



Wiskunde-onderwysers se reflektiewe klaskamerpraktyk en die gehalte van onderrig

Author:

A. Barbara Posthuma¹

Affiliation:

¹Faculty of Education Sciences, North-West University, South Africa

Correspondence to:

Barbara Posthuma

Email:

barbara.posthuma@up.ac.za

Postal address:

Faculty of Education Sciences, Private Bag X1290, Potchefstroom 2520, South Africa

Dates:

Received: 14 June 2012

Accepted: 18 Sept. 2012

Published: 16 Nov. 2012

How to cite this article:

Posthuma, A.B., 2012, 'Wiskunde-onderwysers se reflektiewe klaskamerpraktyk en die gehalte van onderrig', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 31(1), Art. #365, 8 pages. <http://dx.doi.org/10.4102/satnt.v31i1.365>

Navorsers en teoretici verskil of onderwysers se refleksie oor hul klaskamerpraktyk en die effektiewe onderrig van wiskunde met mekaar verband hou. Die doel van hierdie artikel is om te rapporteer oor die ondersoek wat gedoen is om reflektiewe klaskameronderrig in verband te bring met die gehalte van onderrig en die leer van wiskunde. 'n Kwalitatiewe gevallestudie is gedoen van vyf wiskunde-onderwysers in 'n plattelandse hoërskool in die Vrystaat. Data is ingesamel deur onderhoude te voer en lesaanbiedings waar te neem. Die reflektiewe aspek is geëvalueer deur gebruik te maak van Lee (2005) se drie refleksievlakke naamlik *recall level* [beskrywingsvlak], *rationalisation level* [rasionaliseringsvlak] en *reflective level* [reflektiewe vlak]. Die gehalte van die onderwysers se wiskunde-onderrig is vergelyk met beginsels vir effektiewe onderrig wat saamgestel is deur Anthony en Walshaw (2009). Die studie het getoon dat daar wel 'n verband bestaan tussen onderwysers se reflektiewe klaskamerpraktyk en die wyse waarop hulle die leer van wiskunde effektief fasiliteer. Die onderwysers wat meer reflektief gehandel het in die beplanning en aanbieding van hul les, was ook dié wat geëvalueer is deur die navorser as die mees effektiewe onderwysers. Die resultate van die studie hou implikasies in vir die professionele ontwikkeling van praktiserende onderwysers – nie alleen deur die feit dat onderwysers opgelei en aangemoedig behoort te word om te reflekteer oor hul onderrig en die leer van wiskunde nie, maar ook dat hulle in groepsverband bymekaar moet kom en besin oor die effektiewe onderrig van wiskunde.

Mathematics teachers' reflective practice and the quality of their instruction. Researchers and theorists differ whether teachers' reflection on their classroom practices and teaching mathematics effectively are linked or not. This study aims to align the benefits of reflective practice with the quality of education and the learning of mathematics. A qualitative case study was conducted with five mathematics teachers at a high school in a rural area of the Free State. Data were collected by conducting interviews and observing lesson presentations. The reflective aspect was evaluated by employing Lee's (2005) three levels of reflection – 'recall level', 'rationalisation level' and 'reflective level'. The quality of the teachers' mathematics instruction was compared to the principles for effective teaching set by Anthony and Walshaw (2009). The study found that there was indeed a link between the teachers' reflective classroom practice and their effectiveness in facilitating the learning of mathematics. The teachers who were more reflective in the preparation and presentation of their lessons, were also evaluated to be more effective teachers than those who were less reflective. The results of the study have implications for the professional development of practising teachers – not only due to the fact that teachers should be trained and encouraged to reflect on their teaching and the learning of mathematics, but also because they have to discuss the effective teaching of mathematics cooperatively with their fellow teachers.

Oriëntering en probleemstelling

Ontoereikende wiskunde-onderrig en swak wiskundeprestasie deur leerders in Suid-Afrika is 'n wesenlike probleem wat al op vele vlakke ondersoek is (Hattingh 2009; Maree 2009). Hattingh (2009) fokus op die gedifferensieerde professionele ontwikkeling van onderwysers deur mentorskap. Maree (2009) daarenteen, stel 'n metabenadering tot die probleem voor waarby die staat, onderwyseropleiding en ouers betrek word.

