



Stichting NIOC en de NIOC kennisbank

Stichting NIOC (www.nioc.nl) stelt zich conform zijn statuten tot doel: het realiseren van congressen over informatica onderwijs en voorts al hetgeen met een en ander rechtstreeks of zijdelings verband houdt of daartoe bevorderlijk kan zijn, alles in de ruimste zin des woords.

De stichting NIOC neemt de archivering van de resultaten van de congressen voor zijn rekening. De website www.nioc.nl ontsluit onder "Eerdere congressen" de gearchiveerde websites van eerdere congressen. De vele afzonderlijke congresbijdragen zijn opgenomen in een kennisbank die via dezelfde website onder "NIOC kennisbank" ontsloten wordt.

Op dit moment bevat de NIOC kennisbank alle bijdragen, incl. die van het laatste congres (NIOC2023, gehouden op donderdag 30 maart 2023 jl. en georganiseerd door NHL Stenden Hogeschool). Bij elkaar bijna 1500 bijdragen!

We roepen je op, na het lezen van het document dat door jou is gedownload, de auteur(s) feedback te geven. Dit kan door je te registreren als gebruiker van de NIOC kennisbank. Na registratie krijg je bericht hoe in te loggen op de NIOC kennisbank.

Het eerstvolgende NIOC vindt plaats op donderdag 27 maart 2025 in Zwolle en wordt dan georganiseerd door Hogeschool Windesheim. Kijk op www.nioc2025.nl voor meer informatie.

Wil je op de hoogte blijven van de ontwikkeling rond Stichting NIOC en de NIOC kennisbank, schrijf je dan in op de nieuwsbrief via

www.nioc.nl/nioc-kennisbank/aanmelden-nieuwsbrief

Reacties over de NIOC kennisbank en de inhoud daarvan kun je richten aan de beheerder:

R. Smedinga kennisbank@nioc.nl.

Vermeld bij reacties jouw naam en telefoonnummer voor nader contact.

Meer variatie in het wiskundeonderwijs!

Marjolijn Witte

Universiteit van Amsterdam

Centrum voor Innovatie en Coöperatieve Technologie

Onderzoeksprogramma OOC

Grote Bickersstraat 72

1013 KS Amsterdam

Samenvatting

In het wiskundeonderwijs wordt het oplossen van problemen steeds meer centraal gesteld. Vanuit de vraag waarom meisjes het wiskundeonderwijs zo vaak de rug toekeren wordt de gehanteerde methode van probleemoplossen geanalyseerd. Vrouwen blijken vaak andere methoden te gebruiken. Daarom wordt er in dit artikel gepleit voor het ontwikkelen van (computer) onderwijsomgevingen waarin meer vrijheid en keuzes in probleemoplosstrategieën mogelijk zijn.

1 Inleiding

"Een slimme meid is op haar toekomst voorbereid", schreeuwen de door de overheid bekostigde filmpjes ons regelmatig toe. Meisjes moeten, volgens de vorige en huidige regering, in staat worden gesteld om hun eigen leven te kunnen bepalen. Volgens dit beleid is een eigen inkomen hiervoor een voorwaarde. Maar aangezien de traditionele vrouwenberoepen minder perspectief voor een onbezorgde toekomst bieden, en er in de exacte beroepsgroepen een schreeuwend tekort aan vakbekwame jonge werkwilligen bestaat, dacht de overheid twee vliegen in een klap te kunnen slaan. 'Kies Exact' was dan ook het motto van de andere grote overheids-campagne, gericht op een grotere participatie van meisjes in de exacte vakken. Door te wijzen op het belang van een dergelijk vak voor toekomstige opleidingen, probeerde men meisjes er toe over te halen zich door de rijstebrijberg van exacte vakken heen te vreten, om een goed carrièreperspectief te kunnen bereiken.

Daarnaast werd er ook aandacht besteed aan de didaktiek van deze exacte vakken. Docenten werden opgeroepen om meer rekening te houden met de vermeende wensen en behoeftes van meisjes in de klas, zoals minder concurrentie, meer aandacht en ondersteuning aan meisjes, doorbreken van de seksestereotypen, etcetera.

