

Proefschrift van Fidelis Mafumiko

Micro-scale experimentation as a catalyst for improving the chemistry curriculum in Tanzania

Proefschrift van Andemariam Teclai Teclé

The potential of a professional development scenario for supporting biology teachers in Eritrea

Bespreking door:

Lisette van Rens
Onderwijscentrum
Vrije Universiteit

De proefschriften van Fidelis Mafumiko en van Andemariam Teclé maken deel uit van een reeks van proefschriften die aan de Universiteit Twente zijn gepubliceerd. Enkele voorbeelden in deze reeks zijn de proefschriften van Moipolai Motswiri (scheikunde, Botswana), Wout Ottevanger (science, Namibië), Kenneth Chavunduka (science, Zimbabwe) en Ahmed Fauzan (wiskunde, Indonesië). De reeks proefschriften tonen een Twentse 'traditie' van ontwikkelonderzoek met onderzoekscycli van analyse, ontwerpen, uitvoeren, reflecteren en bijstellen en dat zich richt op verschillende curriculumniveaus van het voorgezet onderwijs in de bètavakken in ontwikkelingslanden. Met in gedachten de vraag wat dit type onderzoek bijdraagt aan de kennisbasis van leren en onderwijzen betreffende dit onderwijs zijn de twee proefschriften gelezen. Ze worden een voor een besproken, gevolgd door een slotwoord.

De oorsprong van de studie ligt voor Mafumiko in de diepgewortelde problemen in het *science* leren en onderwijzen in Tanzania. Hij spitst zijn onderzoek toe op een van die problemen, namelijk het praktisch werk. Dit komt in scheikunde vwo-bovenbouwklassen te weinig van de grond, terwijl het scheikunde-examenprogramma voor A-level in Tanzanië voorschrijft dat 40% van het examencijfer door praktisch werk bepaald moet worden. het achterwege blijven van praktisch werk komt door een gebrek aan goed geschoolde leerkrachten, leermaterialen, chemicaliën, schoolboeken en weinig technische onderwijsondersteuning.

Vanuit verschillende donorgefinancierde projecten heeft Tanzania hulp aangeboden gekregen om bovengenoemde problemen aan te pakken. Een van die projecten is het *Teacher Education Assistance in Mathematics and Science Teaching* (TEAMS) project, dat zich richt op ondersteuning van zowel de initiële lerarenopleiding als op nascholing van *science*- en wiskundecenten op de universiteit van Dar es Salaam. Het onderzoek van Mafumiko valt binnen het raamwerk van het TEAMS-project en heeft als doel om bij te dragen aan het invoeren van praktisch werk in het A-level scheikunde curriculum. Hij onderzoekt of het gebruik van microschaalmaterialen aan een verbetering van het onderwijs kan bijdragen en hij wil tot een beschrijving komen van de kenmerken van voorbeeldmaterialen die daadwerkelijk aan die verbetering bijdragen (hoofdstuk 1).

Na een grondige analyse van de *science*-onderwijspraktijk in Tanzania constateert Mafumiko dat ondanks een sterke toename van docenten-in-opleiding

de eerder gesignaleerde problemen nog steeds volop aanwezig zijn (hoofdstuk 2). Zijn verkenning van de literatuur betreffende praktisch werk in het algemeen (*science*) en het schoolvak scheikunde in het bijzonder, leidt hem in hoofdstuk 3 via een aantal gerenommeerde onderzoekers naar vormen, doelen en effectiviteit van praktisch werk. Met Millar, Maréchal & Tinberghien (1999) deelt hij de conclusie dat praktisch werk gericht moet zijn op specifieke domeinen om leereffecten bij leerlingen te kunnen bewerkstelligen. Verder beargumenteert hij aan de hand van zijn analyse van de stand van zaken over praktisch werk van leerlingen en docenten in landen uit Sub Sahara Afrika dat microschaalexperimenten (mse) voor het schoolvak scheikunde een mogelijke weg zijn om praktisch werk in A-level klassen te kunnen uitvoeren. Een weg die het gebruik van chemicaliën beperkt, geen duur uitgeruste laboratoria vereist en daardoor kostenbesparend is. Dit laatste is een belangrijk argument, omdat voor grote scholen in Tanzania het aantal leerlingen in vwo-5 dat scheikundelessen volgt veelal rond de 300 schommelt.

Vervolgens ontwerpt hij microschaal-voorbeeldmaterialen over het onderwerp '*solubility and precipitation*' en past hij formatieve evaluatie door experts, docenten en leerlingen toe. Hij evalueert drie opeenvolgende versies van het materiaal waardoor zich een prototype 4 ontwikkelt dat, empirisch bewezen, genoeg *validity* en *practicality* bezit. Uit deze evaluaties concludeert Mafukimo ook dat mse op zowel leerlingen als docenten een inspirerende uitwerking hebben (hoofdstuk 4).

