

Proefschrift André Heck

Perspectives on an Integrated Computer Learning Environment

Bespreking door:

Christian Bokhove

University of Southampton

Op 29 februari 2012 promoveerde André Heck aan de Universiteit van Amsterdam op het proefschrift met de titel 'Perspectives on an Integrated Computer Learning Environment'. Hij doet hierin verslag van vele jaren onderzoek, ontwerp en ontwikkeling van ICT-toepassingen voor een onderzoekgerichte onderwijsaanpak voor de exacte vakken van het voortgezet onderwijs. In het lijvige boekwerk meldt Heck dat het onderzoek twee doelen diende.

Een eerste doel was om bij te dragen aan de ontwikkeling van een open computeromgeving, die gebruikers gereedschappen geeft om geobserveerde fenomenen in zowel de wiskunde als de natuurwetenschappen te bestuderen. Door diverse onderwijsexperimenten met voorbeeldactiviteiten in de klas uit te voeren, droeg het onderzoek bij aan het ontwerp van de computeromgeving zelf. Het tweede doel was om te zien op welke manier ICT kan bijdragen aan activerende opdrachten voor toegepaste wiskunde en de natuurwetenschappen. Heck stelt dat een authentiek karakter van praktische opdrachten recht doet aan de wijze waarop onderzoekers aan universiteiten en andere onderzoeksinstituten zelf ook onderzoek zouden doen. Daarbij worden gereedschappen van hoge kwaliteit ingezet, die lijken op professionele gereedschappen, maar wel ontworpen zijn voor onderwijsdoeleinden. Het onderzoek beperkt zich tot de didactische en ontwerperskant van de software, en wel het programma Coach. Daarmee werden naar eigen zeggen onderzoek en ontwikkeling met elkaar verweven, waarbij de aandacht zich vooral richtte op het werken met leerlingen en op het ontwerp van allerlei ondersteunende gereedschappen. Hij had daarmee ook de bedoeling om met een dergelijke computeromgeving de kloof tussen de onderwijspraktijk en hedendaags onderzoek enigszins te overbruggen: onderzoek komt het klaslokaal in, en de praktijk komt het onderzoek in.

Het proefschrift bestaat uit vier hoofdstukken. In het eerste hoofdstuk introduceert Heck zijn onderzoek. Zo beschrijft hij hoe het onderzoek in een onderwijscontext geplaatst kan worden, waarbij de veranderingen van de laatste decennia in het vwo in de wiskunde en natuurwetenschappen het meest in het oog springen. De activiteiten vonden plaats binnen het voormalige AMSTEL Instituut (Amsterdam Mathematics Science and Technology Education Laboratory) van de Universiteit van Amsterdam. Vervolgens legt Heck uit waarom de pluriformiteit van ICT-gereedschappen voor vwo-onderwijs nader onderzoek

naar de mogelijkheden van een geïntegreerde computeromgeving rechtvaardigt. Als conceptueel kader voor het onderzoek maakt Heck gebruik van elementen uit ontwikkelingsonderzoek, case-based ontwerp van educatieve software, kaders voor het gebruik van meervoudige representaties, kaders voor het evalueren van onderzoeksactiviteiten van leerlingen en schematische beschrijvingen van het modelleringsproces. Het hoofdstuk wordt afgerond met de al eerder beschreven vragen en doelstellingen.

In hoofdstuk 2 rapporteert Heck over resultaten van zijn onderzoek. Eigenlijk bestaat dit hoofdstuk uit een synthese van eerder gepubliceerde artikelen voor conferenties en tijdschriften. In de inleiding wordt de rode draad door de diverse onderwijsexperimenten heen beschreven, zowel op het gebied van onderzoekskader als onderzoeksmethodologie. De verschillende studies worden door Heck gegroepeerd op basis van het onderwerp en kenmerken van het ICT-gebruik. Het betreft artikelen over (1) het werken van leerlingen met echte data, tabellen en grafieken in de context van de menselijke groei; (2) onderzoek naar vormen van echte voorwerpen door middel van digitale beeldanalyse en wiskundige modellering; (3) video-analyse van de menselijke voortbeweging; (4) video-gebaseerde praktische opdrachten op vmbo-TL niveau; (5) spreadsheet-gebaseerd leerlingenonderzoek in de context van overlevingsanalyse van klinische gegevens en in de context van werken met weergegevens; (6) computer-gebaseerd modelleren in het kader van kwantitatieve farmacologie, en in het bijzonder in de context van alcoholmetabolisme; en (7) de combinatie van video-analyse en computer-gebaseerd modelleren in een studie van stuitballen. De rapportages bestaan uit beschrijvingen van hoe de leerlingen werkten en hoe hierbij ICT werd ingezet.