Meisjes zouden, volgens de voormalige staatssecretaris Ginjaar-Maas, bovendien meer behoefte hebben aan een praktische invulling van deze vakken. In het vak wiskunde leidde dit in de bovenbouw van HAVO en VWO tot een splitsing in Wiskunde A en B. Wiskunde A richt zich op het modelleren, wiskundig vertalen van situaties uit het dagelijks leven, waarmee het als praktischer wordt beschouwd, terwijl wiskunde B overeenkomt met het oude wiskunde-programma. Opmerkelijk is dat er inderdaad toe leidt dat meisjes in verhouding veel vaker wiskunde A kiezen, vergeleken met jongens. Hiermee wordt echter het door de staatssecretaris beoogde doel om de toekomstmogelijkheden van meisjes te vergroten niet bereikt. Wiskunde A, waarin uitgegaan wordt van de zogenaamde 'realistische wiskunde', verwierf vrijwel onmiddellijk het predikaat van 'gemakkelijke wiskunde', zodat de meeste opleidingen nu Wiskunde B eisen. Binnenkort wordt deze realistische wiskunde ook voor de leerlingen van 12 tot 16 jaar ingevoerd.

In dit artikel wordt de aandacht gericht op de methode van probleemoplossen waarvan in het realistisch wiskundeonderwijs gebruik wordt gemaakt. Indien men de wiskunde ziet als een hulpmiddel voor het oplossen van problemen, dan is het ook van belang na te gaan wat de hierbij gebruikte methode kenmerkt en voor welke soort problemen het een hulpmiddel is. Bovendien dient zich dan de vraag aan of vrouwen dit hulpmiddel gebruiken. In de volgende paragraaf zullen daarom de uitgangspunten van het realistische wiskunde-onderwijs worden besproken. Vervolgens wordt in § 3 ingegaan op de vraag welke methode hierin gehanteerd wordt. Kritiek op deze methode wordt besproken in § 4. In § 5 wordt een aanzet gegeven voor een alternatieve methode. Het vergroten van de variatie binnen het onderwijs, door het bieden van een keuzemogelijkheid voor verschillende probleemoplosmethoden, staat hierbij centraal. In § 6 tenslotte worden ervaringen besproken met projecten waarin de computeromgeving de mogelijkheid biedt om te kiezen tussen de gebruikelijke en alternatieve methodes.

2 Wiskunde als hulpmiddel

De huidige vernieuwing van het wiskunde-onderwijs is gebaseerd op het idee dat wiskunde een door mensen ontwikkeld systeem is, waarmee men ondermeer veel problemen kan oplossen. Dit uitgangspunt is ontwikkeld in het Instituut voor de Ontwikkeling van het Wiskunde Onderwijs (IOWO), dat onder leiding van Hans Freudenthal heeft gestaan. Omdat men er van uit ging dat wiskunde door leerlingen zelf moet worden opgebouwd, zocht men naar een context waarin problemen voorkomen die voor kinderen reëel zijn. Men spreekt dan ook vaak van realistische of 'contextrijke' wiskunde. Een dergelijke probleemcontext vormt het startpunt van waaruit kinderen wordt geleerd wiskundig te handelen. Daarmee werd een belangrijke stap gezet. Niet het domweg leren van het formele systeem, maar het leren mathematiseren van een probleem, werd het uitgangspunt van het onderwijs. Wiskunde is in deze opvatting een taal die gebruikt kan worden om de wereld te beschrijven.

"Echte wiskunde problemen zijn zelden of nooit zo geformuleerd als men ze in boeken of examentoetsen vindt. Ze ontstaan in situaties die allereerst in de moedertaal worden verwoord, in een moedertaaltekst waaraan geschaafd moet worden, waar je de essentialia uit moet halen, die je moet vertalen in wiskundige termen die je wiskundig bewerkt tot een uitkomst die je terugvertaalt naar de situatie waar je mee gestart bent."

(Freudenthal, 1984: 28)

Het progressief mathematiseren van realistische problemen staat in de huidige methode centraal. Door een probleem te modelleren, te schematiseren of te vertalen in symbolen, kan het probleem worden opgelost.

"Paradigmatic context problems, models, schemas, diagrams and symbols are the vehicles of progressive mathematization" (Treffers, 1987: 249).