Maree (2009:279) argumenteer dat refleksie of nadenke en toereikende kommunikasie in die wiskundeklas noodsaaklik is indien 'n onderwyser wil hê dat leerders moet presteer, wat beteken dat onderwysers deurlopend moet besin oor die effektiwiteit van hul eie onderrig. Volgens York-Barr, Sommers, Ghore en Montie (2006) vermeerder onderwysers hul vakkennis sowel as pedagogiese kennis (kennis hoe om die vak te onderrig) deur die proses van refleksie en verbeter hulle sodoende hul klaskameronderrig. Hierdie siening word bevestig deur Sowder (2007) wat aanvoer dat onderwysers wat reflekteer, meer effektief beplan omdat dit hulle in



staat stel om probleme wat leerders moontlik kan ervaar te antisipeer. Effektiewe onderwysers weet watter voorkennis leerders nodig het om nuwe kennis te verstaan en weet hoe om leerders se bestaande kennis te benut om nuwe insigte te ontwikkel (Sowder 2007). Verder argumenteer Sowder (2007) dat effektiewe onderwysers dikwels kan voorspel watter begrippe leerders sal verstaan, hóé hulle dit sal verstaan, asook watter moontlike wanbegrippe hulle dalk het. Betreffende die verband tussen refleksie en effektiewe onderrig meen Sowder (2007:198) dat 'the ability to reflect on practice is considered a necessity for effective instruction' [... *die vermoë om oor die praktyk te reflekteer word beskou as 'n noodsaaklikheid vir effektiewe onderrig.*]

In teenstelling hiermee bevraagteken Hill, Sleep, Lewis en Ball (2007) of onderwysers wat hul onderrig kan beskryf, verduidelik en daaroor reflekteer noodwendig beter onderwysers is as '... those who are less able to articulate their designs, purposes or analyses' [... *dié wat hul beplanning, doelwitte of ontledings tot 'n mindere mate kan verwoord*]. Dit kom dus voor asof daar teenstrydige standpunte bestaan aangaande die verband tussen onderwysers se reflektiewe klaskamerpraktyk en die effektiwiteit van hul wiskunde-onderrig.

Die inisiatief waaroor hierdie artikel handel, naamlik navorsing om die verband tussen wiskunde-onderwysers se reflektiewe klaskamerpraktyk en die gehalte van hul wiskunde-onderrig te bepaal, het ontstaan na aanleiding van navorsing oor die aard van wiskunde-onderwysers se reflektiewe klaskamerpraktyk (Posthuma 2011). Hoewel baie navorsing in die veld van reflektiewe klaskamerpraktyk internasionaal gedoen is (Farrell 2004; Jay & Johnson 2002; Lee 2005; Schön 1983, 1987), is daar minder inligting beskikbaar oor onderwysers se reflektiewe praktyke in die Suid-Afrikaanse konteks (Nyanjom 2009; Nyaumwe 2007; Reed, Davis & Nyabanyaba 2003), wat die beweegrede om die studie aan te pak versterk het. Verder blyk dit uit 'n studie van die literatuur dat daar 'n leemte bestaan betreffende empiriese navorsing oor 'n moontlike verband tussen wiskunde-onderwysers se reflektiewe klaskamerpraktyk en die effektiwiteit van hul onderrig. Die doel van dié studie is dus om te bepaal of so 'n verband vasgestel kan word.

Konseptueel teoretiese raamwerk

Onderrig-leerbenadering waarop die studie berus

Die kernbegrippe van dié ondersoek is 'refleksie' en 'effektiewe onderrig van wiskunde'. Die begrippe word nagevors binne 'n komplekse sosiale skoolkonteks. Cobb en Yackel (1996) ondersoek en ontleed onderwysers en leerders se aktiwiteite in die klaskamer binne 'n interpretatiewe raamwerk vanuit 'n sosiaal-kulturele, interaksionistiese en psigologiese benadering. Die interpretatiewe raamwerk stel die navorser in staat om die individuele en die kollektiewe leer van wiskunde te ontleed (Cobb *et al.* 2001). Die sosiale perspektief is gebaseer op sosio-kulturele teorie, en wiskunde word binne hierdie perspektief as 'n komplekse menslike

aktiwiteit beskou. Die psigologiese benadering berus op konstruktivisme, en binne dié benadering interpreteer en reageer die onderwyser en leerders op mekaar se aksies (Cobb *et al.* 2001).

