

Proefschrift Wout Kenbeek

Back to the Drawing Board. Creating drawing or text summaries in support of system dynamics modelling

Bespreking door:

Sylvia van Borkulo

Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht

Samenvatting

Het maken van modellen speelt een belangrijke rol in de bètawetenschappen, en krijgt steeds meer aandacht in het bèta-onderwijs. Tegelijkertijd is het een onderwerp dat veel leerlingen de nodige moeite kost. Het proefschrift van Wout Kenbeek beschrijft een onderzoek aan de Universiteit Twente naar het ondersteunen van leerlingen bij het maken van computermodellen van dynamische systemen. De ondersteuning die wordt onderzocht is het gebruik van externe representaties.

In dit proefschrift worden de externe representaties 'tekst' en 'tekening' bekeken, aangezien deze relatief veel vrijheidsgraden en weinig syntactische restricties hebben en daarom uitermate geschikt zijn voor eerste pogingen om een complex systeem in weer te geven. Zowel tekst als tekening worden gezien als 'samenvatting', en worden hier ook 'tekstsamenvatting' en 'beeldsamenvatting' genoemd. In hoofdstuk 1 wordt op basis van literatuur een beeld geschetst van het nut van het maken van tekeningen in het kader van samenvattende activiteiten. De bevindingen uit eerder onderzoek schetsen geen eenduidig beeld ten gunste van beeldsamenvattingen vergeleken met tekstsamenvattingen. Dit proefschrift levert dus een bijdrage aan het verder verkennen van dit onderwerp.

Een model van de energie van de aarde staat steeds centraal in de studies in dit proefschrift. Hierin spelen begrippen als invallend zonlicht, weerkaatsingsvermogen van het aardoppervlak, atmosfeer, broeikasgassen en temperatuur een rol.

In hoofdstuk 2 wordt eerst gekeken naar het maken van een tekening ('beeldsamenvatting') als opstapje naar het modelleren van dynamische systemen. In het voortgezet onderwijs zijn leerlingen wel gewend om tekstsamenvattingen te maken, maar beeldsamenvattingen komen in het algemeen niet aan bod. Hoe goed kunnen leerlingen eigenlijk beeldsamenvattingen maken? In een pilotstudie werd onderzocht hoe goed leerlingen uit 3-vwo in staat zijn om een tekening te maken op basis van een korte tekst over het complexe systeem van de energie van de aarde. De leerlingen bleken wel de centrale objecten te representeren zoals de zon, aarde en atmosfeer (mogelijke variabelen in het model), maar niet alle processen (de relaties in het model). Een beeldsamenvatting is dus

wel een goede voorbereiding voor het maken van een model, maar levert bij het maken van een model mogelijk niet een volledig model op omdat de tekening niet compleet is. Uit hoofdstuk 2 blijkt dat het belangrijk is om te kijken naar de vertaalslag van tekening naar een computermodel. Dit wordt in de volgende hoofdstukken onderzocht.

In hoofdstuk 3 komt een complete modelleertaak aan bod en wordt het maken van een beeldsamenvatting vergeleken met het maken van een tekstsamenvatting als ondersteuning in een modelleertaak. Een groep van 55 leerlingen uit 3-vwo maakte een tekening en een andere groep van 24 leerlingen maakte een samenvatting in tekst van de energie van de aarde. Vervolgens maakten alle leerlingen een model van dit dynamische systeem op de computer.

Hoewel de tekstsamenvattters meer details in hun samenvatting hadden opgenomen, laten de resultaten zien dat er geen verschil was tussen beide groepen wat betreft het aantal variabelen en relaties in de uiteindelijke modellen. Wel werden er andere soorten relaties weergegeven in het model: de beeldsamenvattters maakten meer basale relaties en de tekstsamenvattters maakten meer proportionele relaties. Een basale relatie is een verband waarin een variabele op een basale manier bijdraagt aan een bepaald proces in het model, bijvoorbeeld het verband tussen invallend zonlicht en de hoeveelheid energie in de aarde: als het een groter wordt, wordt het ander ook groter. Een proportionele relatie geeft aan in welke mate die bijdrage plaats vindt. Een voorbeeld van een proportionele relatie is de relatie tussen het weerkaatsingsvermogen van het aardoppervlak en de hoeveelheid energie in de aarde; het weerkaatsingsvermogen (albedo) is bepalend voor de proportie van de energie van de zon die bijdraagt aan de instroom van energie in de aarde. Hierbij moet worden opgemerkt dat het aantal relaties dat de leerlingen in hun model opnamen erg klein was: gemiddeld werd minder dan één van de drie mogelijke relaties weergegeven. Hoe dan ook lijkt het maken van een samenvatting zinvol, want voor de meer complexe variabelen albedo en atmosfeer gold dat als ze in de samenvatting zaten, ze met grotere waarschijnlijkheid ook in het computermodel kwamen.

