

Proefschrift Patrick Sins

Students' reasoning during scientific computer-based modeling

Bespreking door:

Ruurd Taconis

Technische Universiteit Eindhoven, Faculteit Technische Natuurkunde

Het proefschrift van Patrick Sins, 'Students' reasoning during scientific computer-based modeling' is op 18 mei 2006 met succes door de auteur verdedigd aan de Universiteit van Amsterdam. Het is Engelstalig werk dat zes hoofdstukken omvat waarvan er vier (destijds bijna) gepubliceerde internationaal wetenschappelijke artikelen zijn. Het gaat hier om een analytisch sterke dissertatie volgens de moderne internationale standaarden van wetenschappelijk onderwijsonderzoek. Het kan zelfs een exemplarisch voorbeeld daarvan worden genoemd.

Het proefschrift betreft de probleemstelling dat hoewel modelleren met de computer door velen wordt gezien als een goede manier om leerlingen tot een dieper begrip van complexe fenomenen te laten komen, het modelleerproces zelf erg complex en nog slecht begrepen is. Ook is nog grotendeels onbekend hoe leren van modelleren kan worden geoptimaliseerd. Anderzijds is modelleren tegenwoordig voor de meeste docenten direct bereikbaar. IP-coach omvat een modelleeromgeving, terwijl ook gratis software beschikbaar is (bijvoorbeeld Powersim).

Hoofdstuk 2 van het proefschrift doet verslag van een in hoofdzaak beschrijvend onderzoek onder 38 bèta-leerlingen uit de bovenbouw van het vwo naar hun manier van redeneren in groepjes van twee leerlingen (dyaden) bij het uitvoeren van een modelleertaak op de computer. Achterliggend doel is om informatie te verkrijgen over hoe leerlingen bij het modelleren effectief kunnen worden ondersteund. Resultaat van dit onderzoek is voornamelijk een beschrijving van de punten waarop de leerlingen hun aandacht richten terwijl ze aan het modelleren zijn. Belangrijke conclusie is dat de zwakker presterende leerlingen de gestelde taak blijken te interpreteren als het vinden van de juiste getalswaarden voor het model. De leerlingen besteden ook meer tijd aan het manipuleren van individuele getalswaarden in het model. Beter presterende leerlingen neigen ertoe het model meer als een 'totaal te zien' en concentreren zich meer op de structuur ervan.

In de hoofdstukken 3 t/m 5 wordt ingezoomd op steeds andere aspecten van dergelijke redeneringen van leerlingen die van invloed zouden kunnen zijn op het leren en op de kwaliteit van het uiteindelijk door hen ontwikkelde model. Hoofdstuk 3 behandelt de relatie tussen de 'epistemologische opvattingen' ten aanzien van computermodellen enerzijds, en het redeneren tijdens het uitvoeren van een modelleertaak. Epistemologische opvattingen zijn opvattingen over wat geldige kennis is, en over hoe geldige kennis kan (en niet

kan) worden verkregen. De wiskundige epistemologie vereist bijvoorbeeld dat stellingen over een bepaald verband worden bewezen, alvorens dit als geldig wordt geaccepteerd. In de natuurkunde zal niet in de eerste plaats het bewijs, maar juist de empirische toetsing als criterium van een geldige relatie worden gehanteerd. Het proefschrift richt zich vooral op opvattingen van de leerlingen over de rol van het modelleren bij het verkrijgen van geldige kennis.

Het onderzoek uit hoofdstuk 3 is uitgevoerd onder 26 bèta-leerlingen uit de bovenbouw van het vwo. Concreet zoomt de auteur in op de opvattingen van de leerlingen over de aard, het nut, het ontwerp, de verfijning en de beoordeling van computermodellen. Er worden drie niveaus in hun opvattingen onderscheiden: modellen als afbeelding van de werkelijkheid, modellen als een afbeelding van de werkelijkheid met als doel het hanteerbaar maken van een specifiek onderwerp, en modellen als constructies om ideeën te ontwikkelen en te testen. Ten aanzien van de redeneerprocessen wordt een onderscheid gemaakt tussen 'diep redeneren' (evalueren, uitleggen, kwantificeren, inductief redeneren, en analyseren waarbij actief een verband wordt gelegd met de reeds beschikbare eigen kennis) en 'oppervlakkig redeneren' (evalueren, kwantificeren en analyseren waarbij *niet* actief een verband wordt gelegd met de reeds beschikbare eigen kennis). Als resultaat wordt een duidelijk en significant verband gevonden tussen wat de auteur 'de diepte van het redeneren tijdens het modelleren' noemt, en zijn concretisering van hun epistemologische opvattingen over modellen en modelleren. Leerlingen met een meer geavanceerde opvatting over modellen en modelleren redeneren vaker 'diep' en minder vaak 'oppervlakkig'.