Het vierde prototype onderzoekt hij in een veldtest met vier grote openbare middelbare scholen: twee uit de regio Dar es Salaam en twee uit de regio Iringa. In elke regio zijn de leerlingen van één school de experimentele groep (N= 88 in totaal; gewerkt met mse) en van de andere school de controlegroep (N=107 in totaal; niet gewerkt met mse). Deze veldstudie resulteert in zowel positieve ervaringen van docenten en leerlingen met mse en meer samenwerking tussen leerlingen onderling en tussen de docenten en de leerlingen als meer interesse van de leerlingen voor het chemische onderwerp. Ook zijn de leerlingen uit de experimentele groep meer gericht op veiligheid en mogelijke impact van de chemicaliën op hun gezondheid. Ten aanzien van het leereffect van mse blijkt dat leerlingen uit de experimentele groep significant beter worden in het toepassen van de oplosbaarheidregels in een praktisch probleem en het opstellen en verdedigen van een wetenschappelijk argument uit experimentele gegevens. Echter, de controlegroep, regulier onderwezen, is significant beter in het reproduceren van feitenkennis (hoofdstuk 5).

In hoofdstuk 6 stelt Mafukimo dat het mse voorbeeldmateriaal betreffende '*solubility and precipitation*' de volgende kenmerken voor de docent moet bevatten: een uitleg met overzicht van de materialen, een uitleg over aspecten die van belang zijn bij het voorbereiden van een mse-les, een uitleg over de chemische begrippen en hoe die te presenteren in de experimenten, een uitleg over de te volgen strategie van onderwijzen en welke vragen te stellen om de leerlingen te begeleiden en te beoordelen. Verder bevat het materiaal een werkblad voor de leerlingen. Helaas beargumenteert Mafukimo niet of deze kenmerken eveneens voor andere chemische onderwerpen toepasbaar zijn.

Verder beschrijft hij de lage betrouwbaarheid van het meetinstrument dat mogelijke verschillen in leereffecten tussen de experimentele groep van leerlingen en de controlegroep bepaalt, maar hij reflecteert met die kennis niet op

de geldigheid van gevonden verschillen van de eerder beschreven leereffecten bij zowel de experimentele als de controlegroep. Ook mist zijn betoog een reflectie op items waarbij geen significante verandering bij de leerlingen optreden is. Uiteraard wil een onderwijsonderzoeker graag een significante verbetering meten, maar welke betekenis is eraan te duiden als die verbetering niet optreedt?

Overigens stelt Mafumiko dat hij het in zijn eentje observeren van zowel het onderwijzen van de docent als het groepswerk van de leerlingen bij het werken met mse als erg lastig heeft ervaren. Daardoor geeft zijn onderzoek, volgens mij, over het onderwijsleerproces met mse in een Tanzaniaanse klas voornamelijk te weinig gegevens, die kunnen leiden tot handreikingen voor toekomstige en gekwalificeerde scheikundedocenten in het ontwerpen van en onderwijzen met mse. Of die katalyserende werking van mse in de toekomst tot verbetering van het onderwijsleerproces betreffende praktisch werk in scheikunde A-level klassen optreedt, het doel dat Mafumiko zich in zijn onderzoek stelde, moet naar mijn mening nog blijken. Maar dat mse daartoe wel potentie heeft, toont hij overtuigend aan in dit helder geschreven proefschrift.

Het promotieonderzoek van Tecele startte vanuit een Eritrese ministeriele verordening (2002) die een *student-centered interactive pedagogy* innovatie van het biologiecursus beoogde. Een eerdere en soortgelijke verandering in het curriculum (in 1991 bij de onafhankelijkheid van Eritrea) had gefaald door een schrijnend koloniaal verleden waardoor er een tekort aan gekwalificeerde docenten, schoolboeken, lerarenopleiders en weinig visie op nascholing van docenten was. In deze context stelde Tecele zich ten doel om "*the potential of a professional development support scenario for biology teachers*" te verkennen (hoofdstuk 1).

Zijn zoektocht om tot aanwijzingen voor een dergelijk scenario te komen, levert drie implicaties op (hoofdstuk 2). Deze implicaties, die overigens op een voor mij bijna ondoorgroefde wijze uit de verzamelde gegevens rollen, betreffen: de inhoud van de professionele ontwikkeling moet gerelateerd zijn aan het Eritrese biologie-examenprogramma; de docenten willen getraind worden in het demonstreren van proeven, het onderwijzen van praktisch werk en groepswerk aan leerlingen; en de veelbelovende innovatieve capaciteit van grote aantallen docenten-in-opleiding (p. 29).