Die sosiaal-konstruktivistiese benadering beklemtoon die belangrikheid van onderwys vir sosiale transformasie en reflekteer 'n teorie van menslike ontwikkeling wat die individu binne 'n sosiale konteks plaas (Van Harmelen 1999). Volgens hierdie benadering tree onderwysers op as fasiliteerders van die leergeleenthede en moet hulle daarom omstandighede daarstel wat dit vir die leerder moontlik maak om self kennis op 'n unieke, aktiewe en konstruktiewe wyse in te samel. Verder sal die onderwysers ook oor die vermoë moet beskik om te reflekteer oor die effektiwiteit van hul fasilitering van die leerproses. Binne die raamwerk van die sosiaal-konstruktivistiese benadering word die geleentheid geskep vir refleksie wanneer 'n groep onderwysers gesamentlik oor hul klaskamerpraktyk en die fasilitering van leer besin.

Refleksie in die wiskundeklaskamer

Sparks-Langer en Colton (1991) identifiseer en ontleed drie elemente van onderwysers se reflektiewe praktyk, naamlik, (1) die *kognitiewe element*, wat verband hou met die kennis wat onderwysers nodig het om goeie beslissings te maak in en oor hul klaskamersituasie; (2) die *kritiese element*, wat te make het met sosiale geregtigheid en etiek in onderwys; (3) en die *beskrywende element*, wat handel oor onderwysers se vertellings van hul eie ervarings in die klaskamer.

Lee (2005:703) stel drie vlakke van refleksie voor waarop 'n onderwyser se reflektiewe klaskamerpraktyk geëvalueer kan word. Op 'n *beskrywingsvlak* (R1: *recall level*) beskryf onderwysers hul ervarings in die klaskamer soos dit onthou word sonder om te soek na alternatiewe verduidelikings vir gebeure. Op 'n *rasionaliseringsvlak* (R2: *rationalising level*) soek onderwysers na die verband tussen aspekte van hul ervarings, ondersoek moontlike redes waarom dinge gebeur het en interpreteer die situasie op 'n kognitiewe vlak. Op 'n *reflektiewe vlak* (R3: *reflectivity level*) benader onderwysers ervarings met die voorneme om hulle in die toekoms te verander of te verbeter, ontleed dié ervarings krities vanuit verskillende perspektiewe en is dan in staat om die invloed van hul onderrig op leerders se waardes, gedrag of prestasie raak te sien. Die drie vlakke van refleksie hou verband met die drie elemente van onderwysers se reflektiewe praktyk wat Sparks-Langer en Colton (1991) geïdentifiseer het.

Jansen en Spitzer (2009) tref 'n onderskeid tussen onderrig evalueer en onderrig interpreteer. Interpretasie van onderrig dui op die analitiese ontleding van leerders se denke na aanleiding van die onderrigsituasie, en dít is die gevolg van meer kritiese refleksie op klaskamerpraktyk. As onderwysers hul onderrig bloot evalueer as 'goed' of 'swak', baseer hulle hul bevindings op vermoedens eerder as op bewyse van hul leerders se denke, en is hul refleksie dan noodwendig op 'n laer vlak (Jansen & Spitzer 2009).



In die Suider-Afrikaanse konteks dokumenteer Nyaumwe (2007) vier kronologiese fasette waarop voornemende wiskunde-onderwysers van Zimbabwe reflekteer:

- klaskamerhantering
- klaskamerervarings
- onderrigsituasies
- die behoeftes van individuele leerders.