In het derde hoofdstuk richt Heck zich op veldexperimenten en bruikbaarheidsstudies met Coach 6. Ook in dit hoofdstuk maakt hij een selectie van artikelen, met een onderverdeling op basis van het meest in het oog springende gebruik van het gereedschap: (1) een overzicht van typen van activiteiten; (2) digitale beeld- en videoanalyse; (3) modelleren; (4) een combinatie van meten met sensoren, aansturing van de experimenten en video; en (5) een combinatie van video-analyse en modelleren. Samen geven deze eigenschappen een beeld van het geïntegreerde karakter van de computeromgeving.

Ten slotte gebruikt Heck het vierde en laatste hoofdstuk om de resultaten samen te vatten. Als eerste belangrijke resultaat meldt hij de ontwikkeling van het programma Coach zelf. Een tweede resultaat betreft verschillende aspecten van de modelleervaardigheid van leerlingen. Een voorbeeld hiervan is het interpreteren van grafieken (*graph sense*), een vaardigheid die leerlingen in de praktijk niet goed leken te beheersen. Een derde resultaat is dat er inzichten zijn verkregen over het gebruik van ICT bij de modelleercyclus: het dynamische karakter van een computeromgeving kan het inzicht in het modelleren vergroten. Uiteraard wordt dit hoofdstuk afgerond met reflectie op het gehele werk en de mogelijke implicaties voor vervolgonderzoek en verder ontwikkelwerk.

Commentaar

Het prachtig full-colour uitgevoerde boek bevat een zeer interessante reeks praktijkcasussen van het laatste decennium. Ook op menige conferentie zijn onderwerpen als de loopbeweging, bungeejumpen en stuiterende balletjes al langsgelopen. Het zijn tot de verbeelding sprekende onderwerpen, waarmee jongeren volgens mij bijna uit zichzelf geestdriftig en gemotiveerd aan de slag gaan. Dat is al een zeer groot pluspunt van dit proefschrift: het verschaft een caleidoscoop van inspirerende ideeën voor onderwijs in de exacte vakken met behulp van een veelzijdig programma als Coach. Ook de onderzoekscomponent komt in ruime mate aan bod. Hier wrekt zich echter wel de lange onderzoeksperiode: door de veelheid aan artikelen en onderwerpen is het soms lastig om de rode draad in het vizier te houden.

Ik wil drie kritischer opmerkingen plaatsen. De eerste opmerking betreft de onderzoeksopzet. Heck schrijft nadrukkelijk dat ook het ontwerp van de gebruikte tool een belangrijke component was van het onderzoek. Hiermee treedt hij in het verlengde van wat ook wel eens ontwerponderzoek wordt genoemd, i.c. design research. Ik miste echter een wat bredere inbedding van dit onderzoeksdoel. Bij design research wordt vaak gewerkt met een onderzoeksvraag in de vorm "what are the characteristics of an <intervention X> for the purpose/outcome Y (Y1, Y2, ..., Yn) in context Z" (Plomp, 2009). Het object van onderzoek is derhalve niet zozeer de tool zelf, maar juist de karakteristieken van de tool binnen een bepaalde context om een bepaald leerdoel te bereiken. Deze formulering maakt het mogelijk om als het ware boven de software uit te stijgen en er algemenere uitspraken over te doen. Hoewel Heck dit doel wel benadrukt, vond ik het moeilijk om het antwoord op deze vraag terug te vinden. Het gebeurt enigszins door het aanhalen van het onderliggende STOLE-concept (Ellermeijer, 1988), maar dit wordt alleen gebruikt en niet verder uitgewerkt. Is het STOLE-concept zo robuust, dat twee decennia ontwikkelwerk niet tot een herziening ervan leidt? De rode draad in het onderzoek lijkt meer Coach zelf te zijn dan software met bepaalde eigenschappen. Hiermee komt de ecologische validiteit, de mate waarin de onderzoeksresultaten uit het onderzoek overeenkomen met de alledaagse praktijk, ook ter discussie te staan. Na lezing van de individuele artikelen geloof ik dat deze validiteit sterker had kunnen zijn door specifieke eigenschappen van Coach breder in te kaderen.

Een tweede punt betreft de wijze waarop de auteur gebruik maakt van zijn theoretische raamwerk. Ik zou verwachten dat vooraf, bij aanvang van de studie, een kader wordt gepresenteerd, dat vervolgens het onderzoek wordt uitgevoerd, en dat ten slotte wordt teruggekoppeld naar de principes die in het kader genoemd zijn en dat op het kader wordt gereflecteerd. Deze volgorde wordt echter niet aangehouden. Neem het begrip *symbol sense*: vooraf wordt geen enkele melding gemaakt van deze 'lens' waarmee naar de diverse praktijkvoorbeelden had kunnen worden gekeken; in hoofdstuk 4 komt dit begrip echter wel terug in de bevindingen. Het gevaar is daarmee dat conclusies het karakter krijgen van 'dit was ook nog interessant om te zien', zonder dat dit verband houdt met de

gestelde onderzoeksdoelen. Ik kan me overigens wel voorstellen dat een dergelijke grote hoeveelheid artikelen en praktijkexperimenten ontzettend veel gegevens oplevert, waaronder ook 'onverwachte', interessante uitkomsten. Ik zou dit echter wat meer hebben gestructureerd, en wellicht wat meer selectie hebben toegepast op het rijke materiaal, waardoor meer focus zou zijn ontstaan.

