aan de orde zouden moeten komen en
- welke rol ICT daarin zou kunnen spelen;
- de analyse van grafieken in schoolboeken die leidt tot adviezen over hoe grafieken in schoolboeken het beste kunnen worden gepresenteerd.

Van Eijck's onderzoek heeft veel opgeleverd over hoe met kwantitatieve begrippen in het biologieonderwijs omgegaan wordt en omgegaan zou moeten worden. Één grafiek zegt niet altijd meer dan 1000 woorden. Er liggen nog

vele vragen open en het is jammer dat deze onderzoekslijn met van Eijck's promotie is afgesloten. Vergelijkbare projecten als *Thinking through...* (Newcastle), *CASE*, *WISE* (Berkeley), *Concept Cartoons* en *SNAB* zijn buitenlandse voorbeelden met een even belangwekkend thema als dat van van Eijck. Maar het verschil is dat die groepen vele jaren bestaan (hebben) en vijf tot tien personen omvatten. Bij een dergelijke inspanning ontstaat er materiaal waar de kwaliteit van afvonkt! Dat het desondanks ook bij die groepen niet altijd mogelijk is om spectaculaire verbeteringen van het leerresultaat van leerlingen te melden, wordt bijvoorbeeld goed uitgelegd in van den Akker e.a. (2006). Het is dus te hopen dat de draad van van Eijck wordt opgepakt en er in Nederland vervolgonderzoek komt met ruimere toetsing die meer *plausibiliteit* geeft en waarin de iteraties niet stoppen na de tweede of op het moment dat het moeilijk wordt. De aanloop is genomen - en uitstekend genomen door van Eijck -, maar de verspringer krijgt applaus en mag stoppen voor hij gesprongen heeft.

Van Eijck, M.W. (2006). *Teaching Quantitative Concepts with ICT in Pre-University Biology Education*. Proefschrift Universiteit van Amsterdam [ISBN 907383887-8]. Beschikbaar via <http://dare.uva.nl/en/record/193143>

Referenties

Van den Akker, J. et al. (2006). *Educational Design Research*. London, New York: Routledge.