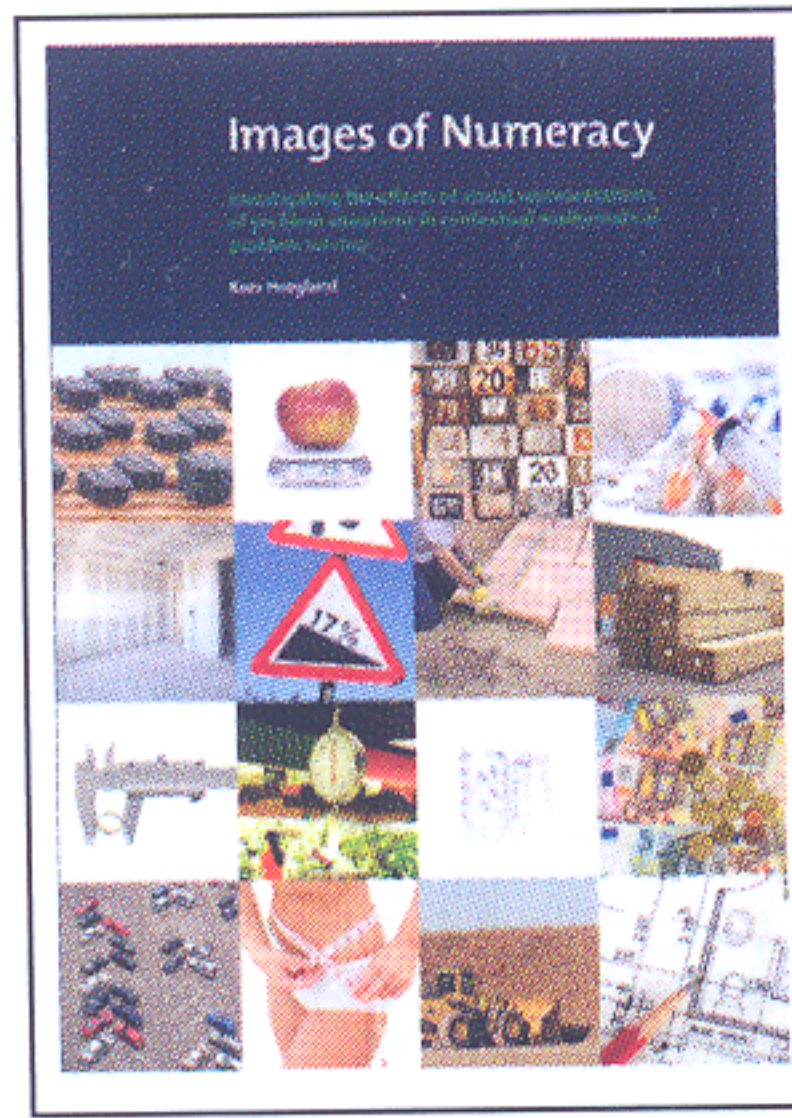


| In defence



Images of Numeracy – Investigating the effects of visual representations of problem situations in contextual mathematical problem solving

Kees Hoogland

Op 8 november 2016 promoveerde Kees Hoogland aan de Technische Universiteit Eindhoven bij prof.dr. Birgit Pepin en dr. Arthur Bakker (UU). De titel van zijn proefschrift, *Images of Numeracy – Investigating the effects of visual representations of problem situations in contextual mathematical problem solving*, geeft al aan dat zijn onderzoek geen *hardcore* wiskunde betreft, maar veeleer de didactiek van de wiskunde. Hoogland was ook geen standaard promovendus. Hij werkt bij de stichting leerplanontwikkeling (SLO) en heeft al een lange carrière achter de rug: hij was eerder werkzaam als wiskundedocent, lerarenopleider, nascholer, leermedelenauteur, hoofdredacteur van *Euclides* en directeur van het Algemeen Pedagogisch Studiecentrum (APS).

Het onderzoek dat ten grondslag ligt aan zijn proefschrift werd in 2010 geselecteerd als een van de 19 prijswinnaars van de 74 inzendingen voor het programma Onderwijs Bewijs II van het ministerie van OCW. Een programma dat ernaar streefde om 'bewezen' antwoorden te krijgen op actuele onderwijsvragen.

Fascinatie voor wat rekenen en wiskunde doen met mensen

In 1984 werd Hoogland student-assistent wiskundendidactiek in Leiden bij Gerben Bulthuis en vanaf 1985 was hij wiskundeleraar. Hij was toen al geïnteresseerd in de wereldwijde gemeenschap rond wiskundeonderwijs, met namen als Hans Freudenthal, Alan Schoenfeld en Alan Bishop, en in de internationale trends rond wiskundeonderwijs. Als jonge wiskundedocent wilde hij al per se naar het International Congress on Mathematical Education (ICME) in 1988 in Budapest.