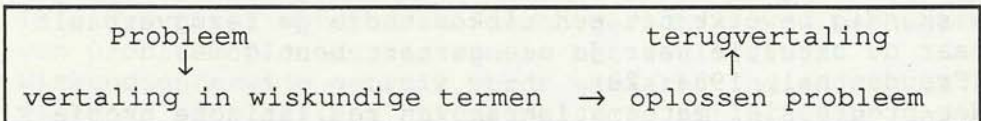
In de praktijk komt het er echter op neer dat er problemen worden aangeboden die door de leerlingen moeten worden oplost met behulp van de technieken die door de docent of het wiskundeboek worden aangereikt. Daarmee is het voor leerlingen onmogelijkheid om zelf een eigen formeel systeem te ontwikkelen, zoals ondermeer bepleit door Van Hiele (1973). De exameneisen, waarin kennis van het reeds bestaande formele systeem nog steeds gevraagd wordt, maakt een dergelijke eigen ontwikkeling waarschijnlijk onmogelijk. Daarmee is het kunnen gebruiken van het systeem voor het oplossen van problemen steeds meer centraal komen te staan.

Daarnaast blijkt uit onderzoek [1] dat met deze realistische methoden vrouwen nog steeds lager scoren dan hun mannelijke medestudenten. Om hierin een beter inzicht

te verwerven heb ik me bezig gehouden met de vraag wat het kenmerk is van de methode die in de wiskundeonderwijs wordt gehanteerd en welke problemen hiermee kunnen worden aangepakt.

3 Het kenmerk van de gehanteerde methode

De methode die in het wiskunde onderwijs gehanteerd wordt is in de 17e eeuw ontwikkeld door Newton (zie De Lange, 1987). Kenmerk van deze methode is het zoeken naar zekerheid. Newton ging er van uit dat de natuur met behulp van de wiskunde beschreven kon worden. In zijn 'Philosophiae Naturalis Principia Mathematica', de wiskundige principes van de natuurfilosofie, beschreef Newton hoe hij de natuurverschijnselen toegankelijk wilde maken voor wiskundige behandeling. Hij ontwikkelde daarvoor een methode waarin een probleem wordt opgelost door dit te vertalen in een formele, wiskundige taal. Het probleem kan vervolgens binnen die taal worden opgelost, waarna de wiskundige oplossing van het probleem vervolgens naar het oorspronkelijke probleem terug wordt vertaald. Een dergelijke werkwijze wordt dan ook wel de Newtoniaanse methode genoemd.



Figuur 1
De Newtoniaanse methode

Deze methode wordt zowel gebruikt voor problemen buiten als voor problemen binnen het wiskundige domein. Niet-wiskundige problemen kunnen worden vertaald in wiskundige termen en zo worden opgelost. Wiskundige problemen, bijvoorbeeld in de geometrie, kunnen worden opgelost door ze te vertalen in algebraïsche termen.

4 Kritiek op deze methode

In het begin van deze eeuw was er een crisis in de grondslagen van de wiskunde. Het zo zorgvuldig opgebouwde wiskundige systeem bleek niet consistent te zijn. Het principe van zekerheid en waarheid, dat de wiskunde leek te verschaffen, kwam ter discussie te staan.

Een van de opponenten van de Newtoniaanse methode was Brouwer, een Nederlandse wiskundige (zie Van Dalen, 1981). Brouwer gaat er van uit dat wiskunde in feite constructies in het hoofd van mensen zijn, en bevat daarmee geen waarheid of onwaarheid. Zijn 'intuitionistische wiskunde' is dan ook niet opgebouwd vanuit op de logica gebaseerde bewijzen, maar door het samenvoegen van diverse menselijke constructies. Volgens Brouwer zijn bijvoorbeeld natuurlijke getallen het gevolg van de tijdsintuïtie, ze worden geconstrueerd door het bijeenvoegen van eenheden in de geest.