Een verdere zoektocht in de literatuur brengt de onderzoeker naar wat hij benoemt als een kennisbasis voor een effectief professioneel ontwikkelings-scenario, die de onderzoeker vervolgens combineert met de eerder afgeleide implicaties. Door die combinatie komt allereerst de focus van het onderzoek te liggen op een interventie die gericht is op *practical oriented biology teaching* en leidt hij vervolgens zes richtlijnen af om tot voorbeeldes materiaal te komen (hoofdstuk 3).

Met deze richtlijnen ontwerpt Tecele voorbeeldes materiaal rond het onderwerp 'diffusie en osmose' en onderwerpt dit aan een formatieve evaluatie met vakdidactici en biologiedocenten. Vervolgens gebruiken twee biologiedocenten het bijgestelde materiaal in de klas en na analyse van deze try-out voert hij met vier biologiedocenten van vier verschillende scholen en 198 leerlingen (ongeveer 15 jaar) een veldtest uit om het materiaal nog verder te kunnen bijstellen. De positieve ervaringen van de leerlingen betreffen vooral het groepswerk waarin ze actief kunnen deelnemen aan discussies. De leerlingen

vergaren kennis over diffusie en osmose, maar het werken met het lesmateriaal levert bij de leerlingen geen beter begrip over en toepassing van osmose en diffusie op. Bij de vier docenten die het voorbeeldlesmateriaal hebben gebruikt, observeert de onderzoeker een tijdprobleem om aan alle specificaties te kunnen voldoen. Verder hebben drie docenten de inventarisatie van de denkbeelden van de leerlingen aan het begin van de lessenserie weggelaten en ondervinden ze problemen bij begeleiden van het groepswork en het afsluiten van de lessen. Met deze bevindingen formuleert de onderzoeker de veranderingen die nog nodig zijn om tot een praktisch bruikbaar en valide eindversie van voorbeeldlesmateriaal te komen (hoofdstuk 4).

De onderzoeker ontwerpt vervolgens een workshop over *practical oriented biology* waarin de eindversie van het voorbeeldlesmateriaal gebruikt wordt. De workshop bevat analoog aan het nascholingsmodel van Joyce & Showers (1995) de onderdelen: verkennen, demonstreren en oefenen van en terugkoppelen over *practical oriented biology*. Dit ontwerp ondergaat vervolgens drie cycli van formatieve evaluatie. De eerste en de laatste cyclus door drie curriculumexperts. De tweede cyclus door zeven biologiedocenten van één school die ervaring hebben met nascholing. Deze evaluatie levert de onderzoeker onder meer opvattingen van de docenten op omtrent hun verwachtingen en hun leren en verder vooral procedurele aanwijzingen voor het ontwerp. Over het gebruik van het voorbeeldlesmateriaal in eigen biologielessen zijn twee docenten heel duidelijk. Zij vinden het te veel tijd kosten om een *practical oriented biology* te onderwijzen. Teclé gebruikt de evaluaties en conclusies uit onderzoek van Louks-Horsley, Hewson, Love & Stiles (1998) om tot verbeteringen en een eindversie van een scenario voor professionele ontwikkeling van biologiedocenten te komen. Dit scenario moet, volgens Teclé, naast een workshop met daarin het voorbeeldlesmateriaal, ook componenten als ondersteuning in de klas en een ondersteunende schoolomgeving bevatten (hoofdstuk 5). Met dit scenario ontwerpt Teclé een summatief evaluatief onderzoek (hoofdstuk 6), volgens een quasi-experimentele aanpak met daarin een experimentele groep en een controlegroep van vergelijkbare middelbare scholen uit een regio met respectievelijk 16 docenten, uit drie scholen, die het scenario volgen en 14 docenten, eveneens uit 3 scholen, die geen scenario volgen. Verder hebben beide groepen van docenten ongeveer dezelfde kwalificatie en ervaring.

Uit de evaluatie blijkt dat de docenten uit de experimentele groep erg betrokken zijn bij de workshop en dat de reactie van de docenten en leerlingen (ongeveer 16 jaar oud) uit de experimentele groep positief is over de veranderingen in de lessen. Bij de leerlingen uit de experimentele groep treedt een positieve verandering op in attitude betreffende praktisch werk, maar geen aantoonbaar leereffect (hoofdstuk 7).