Die fascinatie is altijd gebleven: "Wat doen rekenen en wiskunde en het leren daarvan met mensen?" Later werd het wat specifiek: "Hoe gaan met name zwakkere leerlingen om met de kwantitatieve wereld om ons heen? Hoe kunnen praktische rekenkennis en zelfvertrouwen hen *empoweren*? Hoe kunnen rekenangst en een goed/fout- en deficiëntiecultuur hen juist belemmeren?"

Ruim tien jaar geleden ontstond het idee om daar ook zelf actief onderzoek naar te gaan doen. Dat heeft uiteindelijk via het Onderwijs Bewijs-traject tot zijn dissertatie geleid.

Beschrijvende versus beeldende contextopgaven

Probleemoplossen en modelleren hebben steeds meer terrein gewonnen als doelen van het reken- en wiskundeonderwijs. In vrijwel elk curriculum wereldwijd zijn dergelijke onderwijsdoelen opgenomen. Daarbij spelen als vanzelfsprekend 'probleemsituaties uit de werkelijkheid' ofwel contexten een belangrijke rol. Er wordt veel

Pas gepromoveerden brengen hun werk onder de aandacht. Heeft u tips voor deze rubriek of bent u zelf pas gepromoveerd? Laat het weten aan onze redacteur.

Redacteur: Geertje Hek
la Voie-du-Coin 7
1218 Grand-Saconnex
Zwitserland

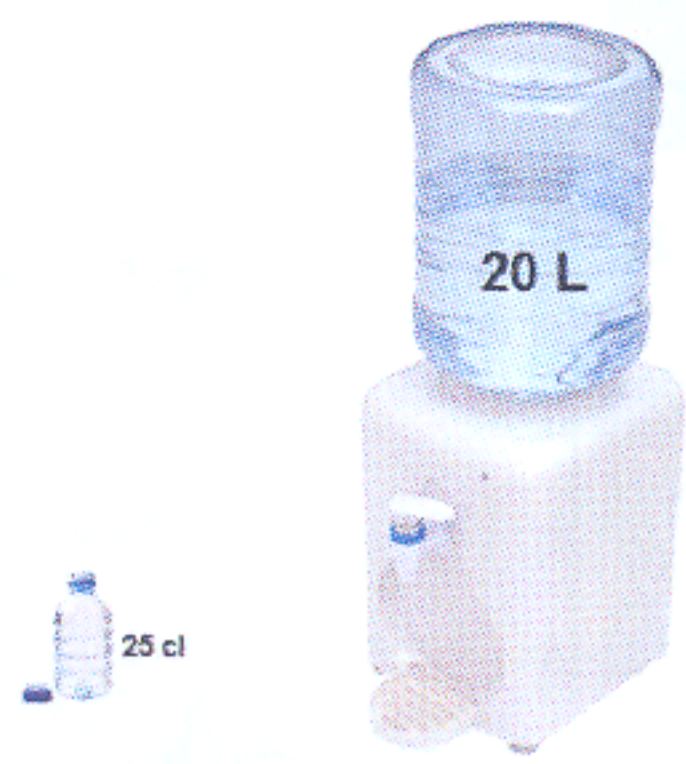
verdediging@nieuwarchief.nl

In de verdediging

13A

Een volle watertank op een waterkoeler heeft een inhoud van 20 liter. Leerlingen vullen hieruit flesjes van 25 cl.

Hoeveel flesjes water kun je uit een volle watertank halen?
 flesjes



13B

Hoeveel flesjes water kun je uit een volle watertank halen?
 flesjes

onderzoek gedaan naar goede manieren om die contexten in de schoolsituatie te (re)presenteren.

Hoogland heeft een aspect daarvan onderzocht door middel van de volgende onderzoeksvraag: “Wat is bij wiskundige contextopgaven het effect op de score van leerlingen wanneer we de representatie van de probleemsituatie veranderen van beschrijvend naar voornamelijk beeldend?” De figuur illustreert een voorbeeld van zo’n verandering.

Verhaaltjessommen authentiek aanbieden

Uit onderzoek is bekend dat veel leerlingen contextopgaven zien als ‘verhaaltjessommen’ waarin procedurele sommen zijn verstopt. Het gaat hierbij meestal om talige representaties van contexten. Leerlingen plukken dan lukraak getallen uit het verhaaltje en laten er een bewerking op los. Dit gedrag wordt vaak *suspension of sense-making* genoemd, grofweg te vertalen als ‘het verstand op nul zetten’. De te onderzoeken aanname was dat leerlingen tot betere resultaten zouden komen als de probleemsituaties meer beeldend – en daardoor wellicht authentiek – aangeboden zouden worden. Dit zou een indicatie kunnen zijn dat ze in die variant hun verstand wat minder op nul zouden zetten.

Het hoofdonderzoek

Echt een hoogtepunt tijdens het traject was de periode van het hoofdonderzoek. Om conclusies te kunnen trekken had Hoogland ruim 1000 deelnemers nodig. Maar binnen enkele weken stroomden de potentiële deelnemers binnen. De teller stond uiteindelijk stil bij ruim 32.000 geschikte leerlingen in basisscholen, voortgezet onderwijs en mbo.