In zijn ogen is wiskunde het intellectueel bekijken van de wereld en staan wiskundige systemen los van de natuur. Hiermee legt hij het premaat dus bij het individu en wordt een beschrijving van de natuur beschouwd als een perspectief van een persoon en niet als een 'ware' beschrijving. In zijn proefschrift uit 1907 schrijft hij: "Om de zekerheid van een waargenomen regelmaat zoo lang mogelijk te handhaven, tracht men daarbij systemen te *isoleeren* d.w.z. het als regelmaat storend waargenomene, verwijderd te houden; zoo *maakt* de mensch in de natuur veel meer regelmatigheid dan er oorspronkelijk spontaan in voorkwam; hij *wenscht* die regelmatigheid, omdat ze hem sterkt in den strijd om het bestaan, doordat ze hem in staat stelt te voorspellen, en zijn maatregelen te nemen." (Van Dalen, 1981: 123) Hiermee haalt hij het fundament onder de methode van Newton vandaan, omdat deze veronderstelt dat door het weergeven van problemen in de wiskundige taal een bepaalde zekerheid en beheersbaarheid van het probleem mogelijk is.

De kritiek van Brouwer en anderen op het waarheidsgehalte van de wiskunde heeft zeer veel beroering gebracht. Men ging zich afvragen wat wiskunde eigenlijk nog inhield, indien het niet de zekerheid kon bieden die men gewend was. De uitspraak van Manourry [2] in reactie op Brouwer is tekenend hiervoor: "Er is geen onveranderlijke waarheid, er is geen absolute eenheid, geen absolute ruimte en geen absolute tijd, er is geen wiskunde."

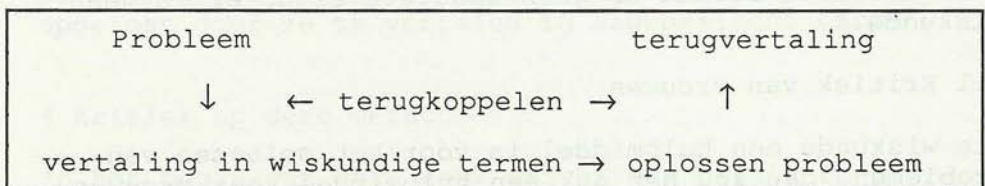
4.1 Kritiek van vrouwen

Als wiskunde een hulpmiddel is voor het oplossen van problemen, dan zou het ook een hulpmiddel voor vrouwen moeten zijn. Toch blijkt, zoals al eerder werd vermeld, dat meisjes ook met de contextrijke methoden lager presteren en zich bovendien minder tot het vak aangetrokken voelen dan jongens. Ook in het pas ontwikkelde Wiskunde A, wat speciaal is ontworpen om meer

meisjes voor de wiskunde te interesseren, staat deze methode centraal. Dit vak, ontwikkeld vanuit de ideeën van het IOWO, richt zich immers expliciet op het vertalen van problemen in 'waardeloze' wiskundige formuleringen om daarmee problemen op te lossen. Op dit moment wordt Wiskunde A door veel meisjes gekozen. Onduidelijk is echter vanuit welke overweging ze dit doen, of dit te maken heeft met een duidelijke voorkeur voor de gebruikte methode, omdat duidelijker is waar wiskunde voor gebruikt kan worden, of omdat dit vak vaak als makkelijker wordt voorgespiegeld. Vanuit de werkgroep 'Vrouwen en Wiskunde' (een groep vrouwelijke wiskunde-docenten) zijn reeds enkele pogingen gedaan om de realistische wiskunde te verbeteren. Haar aanpak kenmerkt zich als een poging om de contextproblemen, van waaruit de wiskunde zou moeten worden opgebouwd, meer aansprekend te maken voor vrouwen. Zo proberen ze om in deze onderwijsmethode problemen op te (laten) nemen die ook voor meisjes herkenbaar zijn. Naast de traditionele knippatronen, breipatronen en kookrecepten zoeken ze naar voorbeelden die zich minder specifiek op de belangstelling van veel jongens richten, zoals bijvoorbeeld de stand in de voetbalcompetitie.

5 Op zoek naar andere methodes

In 1989 formuleerde Thea de Poel (1989) kritiek op de Newtoniaanse methode. Onder meer uit Amerikaans onderzoek [2] bleek haar dat er verschillende stijlen zijn voor het omgaan met problemen die met behulp van een computer worden aangepakt, waarbij vrouwen vaak meer behoefte bleken te hebben aan terugkoppeling dan mannen. Naar aanleiding van deze ervaringen formuleerde De Poel het volgende model, waarin dan ook meer ruimte is voor een terugkoppeling tijdens het oplossingsproces.