Een cruciaal punt dat Kenbeek noemt, is dat bij het maken van een beeld (in de vorm van een tekening of een model) informatie verloren gaat. Bij de beeldsamenvattters vindt dit verlies in een eerder stadium plaats dan bij de tekstsamenvattters. Om te kijken of er bij de cruciale stap van samenvatting naar computermodel niet teveel informatie verloren gaat, wordt in hoofdstuk 4 gekeken of het helpt om samenvatting en computermodel te koppelen. Voor zowel beeld- als tekstsamenvattingen werd gekeken naar het aanbieden van samenvatting en model op één scherm en op afzonderlijke schermen. De verwachting was dat op deze manier 'integreren' minder informatieverlies tot gevolg heeft. Er werd gekeken naar tekst versus tekening en geïntegreerd versus afzonderlijk. Er waren dus vier condities: afzonderlijke tekst (ST), geïntegreerde tekst (IT), afzonderlijke tekening (SD) en geïntegreerde tekening (ID). Daarnaast was er een controlegroep die alleen een model maakte en geen samenvatting. In totaal deden 96 4-vwo leerlingen mee.

De leerlingen in de geïntegreerde condities maakten dus hun model terwijl ze hun samenvatting konden zien op hetzelfde scherm. Voor de tekenaars betekende dit dat de tekening en het model over elkaar heen werden getoond. Hoe het voor de tekstsamenvatters zit, wordt me niet helemaal duidelijk. Er wordt gesproken van tekst in boxes en “graphically overlaying both visualizations” (p. 68). Vermoedelijk konden leerlingen verschillende tekstdelen bij onderdelen van het model plaatsen. Er werd gelijktijdig aan de samenvatting en het model gewerkt; ze beïnvloedden elkaar dus wederzijds. De leerlingen in de afzonderlijke condities moesten van scherm wisselen en zagen de samenvatting en het model niet tegelijkertijd.

De samenvattingen en modellen werden beoordeeld voor en na een werkboek over de energie van de aarde. Er werd gevonden dat de tekenaars (zowel de geïntegreerde als de afzonderlijke conditie) meer objecten representeerden dan de schrijvers (zowel geïntegreerd als afzonderlijk), zowel voor als na het werkboek. Voorafgaand aan het werkboek gaven de tekenaars ook nog eens meer processen weer dan de schrijvers. Daarnaast bleek tegen de verwachtingen in dat afzonderlijke samenvattingen en modellen leidden tot betere modellen dan in de geïntegreerde condities. Ook de samenvattingen waren van betere kwaliteit in de afzonderlijke condities. Daar is mijns inziens een goede verklaring voor te vinden, want een beeldsamenvatting en model hebben ieder mogelijk een heel ander format (bijvoorbeeld de visuele werkelijkheid van planeten, atmosfeer en zonnestrallen, versus de abstracte, schematische weergave van een model). Het lijkt dan niet nuttig maar afleidend om die over elkaar heen weer te geven. Kenbeek concludeert dan ook dat op een zinvolle manier integreren zonder dat het elkaar in de weg zit verder onderzoek vereist.

Over het algemeen genomen was er geen effect van het maken van samenvattingen ten opzichte van de controlegroep. Kenbeek oppert de mogelijkheid dat het maken van een model voor de controlegroep de functie van het maken van een samenvatting had en dat dat dezelfde redeneringen en resultaten leverde als tijdens het maken van een beeld- of tekstsamenvatting.