Het onderzoek was opgezet als een *randomized controlled trial*. In de digitale toets die aan de deelnemers werd voorgelegd, werd voor elke opgave random een van de twee representaties gekozen. Alle antwoorden, de bestede tijd, de scores en de leerlingkenmerken werden anoniem in een onderzoeksdatabase opgeslagen. Op piekuren waren meer dan 4000 leerlingen tegelijk bezig met de digitale toets en dat zonder haperingen. Hoogland kon letterlijk zien hoe de database zich vulde.

Toen kwam de spanning van de eerste analyses: zou de hypothese bevestigd worden? Die spanning maakte het onderzoeken mooi. Het werd duidelijk hoe complex het is om iets te meten en te beweren over onderwijssituaties. “De analyse leerde mij zeer zorgvuldig en precies te zijn in uitspraken over onderwijs en ook waardering te hebben voor andere mensen die zorgvuldig en genuanceerd praten over reken- en wiskundeonderwijs”, aldus Hoogland.

Het resultaat van het onderzoek was dat over de hele toets beschouwd leerlingen net wat hoger op de beeldende opgaven scoorden. Gedetailleerdere analyses lieten zien dat dit niet gold voor alle

opgaven: voor opgaven uit het domein Meten & Meetkunde was het effect groter dan bij opgaven uit domeinen als Getallen en Verhoudingen, en er waren opgaven waarbij het omgekeerde het geval was.

De waan van de dag

Hoogland vond het vaak lastig om voldoende focus te houden op zijn onderzoek. Rond het reken- en wiskundeonderwijs heb je nogal eens met de waan van de dag te maken en dat combineert slecht met een wat meer afstandelijke en diepe analyse van de problematiek. Hoogland houdt zich bovendien ook graag bezig met allerlei aspecten van reken- en wiskundeonderwijs die hem nogal eens van zijn dissertatieonderzoek afhielden: ontwikkelen, scholen bezoeken, advieswerk in binnen- en buitenland, nascholing van docenten, schrijven van columns en populair wetenschappelijke artikelen, en het volgen van de internationale trends in het reken- en wiskundeonderwijs. Hoogland geeft een beeld van de overweldigende omvang daarvan: op de laatste ICME-conferentie in 2016 in Hamburg waren 3500 deelnemers die ruim 1900 artikelen over recent onderzoek in reken- en wiskundeonderwijs presenteerden. Het leert hem dat simpele analyses en simpele oplossingen ernstig gewantrouwd moeten worden als het gaat over verbeteren van dat onderwijs.

Conclusies

Heeft dit onderzoek nu iets bewezen? Persoonlijk gelooft Hoogland daar niet zo in als het gaat om sociaal-wetenschappelijk onderzoek. Wel vindt hij het belangrijk dat goed onderzochte resultaten meegenomen worden in afwegingen die mensen maken in hun werk: leraren die contextopgaven aan hun leerlingen voorleggen, methodeschrijvers die nadenken over hoe ze probleemsituaties uit de wereld om ons heen representeren in de boeken, toetsmakers die meer zouden kunnen experimenteren met verschillende manieren om contexten in een test te representeren. Tot slot beleidsmakers, die moeten beseffen dat een digitale toets met goed/fout-antwoorden lang niet het hele spectrum dekt van de doelen uit het referentiekader Taal en Rekenen. Als het effect van zijn onderzoek is dat deze mensen inderdaad beter gefundeerde afwegingen maken, is Hoogland zeer tevreden.

Het onderzoek heeft voor hem ook nog een bredere relevantie. Voor reken- en wiskundeonderwijs op alle niveaus is de vraag hoe de combinatie van verbale en visuele componenten een rol speelt bij het ontwikkelen van wiskundige cognities. Het is bekend dat bij het duurzaam verwerven van wiskundige kennis en vaardigheden visualisaties, patronen, structuren en beelden en dynamische metaforen een belangrijke rol kunnen spelen. Hoogland vraagt zich dus af waarom men op alle niveaus van het reken- en wiskundeonderwijs zo blijft hangen in talige representaties van de werkelijkheid bij probleemoplossen, modelleren en toepassen van rekenen en wiskunde. Er is al zoveel meer mogelijk, bijvoorbeeld op het gebied van *virtual and augmented reality*. Er is dus nog genoeg te ontwikkelen en te onderzoeken.

Zijn gewone werk gaat ook door. Bij SLO wordt geprobeerd de curriculumontwikkeling in Nederland blijvend te voeden met kennis van internationale trends en recente wetenschappelijke onderzoeksresultaten. Hoogland heeft al gemerkt dat zijn nieuwe ‘status’ mogelijkheden biedt om bijvoorbeeld als co-promotor jonge mensen in binnen- en buitenland te begeleiden in onderzoek dat vergelijkbaar is met het zijne. En dat inspireert enorm. ◆