Figuur 2
Model van De Poel

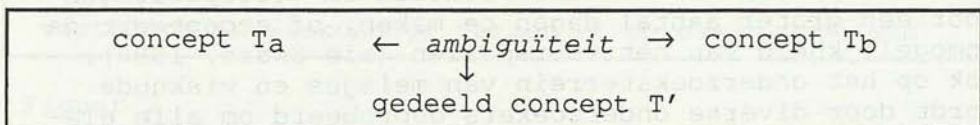
Andere kritiek is afkomstig van de De Zeeuw (1989). Hij onderscheidt twee soorten problemen waarvoor verschillende methoden van probleemoplossen noodzakelijk zijn: intern- en extern gestructureerde problemen. Intern gestructureerde problemen kenmerken zich door het feit dat alle elementen die noodzakelijk zijn om het probleem te kunnen oplossen binnen de probleemruimte zelf te vinden zijn. Het nauwkeurig determineren van alle onderdelen van het probleem is daarbij dan ook een belangrijke stap op weg naar een oplossing. Hiervoor kan de Newtoniaanse methode dan ook een belangrijk hulpmiddel zijn. Door de gedetermineerde onderdelen van een probleem in wiskundige termen uit te drukken, kan het probleem overzichtelijker worden gemaakt en daarmee sneller worden opgelost. Bij het bouwen van een huis is het bijvoorbeeld een probleem te bedenken hoeveel materiaal er nodig is. Door de diverse onderdelen in mathematische termen uit te drukken, zoals meters, gewichten en hoeveelheden, kunnen berekeningen worden uitgevoerd worden waarmee het probleem kan worden opgelost. Bij extern gestructureerde problemen zijn de hulpmiddelen om het probleem op te lossen echter niet binnen het probleemdomein beschikbaar, maar afhankelijk van de context van het probleem. Voorbeelden van dergelijke problemen zijn de bedrijfsvoering van een winkel, het aanpakken van het probleem van meisjes en wiskunde en het voorspellen van het weer. Hoe bijvoorbeeld een bedrijfsvoering plaats vindt hangt onder meer af van principieel onvoorspelbare invloeden van buitenaf. Als bij een dergelijk probleem toch de Newtoniaanse methode wordt toegepast, waarmee het probleem beschouwd wordt alsof het intern gestructureerd is, wordt echter een belangrijk deel van de complexiteit van het probleem weggelaten. Ook het voorspellen van het weer is te zien als een extern gestructureerd probleem. Sinds jaren probeert men een model te maken van het weer waarbij men tracht om alle variabelen die hierbij een rol spelen in de computer op te nemen. Men komt daarbij op zo'n 15.000 variabelen. Berekeningen aan een dergelijk model zijn zo intensief en kostbaar, dat het alleen mogelijk is om een voorspelling te doen voor drie tot zes dagen. Men is dan ook op zoek naar andere methoden om voorspellingen voor een groter aantal dagen te maken, of accepteert de onmogelijkheid van het voorspellen (zie Swart, 1990). Ook op het onderzoeksterrein van meisjes en wiskunde wordt door diverse onderzoekers geprobeerd om alle elementen die een rol spelen in het afhaken van meisjes in een model onder te brengen (Zie Van Eck en Volman, 1990). Daarmee wordt de suggestie gewekt dat alle ele-

menten van het probleem gekend kunnen worden, alsof het een intern gestructureerd probleem is.

Veel hedendaagse problemen blijken een extern gestructureerd karakter te hebben. Onder meer in het bedrijfsleven constateren managers, opleiders en anderen dat veel problemen niet meer volgens de Newtoniaanse werkwijze kunnen worden opgelost. Men is dan ook op zoek naar andere methoden (Zie Rittel e.a., 1973).