Hoofdstuk 5 neemt enigszins een zijspgong en bekijkt de invloed van een langdurige training op het maken van beeldsamenvattingen. In deze studie wordt gekeken naar het effect van een vijf maanden durende training in het maken van beeldsamenvattingen op de kwaliteit van zowel beeldsamenvatting als model. De verwachting is dat de getrainde leerlingen betere beeldsamenvattingen en modellen maken en dat bij hen dus minder informatie verloren gaat.

Twee klassen 2-vwo (44 leerlingen) en twee klassen 2-havo (29 leerlingen) maakten een beeldsamenvatting en een model over de energie van de aarde. Daaraan voorafgaand kregen één van de vwo-klassen (20 leerlingen) en één van de havo-klassen (10 leerlingen) de vijf maanden durende training tijdens hun reguliere natuurkundelessen (de trainingsgroep). In de training werd parallel aan hun gebruikelijke lesboek geoefend met het maken van beeldsamenvattingen. De andere klassen kregen hun reguliere natuurkun-

delessen (de controlegroep). Alles bij elkaar genomen kregen alle groepen evenveel natuurkundeles.

Opmerkelijk genoeg laten de resultaten zien dat de havo-leerlingen meer objecten weergaven in hun beeldsamenvattingen dan de vwo-leerlingen, zowel voorafgaand aan als na afloop van de trainingsperiode, zowel in de trainingsgroep als in de controlegroep. Wat betreft de modellen profiteerden de havo-leerlingen zeer veel van de training, terwijl vwo-leerlingen niet profiteerden. De getrainde havo-leerlingen scoorden net zo goed als de vwo-leerlingen. De vwo-leerlingen toonden geen vooruitgang na de training. Kenbeek oppert de mogelijkheid dat er voor deze nog jonge leerlingen een ontwikkelingsplafond is voor het modelleren van een complex systeem, en dat de vwo-leerlingen dat plafond al bereikt hadden en de havo-leerlingen nog niet.

Na alle informatie uit de verschillende studies is hoofdstuk 6 een helder hoofdstuk waarin de bevindingen op een rij worden gezet en met elkaar in verband gebracht. Het proefschrift begon met de vraag of het maken van samenvattingen kan helpen bij het maken van een computermodel. De eerste vraag die in het kader hiervan werd gesteld is of leerlingen überhaupt tekeningen kunnen maken op basis van een tekst over de energie van de aarde. Leerlingen bleken in staat om de centrale objecten weer te geven in de tekening, maar faalden op het gebied van de processen. Het maken van samenvattingen bleek geen effect te hebben op de kwaliteit van het computermodel.

Of de representatie tekst of beeld betere samenvattingen oplevert, daarover kan op basis van het onderzoek in dit proefschrift geen uitspraak worden gedaan. In hoofdstuk 3 waren de tekstsamenvattingen beter, in hoofdstuk 4 de beeldsamenvattingen. Echter, de verschillen zouden heel goed veroorzaakt kunnen worden door de andere omstandigheden (sommige leerlingen hadden model en samenvatting geïntegreerd), en doordat de leerlingen uit andere jaargroepen kwamen. Wat betreft het aantal objecten in de modellen waren er geen verschillen tussen de leerlingen in de tekst- en in de beeldconditie. Wel waren er verschillen in de aard van de relaties. Een modelleertoets na afloop van de modelleeractiviteit bracht geen verschillen in modelleervaardigheden aan het licht.

Commentaar

Er is veel onderzocht in dit proefschrift. Dit maakt het tot een interessant werk en tegelijk is het daardoor zoeken naar de hoofdlijn. Leerlingen uit 2-vwo, 3-vwo, 4-vwo (dus voor en na profielkeuze), 2-havo, tekenen versus tekst, integreren, training; er zijn veel variabelen in het spel. Wellicht geeft dit ook de veelzijdige aard van het onderwerp modelleren weer en de dynamische aard van onderzoek doen. Het effect van het maken van samenvattingen bleek genuanceerder dan gedacht. Onduidelijk is de rol van de docent in het leerproces. Wordt er nergens (klassikaal) gereflecteerd op de pogingen om het dynamische systeem samen te vatten? En hoe worden dergelijke besprekingen benut voor een klas-sikale niveauverhoging? Het proefschrift biedt verschillende aanknopingspunten voor vervolgonderzoek en is als zodanig een mooie inspiratiebron.