Het derde punt betreft de wiskunde in het proefschrift, meer specifiek: de opvatting over modelleren. In het proefschrift komt de modelleercyclus van Blum en Leiß (2005) aan bod: "I structured and analyzed many of my quantitative mathematical modeling activities in the case studies on the basis of the modeling cycle of Blum and Leiß (2005, p. 1626)." Heck meldt dat hij deze modelleercyclus volop in zijn onderzoek gebruikt, maar in het theoretische raamwerk van het onderzoek komt niet helder naar voren hoe en wanneer. Natuurlijk zijn er casussen waarbij het model begrippen levert voor de beschrijvingen van wat de leerlingen doen, maar het blijft tot paragraaf 4.1 (p. 206) onduidelijk hoe dit zich uit in de data-analyse. Ook lijkt de nadruk te liggen op existentie-bewijzen: 'hier zijn voorbeelden van die en die transitie', terwijl in de vraagstelling méér gesuggereerd wordt, namelijk dat de cyclus als basis gebruikt is voor de analyse van alle casussen. Immers, de interventies hadden tot doel om modelleren aan te leren. Misschien zit het probleem wel in het woord 'pragmatic' in de doelstelling: "Aan de ene kant trachtte ik bij te dragen aan inzicht in de rol van ICT in kwantitatief wiskundig modelleren, pragmatisch gedefinieerd als een studie van wiskundige modellen met behulp van ICT-gereedschappen teneinde greep te krijgen op natuurlijke fenomenen en echte gegevens te interpreteren." (p. 349). Gebruik van het woord 'pragmatisch' kleurt het begrip modelleren verregaand in. Gebruik van Blum en Leiß betekent echter dat wordt uitgegaan van een probleemsituatie uit de werkelijkheid die door middel van modelleren opgelost wordt. Uitgangspunt daarbij is een niet-wiskundig probleem uit de realiteit (bijvoorbeeld: waarom stuitert een pingpongbal hoger dan een voetbal?). Heck verandert de vraag echter telkens in een wiskundig probleem: 'kan ik een formule vinden voor deze beweging?' Dat is dan een mathematiseer-probleem, dat een formule moet opleveren. Bij Heck is die formule verder niet nodig voor het oplossen van het niet-wiskundige probleem waarmee de cyclus begon. De vraag is of de cyclus van Blum en Leiß (of een schakel ervan) dan wel toepasbaar is. Overigens lost Heck dit deels op door de cyclus te koppelen aan andere modellen. Hij stelt dus 'pragmatisch' naar mijn smaak te veel dat 'modelleren' hetzelfde is als 'een formule opstellen'. Hij had echter ook kunnen putten uit een TD β -artikel van Lijnse (2008) over 'leren modelleren'. Lijnse bouwde voort op werk van Hestenes, waarbij zijn conclusie is dat zowel het ontwikkelen van heuristische regels voor modelleren als het oplossen van problemen van belang is. Deze heuristieken zouden enerzijds zo specifiek mogelijk moeten zijn en anderzijds toch breder toepasbaar. Lijnse ziet daar een belangrijke rol voor het gebruik van de computer. Dat leerlingen 'op het goede spoor' worden gezet, is daarbij onvermijdelijk. De heuristiek, het proces, moet echter aan bod komen. Heck had dit verschil tussen leren modelleren en modelleren scherper kunnen formuleren.

Conclusie

Afsluitend wil ik zeggen dat het proefschrift een prachtige caleidoscoop geeft van de mogelijkheden van het programma Coach. Naar verwachting zullen andere programma's ook dergelijke potentie bezitten. Het zal echter nodig zijn om dit in vervolgonderzoeken, die naar mijn mening meer moeten spreken vanuit een eenduidig theoretisch kader, uit te werken. Het werk van Heck kan hierbij dienen als een waardevolle bron.

Literatuur

- Blum, W. & Leiß, D. (2005). 'Filling up' – The problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modeling tasks. In *Proceedings of the 4th European Congress of Mathematics Education* (pp. 1623-1633). Zie ermeweb.free.fr/CERME4/CERME4_WG13.pdf
- Ellemeijer, T. (Ed.) (1988). *STOLE: Scientific and Technical Open Learning Environment*. Internal report. Amsterdam, the Netherlands: University of Amsterdam.
- Lijnse, P. (2008). Modellen van/voor leren modelleren. *Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen*, 25(1/2), 3-24.
- Plomp, T. (2009). Educational design research: An introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *An introduction to educational design research* (pp. 8-35). Enschede, the Netherlands: SLO Netherlands Institute for Curriculum Development.