In hoofdstuk 8 bediscussieert Teclé de effectiviteit van het scenario. Als eerste constateert hij dat de workshop een positieve impact heeft gehad op de reacties van de biologiedocenten van de experimentele groep betreffende praktisch georiënteerde biologielessen. Hij wijt dit aan het karakter en structuur van de workshop (geen *one-shot* en gebaseerd op het model van Joyce & Showers, 1995), de uitgevoerde behoefteanalyse bij de docenten en de bruikbaarheid van het voorbeeldlesmateriaal. Verder constateert hij een impact op de vaardigheden van de biologiedocenten uit de experimentele groep vergeleken met de controlegroep ten aanzien van het verkennen van denkbeelden

van leerlingen en het betrekken van de leerlingen bij praktisch georiënteerde activiteiten. Bij één school werd totaal geen ondersteuning geboden. Hierover merkt de onderzoeker alleen op dat hij geen verschil in implementatie ziet tussen de biologiedocenten van die school en de docenten van de twee andere scholen. Dit laatste roept bij mij de vraag op of die *school-based support* wel zo belangrijk is voor een professioneel ontwikkelingsscenario. Of is deze ondersteuning alleen van belang bij grootschalige veranderingen binnen een school?

Interessant is dat de *concerns* profielen van de docenten uit de experimentele groep gedurende het nascholingstraject van zes maanden geen duidelijke verandering laten zien. Tecele wijt dit aan de *concerns* vragenlijst zelf, die ontworpen is voor een Amerikaanse context.

Volgens mij kan geen verandering in concerns bij de docenten echter ook wijzen op een lage betrokkenheid van de biologiedocenten bij de door de onderzoeker beoogde vernieuwing van praktisch georiënteerd onderwijzen. En wordt die lage betrokkenheid mogelijk mede veroorzaakt door te weinig optredend leereffect bij de leerlingen? En wat zegt dit over het voorbeeldmateriaal - is dit wel voldoende gericht op het leerproces van de leerlingen? Doordat Tecele het onderzoek steeds heel breed maakt, raken dergelijke meer specifieke vragen in zijn onderzoek, zelfs in de Eritrese context, ondergesneeuwd. Dit is ook zichtbaar in de algemene termen met praktijkgerichte aanbevelingen waarmee hij zijn proefschrift afsluit.

Het valt me op dat in beide proefschriften het enthousiasme en de betrokkenheid van de onderzoekers bij hun onderzoek doorklinkt, met name bij de gedeeltes waarin de onderzoekers als ontwerpers aan de slag zijn. Tussen de regels door is de spanning en de frustratie voelbaar als het onderwijs/onderzoeksontwerp in de onderwijspraktijk getoetst wordt op wat de leerlingen ervan leren.

Het door Mafumiko en Tecele uitgevoerde ontwikkelonderzoek levert echter te weinig kennis op over het onderwijsleerproces betreffende praktisch werk om geldige uitspraken te kunnen doen over hoe praktisch werk kan worden ingepast in het niveau van het *implemented* curriculum. Dit type ontwikkelonderzoek behoeft naast het ontwikkelen van voorbeeldmateriaal met specificaties ook studie naar de aard van redeneren die docenten (nodig) hebben bij het gebruik van het voorbeeldmateriaal. Zelfs als de docenten positief staan tegenover praktisch werk, dan zullen ze bij de uitvoering in de klas in een onbekend en complex onderwijsleerproces met hun leerlingen geraken. Hierbij hebben ze verschillende typen kennis en vaardigheden nodig om de kwaliteit van dit proces en de onzekerheden die daarin optreden te beoordelen en daarnaar te kunnen handelen. Ontwikkelonderzoek moet ook kennis genereren over het door docenten ervaren curriculum. Deze kennis kan vervolgens een rol spelen in de opleiding en nascholing van scheikunde- en biologiedocenten in Tanzania en Eritrea. Als professionele ontwikkeling van docenten betreffende praktisch werk een doel is, dan is ook onderzoek nodig naar vakdidactische visies van docenten over praktisch werk: het best bruikbare, het meest krachtige, het effectiefste, enzovoorts en dan is ook onderzoek nodig naar de ervaringen waarvan docenten leren.

Mafumiko, F. (2006). *Micro-scale experimentation as a catalyst for improving the chemistry curriculum in Tanzania*. Proefschrift Universiteit Twente.

Tecele, A. T. (2006). *The potential of a professional development scenario for supporting biology teachers in Eritrea*. Proefschrift Universiteit Twente.

Referenties

Millar, R., Le Maréchal, J.F. & Tiberghien, A. (1999). Mapping the domain: Varieties of practical work. In: J. Leach & A. Chr. Paulsen (Eds.), *Practical work in science education: recent research studies* (pp. 33-59). Roskilde, Denmark: University Press.

Louks-Horsley, S., Hewson, P., Love, N. & Stiles, K. (1998). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Joyce, B. & Showers, B. (1995). *Student achievement through staff development*. 2nd Ed. New York: Longman.