5.1 Een interactieve methode

Voor problemen met een extern gestructureerd karakter dient, volgens De Zeeuw, een nieuwe, interactieve methode te worden ontwikkeld. Een interactieve methode vertaalt het probleem niet in een andere taal, maar probeert een conversatie op te zetten over het probleem, eventueel in een ander taal. Het oplossen van een probleem vindt plaats door middel van een conversatie over het probleem, waarbij ambigue, meerduidige concepten door middel van conversatie kunnen worden onderscheiden. De Newtoniaanse methode kan hierbij worden beschouwd als een bijzondere vorm van deze conversatie. Uitgangspunt van deze interactieve methode is het idee dat door het voeren van een conversatie over een bepaald probleem het mogelijk wordt om nieuwe concepten te ontwikkelen, waarmee een probleem beter hanteerbaar kan worden. Centraal in deze gedachte, afkomstig van Pask (1987), is dat er een taal (L) bestaat waarbinnen een conversatie over gebruikte concepten kan plaats vinden. Een bepaald concept kan namelijk in de ene context een geheel andere betekenis hebben dan in een andere, waardoor er sprake kan zijn van ambiguïteit. Tijdens een conversatie kan duidelijkheid over de gebruikte concepten, over de overeenstemming en de verschillen, ontstaan, waarna er een gedeeld concept T' ontstaat. In een conversatie kunnen de gebruikte concepten voor de verschillende betrokkenen van betekenis veranderen. De wiskundige concepten kunnen hierbij als een taal worden gezien die onderdeel uit maakt van de conversatietaal over het probleem. Deze conversatie vormt het kenmerk van de interactieve methode, die als volgt schematisch is uitgebeeld.



Figuur 3
De interactieve methode

Een voorbeeld van een dergelijke conversatie binnen de wiskunde over wiskundige problemen is te vinden in het werk van Lakatos. In zijn boek 'Proofs and Refutations' laat Lakatos (1977) zien hoe de wiskunde zich heeft ontwikkeld als een gesprek, waarin men eigenschappen en kenmerken van bepaalde objecten probeert te formuleren en te bewijzen, die vervolgens door anderen kunnen worden weerlegd door het leveren van tegenvoorbeelden. Onder het begrip 'Proofs' verstaat Lakatos gedachten-experimenten. In deze methode staat het leveren van een bewijsvoering niet centraal, maar houdt men zich bezig met het testen en verbeteren van een bepaalde bewering.

Opmerkelijk is dat in de informatica op verschillende terreinen op een interactieve manier wordt gewerkt. De programmeertaal AWK (zie Aho e.a., 1988) gaat bijvoorbeeld uit van een dergelijke interactieve werkwijze. Kenmerk van dit programma is dat er een korte procedure wordt geschreven van een of twee regels, die onmiddellijk uitgevoerd en bijgesteld kan worden. Interactief werken vormt ook de basis van object-georiënteerd programmeren. Deze manier van programmeren krijgt steeds meer aandacht en belangstelling. Een dergelijke ontwikkeling duidt er op dat de informatica de variatie in het omgaan met problemen kan vergroten. Daarmee wordt het voor vrouwen en mannen mogelijk om problemen op hun eigen, passende wijze aan te pakken.

6 Speciaal voor vrouwen?

Hoewel uitspraken over wat meisjes appreciëren, in vergelijking tot jongens, altijd het gevaar lopen om tot essentialisme te vervallen, is de Newtoniaanse methode voor veel vrouwen niet de meest voor de hand liggende. Veel traditionele problemen van vrouwen, als opvoeding, menselijke relaties en dergelijke, laten zich niet op zo'n manier aanpakken. Intuïtief zullen veel vrouwen gebruik maken van anderssoortige oplossingsmethoden dan welke binnen het huidige wiskunde-onderwijs centraal staan. Hablé (1986) stelt dan ook dat vrouwen weigeren om problemen in axioma's te vertalen. Onderzoeksresultaten als die van De Waal (1989) bevestigen de cultuurverschillen die er, zeker op de middelbare school, tussen jongens en meisjes bestaan. Hiermee is mijns inziens echter niet gezegd dat alle vrouwen een interactieve werkwijze prefereren, zoals evenmin alle mannen zoeken naar controle en 'zekere' methoden.

6.1 Enkele ervaringen

Zowel in Engeland als de Verenigde Staten worden experimenten gedaan waarin leerlingen hun eigen methoden van probleemoplossen kunnen kiezen, door problemen met behulp van de computer aan te pakken. Hierdoor hebben ze de mogelijkheid om een andere manier van omgaan met een probleem te kiezen dan alleen de Newtoniaanse methode.

