

Proefschrift Cornelise Vreman-de Olde

Look, Experiment, Design; Learning by Designing Instruction

Bespreking door:

Henk Pol

Instituut voor Didactiek en Onderwijsontwikkeling
Rijksuniversiteit Groningen

Onderwijs is over het algemeen zo ingericht dat de docent de opgaven bedenkt, en dat de leerling op zoek gaat naar het antwoord. In haar dissertatie onderzoekt Cornelise Vreman-de Olde de mogelijkheid om de opgaven ook eens door de leerling te laten ontwerpen. Argumenten hiervoor vindt zij in constructivistische leertheorieën die stellen dat het ontwerpen van artefacten (een computerprogramma, een machine of een spel) de leerling kan ondersteunen bij het construeren van kennis.

De onderzoekster vult dit idee in door leerlingen uit het MBO opdrachten te laten uitwerken voor het domein elektriciteit binnen de leeromgeving SIMQUEST. De leerling krijgt in deze leeromgeving een tekening voor zich van een schakeling, met daarbij de mogelijkheid om door het gebruik van een applet relaties tussen bijvoorbeeld weerstand, stroom en spanning te onderzoeken. De leerlingen wordt gevraagd meerkeuze-opdrachten te ontwerpen voor hun collega-leerlingen. Omdat het meerkeuze-opdrachten betreft, moet de leerling ook plausibele foute antwoorden bedenken. Tenslotte moet de leerling feedback ontwikkelen bij de bedachte antwoorden.

De eerste stap van het ontwerpproces door de leerlingen wordt door Vreman-de Olde niet apart onderzocht, maar ze bespreekt de mogelijke leereffecten in een literatuurstudie. In dit onderdeel laat ze zien dat het ontwerpen van opgaven, programma's en games door leerlingen voor verschillende domeinen een positief effect kan hebben op het verwerven van domeinkennis en het verwerven van inzicht in designprocessen. Een kritische kanttekening die hier wordt gemaakt is dat in veel ontwerpomgevingen leerlingen de neiging hebben zich te veel te concentreren op de technische- en ontwerpaspecten van de leeromgeving, waardoor ontwikkeling van domeinkennis wordt verwaarloosd.

In het eerste experiment kijkt de onderzoekster naar de typen opdrachten die 19 leerlingen hebben ontworpen in de SIMQUEST-omgeving, de alternatieve antwoorden die de leerlingen hierbij bedenken, het soort feedback dat ze hebben bedacht, en de onderliggende gedachten die de leerlingen hadden bij het ontwerpen van de typen opdrachten. Het experiment bestaat uit twee sessies, waarbij de eerste wordt gebruikt om te leren omgaan met SIMQUEST, en de tweede om enkele opgaven te ontwerpen. Leerlingen blijken veel oppervlakkige opgaven te ontwerpen, waarbij ze alleen gebruik maken van eerder opgedane kennis. Voor een deel van de ontworpen opdrachten geldt dat leerlingen wel verder gaan dan eerder verworven kennis en, zo concludeert de onderzoekster, zelf nieuwe kennis construeren.

In het tweede experiment probeert de onderzoekster de oppervlakkigheid van de opgaven zoals gemaakt door de leerlingen aan te pakken met behulp van een papieren instructie (Design-sheet) die leerlingen naast het ontwerpen kunnen gebruiken. Met een grotere diepgang van de door leerlingen ontwor-

pen opgaven verwacht ze ook een betere ontwikkeling van natuurkundekennis. Op de Design-sheet vinden we ondersteuning in de vorm van adviezen om aantekeningen te maken, voorbeelden, heuristieken, tips om alternatieven te vinden en ondersteunende vragen in het ontwerpproces.

Twee groepen leerlingen worden met elkaar vergeleken: de ene groep ontwerpt opgaven m.b.v. de Design-sheet, de andere groep doet het zonder. De resultaten wijzen erop dat de groep met de design-sheet een lager aantal opgaven ontwerpt, maar wel van hogere kwaliteit. Er worden significant meer relatievragen gemaakt en bijvoorbeeld significant minder definitievragen, afleesvragen en niet relevante vragen.

Aan het einde van het experiment is voor beide groepen leerlingen onderzocht of ze door hun ontwerpinspanningen ook meer over elektriciteit geleerd hadden. De verwachte leerwinst werd niet gevonden in de gebruikte natoets; de onderzoekster wijt dit aan de korte duur van het experiment en de te hoge moeilijkheidsgraad van de natoets.