Hoofdstuk 4 richt zich op de vergelijking van de effectiviteit van face-to-face communicatie tijdens het modelleren en de effectiviteit van communicatie door chatten. Dat laatste is natuurlijk een interessante optie omdat het samenwerking en ondersteuning op afstand mogelijk zou maken. Het belangrijkste resultaat van deze studie is de verrassende conclusie dat door het chatten veel *minder* tijd gaat zitten in 'oppervlakkige' communicatie juist omdat chatten iets meer moeite kost dan 'babbelen'. De hoeveelheid tijd die wordt besteed aan diepe communicatie is echter onder beide condities gelijk. Het lijkt dus niet onmogelijk om door het gebruik van chatten een beter leerresultaat te bereiken in dezelfde tijd.

Hoofdstuk 5 gaat over de relatie tussen motivatie en prestatie zoals die zich voordoet tijdens computermodelleertaken. Drie factoren blijken een positieve relatie te hebben met de kwaliteit van het uiteindelijk door de leerlingen opgestelde model:

- a. het zelfbeeld ten aanzien van het eigen vermogen om met computermodellen te kunnen werken (self efficacy),
- b. de kwaliteit van de doelen die de leerlingen zichzelf stellen (bijvoorbeeld 'de rit uit-zitten' versus 'dit wil ik onder de knie krijgen'; achievement goal orientation), en
- c. de diepte van het redeneren. Dit resultaat is in lijn met de verwachting op grond van algemene leerpsychologische onderzoeksliteratuur.

Hoofdstuk 6 is een afsluitend hoofdstuk waarin dwarsverbanden tussen de verschillende studies worden gelegd.

Commentaar

Tot zover de beschrijving in hoofdlijnen van de inhoud van het proefschrift, waarbij ik me heb geconcentreerd op de belangrijkste resultaten, en allerlei kleinere of lastig interpreteerbare effecten heb weggelaten. Om die te achterhalen beveel ik graag de lezing van het proefschrift aan. Want het is een stevige studie en naar mijn smaak een prototypisch voorbeeld van een modern internationaal wetenschappelijk promotieonderzoek.

Toch wil ik hier – zoals dat in een recensie passend is – een kritische noot bij het proefschrift plaatsen. De sterkte van dit proefschrift is mijns inziens namelijk tegelijk de zwakte ervan. Want hoewel de wetenschappelijke kwaliteit evident is, blijft wel de vraag hoe het zit met de gebruikswaarde, en – belangrijk voor dit tijdschrift – met de betekenis voor het onderwijs en voor docenten.

Het geheel overziend valt het mij op dat er voor een bespreking van de praktische relevantie van het onderwerp voor onderwijs en maatschappij nauwelijks plaats is ingeruimd. Ik bleef in ieder geval na het lezen van het daartoe bestemde eerste hoofdstuk met nogal wat vragen zitten. ‘Waarom is modelleren met de computer nu precies van belang voor het bèta-onderwijs? Voor welke vakken? Welke onderwijsproblemen – denk aan de lage animo voor bèta-vakken en het ‘droge karakter’ ervan in de ogen van veel leerlingen – helpt het oplossen? Het zijn allemaal vragen die in een proefschrift misschien niet uitputtend beantwoord hoeven te worden, maar het zijn ook vragen die een uitgebreidere bespreking verlangen dan één pagina in hoofdstuk 1 en anderhalve pagina in hoofdstuk 6.

Daarnaast blijkt dat alleen de resultaten van hoofdstuk 2 uitgewerkt worden tot didactische implicaties. Dat is jammer, want de conclusie van hoofdstuk 4 dat chatten in een aantal opzichten de voorkeur verdient boven live samenwerking heeft zeker didactisch potentieel. Daarnaast wordt bij de uitwerkingen steeds uitgegaan van het hetzelfde niet-expliciet gemaakte recept: ‘Stimuleer of dwing de leerlingen die nog oppervlakkig redeneren op een manier te redeneren die kenmerkend is voor de succesvolle leerlingen door een aanscherping van de structuur van de taak’. Dat kan alleen werken als ook de cognitieve en motivationele voorwaarden voor diep redeneren aanwezig zijn. Van een deel van deze factoren is dat zelfs in hoofdstuk 3 (epistemologische opvattingen) en hoofdstuk 5 (een hoge self-efficacy, een achievement goal orientation) aangetoond. Deze resultaten lijken genegeerd bij het formuleren van didactische aanbevelingen.