In het Londense SMILE project wordt veel met LOGO gewerkt (zie Hoyles, 1988). LOGO is een computerprogramma, ontwikkeld door Seymour Papert (1980), waarmee kinderen wiskunde kunnen leren als een ontdekkingsreis door wiskundeland. Op een interactieve wijze kan hierbij de wiskundewereld worden ontdekt. Rosamund Sutherland (1988), een van de betrokkenen bij dit project, meldt dat na het werken met LOGO meisjes tot meer creatieve wijzen van probleemoplossen in staat blijken. Hier werd een verschil tussen jongens en meisjes geconstateerd bij het aanpakken van problemen. Meisjes gebruikten de interactie met de computer om het probleem te verkennen, waarbij de computer de mogelijkheid biedt tot een 'conversatie' over het probleem. Jongens begonnen vaak meteen een procedure te schrijven, waardoor ze meer fouten moesten verbeteren ('debuggen'). Ook leken meisjes minder naar controle te zoeken, in tegenstelling tot jongens.

Een dergelijk verschil wordt ook door Sherry Turkle (1986), die eveneens met LOGO heeft gewerkt, beschreven. Zij onderscheidt twee verschillende programmeurs: 'harde meesters' en 'zachte meesters'. Bij 'harde meesters' verloopt het programmeren als een lineaire activiteit, waarbij de controle over het systeem voorop staat. Voor 'zachte meesters' is programmeren een interactieve manier: ze kunnen interacteren met de computer en werken aan de oplossing van een probleem door het te ordenen en te herordenen. Uit deze ervaringen blijkt dat, als vrouwen hun eigen methoden van probleemoplossen kunnen ontwikkelen, ze veelal een meer interactieve methode gebruiken, in tegenstelling tot mannen. Ik pleit er daarom voor om in het wiskundeonderwijs meer een keuzevrijheid mogelijk te maken. Onderwijsontwerpen, waarin het probleemoplossen centraal staat, moeten ruimte bieden aan verschillende oplosmethoden. De informatica kan daarbij een belangrijke ondersteuning bieden. Ze kan mensen de vrijheid bieden om hun eigen methoden te laten ontwikkelen en/of gebruiken.

7 Afsluiting

Dit verhaal is niet bedoeld als pleidooi om de Newtoniaanse methode in het onderwijs af te schaffen; maar om haar toepassingsmogelijkheden te relativiseren. Indien het wiskunde-onderwijs het probleemoplossen centraal stelt, dan zal het ook de mogelijkheid moeten bieden voor verschillende, creatieve vormen van probleemoplossen. Hierbij kan de informatica een belangrijke rol spelen. Zij kan een onderwijsomgeving aanbieden waarbinnen leerlingen hun eigen manieren van omgaan met een voor hen levend probleem kunnen ontwikkelen en uitbouwen.

Noten

[1] Dit blijkt uit onderzoek van Dekker e.a. (1985). Zie ook: Vos (1988). Ook blijkt er geen verschil te zijn tussen de prestaties van meisjes die gebruik maakten van verschillende boeken. De boeken met voorbeelden die meisjes aanspreken blijken niet tot betere prestaties van meisjes te leiden. Aldus E. Hageman "Het gaat niet om het wiskundeboek maar om de leraar" in de Volkskrant van 15 oktober 1988. Ze verwijst hierbij naar het onderzoek van L. de Leeuw e.a. (1988) De constructie en validering van een transfertest voor wiskunde-onderwijs met gebruikmaking van items met gefaseerde hulp.

(Vakgroep Psychonomie, faculteit Psychologie en Pedagogische wetenschappen, Vakgroep Didactiek van de Wiskunde en Algemene Vorming, Faculteit Wiskunde en Informatica, SVO-project 1128, Vrije Universiteit, Amsterdam)

[2] In Van Dalen (1981) zijn, naast een integrale versie van het proefschrift, ook enkele brieven en recensies zijn afgedrukt.

[3] Ze verwijst hierbij naar Turkle (1986).

Gebruikte literatuur

Aho, A. V., B. W. Kernighan and P. J. Weinberger (1988) The AWK Programming Language Addison-Wesley Publishing Company.

Dalen, D. van (red.) (1981) L.E.J. Brouwer: Over de grondslagen der wiskunde. Amsterdam: Mathematisch Centrum.