In het derde experiment beproeft de onderzoekster haar definitieve Look-Experiment-Design (LED) opzet. Ten opzichte van de eerdere experimenten werd een aantal verbeteringen aangebracht: 1) i.h.a. meer ondersteuning, 2) ontwerpen van de opgave stroomlijnen, 3) niveau van de opgaven niet te hoog en niet te laag, en 4) ontwikkelde kennis beter meetbaar maken door langer experiment en de test toegankelijker te maken voor de leerlingen. Dit resulteerde in een opzet waarin leerlingen:

- *Look*, een schakeling binnen de SIMQUEST omgeving verkennen aan de hand van enkele interfaces en papieren instructies;
- *Experiment*, meer gecompliceerde experimenten met dezelfde schakeling binnen de SIMQUEST-omgeving uitvoeren, op advies van de interfaces en papieren instructies;
- *Design*, zelf een opgave ontwerpen, met bijbehorende antwoorden en feedback (uitgeschreven op papier, niet ontworpen binnen SIMQUEST, zoals in de eerdere experimenten), mede op advies van de interfaces en papieren instructies.

De LED-opzet werd getest in twee klassen, een MBO-klas elektrotechniek en een MBO-klas autotechniek, waarbij beide klassen werden opgedeeld in een experimentele groep (resp. $n = 11$ en $n = 10$) en een controlegroep (resp. $n = 13$ en $n = 15$). Alle groepen kregen 4 x 2 uur les. De experimentele groep besteedde de eerste zes lessen aan het ontwerpen van opgaven bij in totaal vier verschillende schakelingen. De controlegroep kreeg in die tijd klassikaal les. Daarna volgde voor beide groepen een natest van twee uur, die ook voor het rapport telde. De natest bestond uit een deel 'relaties onderkennen', en een deel rekenopgaven. De scores van experimentele groep en controlegroep bleken niet significant verschillend. Vervolgens zijn de resultaten nog apart geanalyseerd voor de elektrotechniek- en de autotechniekklas. De experimentele groep van de elektrotechnici scoorde significant beter op het onderkennen van relaties. In de autotechniekgroep vond de onderzoekster een tendentieel verschil voor de rekenopgaven in het voordeel van de controlegroep.

Kwalitatieve analyse van de producten die door de leerlingen tijdens het experiment werden geleverd liet zien dat tijdens de eerste twee fasen (Look en Experiment) leerlingen de gevraagde relaties konden herkennen, en de

bedoelde experimenten gingen uitvoeren. De opgaven zoals die in de Design-fase werden ontworpen waren echter wel vaak fout.

Het onderzoek van Vreman-de Olde kan in eerste instantie binnen constructivistische leermodellen worden geplaatst zoals het ontwerpend leren, maar ook bijvoorbeeld, zoals door de onderzoekster zelf aangegeven, leren door te ontdekken. Leren betekent in deze visie dat kennis het beste kan worden opgebouwd door iemand zelf, omdat diegene het beste weet wat hij al wel weet, en wat nog niet. Nieuwe kennis wordt door de lerende in zijn al bestaande kennisnetwerk ingebouwd, en het hangt van de lerende af welke kennis op een bepaald moment ingepast kan worden. Leeromgevingen zoals hierboven genoemd bieden de leerling op het eerste gezicht mogelijkheden op hun eigen niveau, afhankelijk van de al aanwezige kennis, in te steken op een onderwerp. Verschillende praktische experimenten laten echter zien dat veel leerlingen door de veelzijdigheid van deze open leeromgevingen 'door de bomen het bos niet meer zien', en uiteindelijk niet meer leren dan in een klasieke leeromgeving.

Het middel dat de onderzoekster inzet om het ontwerpend leren te verbeteren kan als *cognitieve begeleiding* worden betiteld. Dit betekent dat leerlingen in principe de gangbare weg wordt voorgehouden maar dat ze daarnaast wel keuzen kunnen maken. In de eerste twee fasen van haar ontwerp zien we deze begeleiding terug: tijdens de *look*-fase worden inleidende vragen gesteld die met de applet kunnen worden beantwoord, tijdens de *experiment*-fase worden tabellen voorgedrukt die kunnen worden ingevuld.

Een ander interessant aspect betreft reflectie. Zowel vanuit veel klassieke literatuur over probleemoplossen alsook vanuit modernere theorieën over zelfstandig leren komt het belang van een goede controle en reflectie naar voren. In dit onderzoek zien we die terug in de *design*-fase waarbij leerlingen in de eerste twee experimenten door het ontwerpen van een werkende opgave binnen SIMQUEST worden gestimuleerd de opgave net zo lang te bewerken tot ze in hun ogen werkend is. In het derde experiment worden leerlingen niet meer gevraagd de opgaven ook binnen SIMQUEST te ontwerpen, maar alleen op papier uit te werken, wat resulteert in een veel lager aantal correct ontworpen opgaven.