In het verlengde daarvan blijkt ook de verankering van de gepresenteerde onderzoeken in een *brede* wetenschappelijke basis wat summier. Ten eerste blijft de plaats van modelleren in de bètawetenschappelijke denk- en werkwijze onbesproken, terwijl juist deze betekenis van modelleren voor moderne natuurwetenschappen een belangrijk motief kan zijn om modelleren in het programma op te nemen.

Ten tweede blijft ook in de onderzoeksmatige verantwoording het een en ander onverklaard en onbesproken. Waarom zijn juist de onderzochte onderzoeksvariabelen gekozen? Waarom inzoomen op de epistemologische kennis van leerlingen, en niet op praktische zaken als het dan niet werken in tweetallen? Natuurlijk, het zijn keuzen. Maar naar mijn mening moet het de lezer van het proefschrift duidelijk worden hoe de gemaakte keuzen voortvloeien uit de gekozen probleemstelling en de gelezen literatuur. Nu lijkt de constatering 'dat het nog niet volledig onderzocht is' een overheersend motief te zijn geweest. In hoofdstuk 5 over de relatie van motivatie en prestatie bij het computermodelleren, wordt eigenlijk niet duidelijk waarom dit onderzoek nodig was. Kennelijk veronderstelden de onderzoekers dat computermodelleren een uitzonderlijke leersituatie is waarbij zou worden afgeweken van de algemene onderwijspsychologische 'wet' dat een hoge 'self efficacy' en 'achievement goal orientation' positief samenhangen met de kwaliteit van de leerresultaten. De gemaakte keuzen worden onvoldoende onderbouwd vanuit de probleemstelling en kunnen naar mijn oordeel vanuit didactisch perspectief zeker van kritische kanttekeningen worden voorzien.

Ten derde zijn de operationalisering van sommige begrippen soms wat 'dun'. Ze lijken afhankelijk van een of enkele deelaspecten van het te meten concept. Bijvoorbeeld de operationalisatie van het omvattende begrip 'diep redeneren'. Dit omvat in het onderzoek eigenlijk maar één aspect: het al dan niet actief een verband leggen tussen de opdracht en de reeds beschikbare eigen kennis. Een ander voorbeeld is de gebruikte operationalisering van epistemologische opvattingen. Als ik aan epistemologische opvatting rondom modellen en modelleren denk, denk ik vooral aan de rol en betekenis van modellen voor het genereren van geldige kennis en de plaats ervan in de natuurwetenschappelijke methoden. De auteur hanteert echter een indeling die zich uitsluitend richt op de vraag in hoeverre leerlingen ervan uitgaan dat door modelleren gegenereerde kennis een *algemeen en formeel* karakter heeft. Concreet: denk je dat je met een computermodel (slechts) waarden kunt bepalen, of kun je computermodellen ook nog gebruiken voor begrip van een situatie of voor het verkrijgen van generaliseerbaar inzicht. De praktische betekenis van modelleren en de fundamentele betekenis ervan voor de moderne natuurwetenschappen (bijvoorbeeld in het via de televisiezender Discovery bekende concept van 'klimaat simulaties' of modelberekeningen voor 'mega structures') blijft grotendeels buiten beeld. Wat overblijft is een operationalisatie die zo dicht bij de praktijk van het modelleren ligt dat de gevonden relatie weinig verrassend en wat 'inhoudsloos' wordt.

Conclusie

Het proefschrift is een analytisch sterk werk met sterke en zwakkere kanten die naar mijn gevoel beide uiting zijn van het 'genre' van dit proefschrift: een proefschrift bestaande uit vier internationaal wetenschappelijke artikelen. Positief zijn het heldere design van de studies en de analytisch sterke wetenschappelijke analyse van geformuleerde vragen. Zwakker is naar mijn smaak dat de betekenis van de resultaten niet echt duidelijk wordt. Dat

komt door de summiere inkadering en beperkte uitwerking van implicaties voor de praktijk, door de gekozen operationaliseringen, die trefzeker tot statistisch significante onderzoeksresultaten leiden maar waarvan de betekenis beperkt is. Lezenswaardig en informatief, maar wel voor specialisten van vooral wetenschappelijke signatuur.