Dekker, R., P. Herfst, J. Terwel en D. van der Ploeg (1985) Interne differentiatie in heterogene brugklassen bij wiskunde: een empirisch-exploratief onderzoek naar de realisering en de resultaten van

- 'wiskunde voor iedereen' op een middenschool en een brede scholengemeenschap. Den Haag: SVO.
- Eck, E. van en L. Veeken (1986) Wiskunde niets voor meisjes? In: Pedagogische Studiën, nr. 63, 293-304.
- Eck, E. van en M. Volman (1990) Determinanten van seksspecifieke keuzen en prestaties. Verslag van een symposium gehouden op de Onderwijsresearchdagen 1989. Amsterdam: SPCP.
- Freudenthal, H. (1984) Moedertaal en wiskundetaal. In: H. Freudenthal, Appels en peren/wiskunde en psychologie, p. 25-32. Apeldoorn: Van Walraven.
- Hablé R. (1986) Hoe maak ik van een mug een olifant, over de natuur en de kunde van vrouwelijk leren. In: G. Ten Dam (ed.), Deconstructie van vrouwelijk leren. Groningen: RUG.
- Hiele, P.M. van (1973) Begrip en inzicht, werkboek van de wiskunde didactiek. Purmerend: Muuses.
- Hoeven, P. van der (1979) Newton. Baarn: Het Wereldvenster.
- Hoyles, C. (ed.) (1988) Girls and Computers. General Issues and Case Studies of Logo in the Mathematics Classroom. London: Bedford Way Papers 34.
- Lakatos, I. (1977) Proofs and Refutations. The Logic of Mathematical Discovery. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lange Jzn., J. de (1987) Mathematics, Insight and Meaning. Teaching, Learning and Testing of Mathematics for the Life and Social Sciences. Utrecht: OW & OC, RUU.
- Papert, S. (1980) Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas. Brighton: Harvester.
- Pask, G. (1987) Conversational Systems. In: J. Zeidner (ed.), Human Productivity Enhancement, vol 2, Organisations, Personnel and Decision Making. New York: Praeger.
- Poel, Th. de (1989) Er zit zoveel wiskunde in het dagelijks leven. In: Tijdschrift voor Vrouwen en Informatica, nr. 10, jrg 3, p. 1-4.
- Rittel, H.W.J. en M.M. Webber (1973) Dilemmas in General Theory of Planning. In: Policy Sciences, nr. 4, 155-169.
- Streefland, L. (1985) Wiskunde als activiteit en de realiteit als bron. In: De Nieuwe Wiskrant, 5, nr. 1, p. 60-68.
- Sutherland, R. en C. Hoyles, Gender Perspectives on Logo Programming in the Mathematics Curriculum. In: Hoyles, C. (ed.) (1988) Girls and Computers. General Issues and Case Studies of Logo in the Mathematics Classroom. London: Bedford Way Papers 34, p. 40-63.
- Swart, H.E. (1990) Wordt het weer beschreven door een vreemde aantrekker? In: H.W. Boer en F. Verhulst

- (eds.), Dynamische Systemen en Chaos. Een revolutie vanuit de wiskunde, Utrecht: Epsilon.
- Treffers, A. (1987) Three Dimensions. A Model of Goal and Theory Description in Mathematics Instruction - The Wiskobas Projekt. Dordrecht: Reidel.
- Turkle, S. (1986) Het tweede ik. Computers en de menselijke geest. Groningen: Wolters Noordhoff. Ned. vertaling van: The Second Self: Computers and the Human Spirit (1984), New York: Simon and Schuster.
- Vos, E. (1988) Wiskunde leren in groepsverband. In: Didaktief, onderzoeksmagazine voor de schoolpraktijk, jrg. 18, mei, p. 10-12.
- Waal, M. de (1989) Meisjes een wereld apart. Een etnografie van meisjes op de middelbare school, Amsterdam: Boom.
- Witte, M. (1990) Schildpad-geometrie als alternatieve wiskundige wereld. Verslag Eurologo-conferentie. In: Didaktief, onderzoeksmagazine voor de schoolpraktijk, jrg. 20, nr. 1, 26-27.
- Zeeuw, G. de (1989) Opmerkingen over onderzoeksmethoden. De aanpak van extern gestructureerde problemen. Universiteit van Amsterdam: Instituut voor de Wetenschap der Andragogie.