Voor mijn commentaar op dit profschrift heb ik mij drie vragen gesteld: wat wil Vreman-den Olde verbeteren, hoe wil ze dat bereiken, en wat is het resultaat?

Ofschoon leerlingen waarschijnlijk veel leren op het gebied van (ontwerp)vaardigheden, is dat niet de doelstelling van deze dissertatie. De bedoeling is dat leerlingen natuurkunde leren. Het gaat dan om het kennen van kwalitatieve relaties tussen natuurkundige begrippen, waarbij daarnaast de vaardigheid van het maken van rekenopgaven in de gaten wordt gehouden (Vreman-de Olde verwacht een mindere ontwikkeling van deze vaardigheid t.o.v. de controlegroep, die overigens niet wordt gevonden). Volgens mij wordt een grote meerwaarde van deze onderwijsaanpak over het hoofd gezien door het gebied van algemene vaardigheden niet mee te nemen in dit onderzoek. Dit is jammer, want de algemene vaardigheden worden in de hedendaagse schoolpraktijk als minstens zo belangrijk gezien, maar bovendien zijn op dat gebied misschien juist wél leerwinsten behaald.

Vreman-de Olde wil graag vakinhoudelijke leerwinst behalen door leerlingen een ontwerpend-leren omgeving aan te bieden, waarbij ze insteekt op een

op verschillende manieren ondersteunende, deels digitale, leeromgeving. Daarbij veronderstelt de onderzoekster dat een bepaalde kennisbasis al in eerdere lessen werd verworven; de leerlingen komen niet als een *tabula rasa* naar het experiment. De opzet heeft volgens mij dan ook als doel basiskennis te verstevigen en de conceptuele kennisnetwerken verder uit te bouwen.

De laatste vraag is of zij daar in slaagt. Uit de verschillende experimenten komen indicaties naar voren waaruit blijkt dat leerlingen relevante natuurkundekennis hebben en correcte opgaven kunnen construeren. De natoetsen leveren geen overtuigend bewijs voor het behalen van de gehoopte leerwinst. De resultaten van de voortoets zijn niet alleen onbetrouwbaar, maar bovendien niet rechtstreeks vergelijkbaar (onderdelen van verschillende voorgaande schooltoetsen). Een voor-natoets vergelijking is daarmee onmogelijk. Bij de vergelijking tussen experimentele groepen laat een klas een significante verbetering zien ten opzichte van de controlegroep, maar de andere niet. Tenslotte is de natoets ook als toets voor het rapport gebruikt, waarmee mag worden aangenomen dat er door de leerlingen ook nog naast het experiment is geleerd voor deze toets. Hierdoor wordt het niet duidelijke positieve resultaat alleen nog maar minder scherp. Aan de andere kant heeft Vreman-den Olde jammer genoeg een belangrijk aspect weggelaten uit de uiteindelijke Look-Experiment-Design-opzet, namelijk het ontwerpen van de opgaven binnen SIMQUEST. Uit de literatuur blijkt dat de reflectie die daardoor zou worden gestimuleerd een belangrijk positief effect van haar opzet kan zijn, en het derde experiment, de lakmoesproef van de opzet mist dus dit belangrijke onderdeel.

Ik heb de dissertatie als onderzoeker en als docent met plezier en interesse gelezen, en denk vanuit beide perspectieven dat er mooie dingen met de ideeën van Vreman-den Olde kunnen worden gedaan. De eerste twee experimenten laten duidelijke resultaten zien waaraan duidelijke invalshoeken ten grondslag liggen. Het derde experiment vraagt om nader onderzoek. Ten eerste zou de volledige opzet moeten worden getest, waarbij leerlingen de opgaven in plaats van op papier binnen SIMQUEST ontwerpen. Daarnaast moet in ieder geval ook de invloed van de voorkennis van de leerling, en inherent daaraan, het voortraject van het project, (beter) in kaart worden gebracht. De resultaten van het derde experiment suggereren dat de verschillen in voorkennis de effectiviteit van de leeromgeving kunnen beïnvloeden. Bovendien heeft Vreman-de Olde haar leeromgeving impliciet opgebouwd vanuit een constructivistische visie op leren die uitgaat van een invloed van al aanwezige kennis op nieuw te verwerven kennis. Deze visie vraagt erom het voortraject (goed) te omschrijven.

Vreman-de Olde, C. (2006). *Look Experiment Design; Learning by designing instruction*. Proefschrift Universiteit Twente [ISBN 90-365-2399-0].