In teenstelling hiermee vind Polaki en Morobe (2007) dat onderwysers in Lesotho óf reflekteer oor organisatoriese faktore in hul klaskamers óf oor wat hul leerders nie tydens 'n les kan bemeester nie. Dié navorsers kom tot die gevolgtrekking dat onderwysers nie reflekteer oor hóé hul onderrig aangepas kan word om die ontwikkeling van wiskundige begrippe beter by hul leerders tuis te bring nie (Polaki & Morobe 2007). In Botswana het Nyanjom (2009) die verband tussen leiding [*mentoring*] en onderwysers se reflektiewe klaskamerpraktik ondersoek. Hulle meld dat onderwysers wat deurgaans reflekteer oor hul onderrig, probleme makliker uitstryk.

Effektiewe onderrig van wiskunde

Hiebert en Grouws (2007:371) stel die vraag: 'What makes mathematics teachers effective?' [*Wat maak wiskunde-onderwysers effektief?*] en redeneer dat daar nie 'n duidelike of eenvoudige antwoord daarop is nie. Hulle voer aan dat effektiewe onderrig moeilik is om te dokumenteer omdat daar 'n tekort aan bruikbare teorieë oor onderrig is (Hiebert & Grouws 2007). Om hierdie probleem te oorbrug stel Hiebert en Grouws (2007:399) voor dat navorsers die eenvoudige vraag vra: 'What works?' [*Wat werk?*]. Sodoende word riglyne (gebaseer op konkrete bewyse) aan onderwysers verskaf vir die verbetering van klaskamerpraktik. Ko en Sammons (2010:45) redeneer egter 'effectiveness, whether at school, classroom or teacher level, is a controversial term' [*effektiewe is 'n omstrede term op skool, in die klaskamer sowel as op onderwyservlak*] en verklaar dat dit beide politiese en emosionele aspekte behels. Daarom sal dit verskillend op verskillende tye en in verskillende kontekste gemeet word. Daarenteen glo Campbell, Kyriakides, Muijs en Robinson (2003) dat effektiewe onderwysers van die kernboustene in 'n effektiewe skool- en onderwyssisteem is.

Volgens Burghes (2005:3) is daar tans meer ooreenstemming oor wat effektiewe wiskunde-onderrig behels as in die verlede. In 'n bekendstelling van die National Centre for Excellence in the Teaching of Mathematics (NCETM) meld hy 17 kriteria vir effektiewe wiskunde-onderrig. Die kriteria bestaan uit losstaande stellings wat nie in kategorieë ingedeel is nie en Burghes (2005:3) hoop dat 'all the relevant agencies will sign up to statements such as those listed in the Appendix' [*al die betrokke instansies die stellings soos in die aanhangsel sal aanneem*]. Die stellings in die aanhangsel sluit, onder andere, in die onderwyser se vakkennis, die etos in die klaskamer (vriendelik), hoë verwagtings van wat leerders kan bereik, deeglike lesbeplanning, korrekte gebruik van wiskundetaal en aanmoediging van leerders se kreatiewe denke.

Anthony en Walshaw (2007) glo die kern van effektiewe onderrig lê in die kennis en vaardighede wat 'n onderwyser toevoeg tot die kognitiewe eise van onderrig. Wat onderwysers doen in die klaskamer is afhanklik van wat hulle weet en glo omtrent wiskunde, asook hul begrip van pedagogie en die leer van wiskunde (Anthony & Walshaw 2007). 'n Wesenlike element van effektiewe onderrig in wiskunde is dus die onderwyser se kennis van die inhoud van die vak. Sonder dié kennis kan 'n leerder se konseptuele begrip nie ontwikkel word nie. Verder is die onderwyser se pedagogiese kennis (kennis van hoe om die inhoud aan te bied) van kardinale belang in effektiewe onderrig. Hierdie siening word beaam deur McGraner, Van Der Heyden en Holdheide (2011) wat drie kernaspekte van effektiewe onderrig meld, naamlik, (1) vakkennis van die onderwyser, (2) wiskundige inhoud wat leer bevorder en (3) kennis en die gebruik van effektiewe onderrigstrategieë vir die onderrig van wiskunde.

Anthony en Walshaw (2009) rapporteer navorsing wat gedoen is oor effektiewe onderrig en stel 10 beginsels (sien Figuur 1) voor wat die basis vorm vir pedagogiese benaderings om die leer van wiskunde te fasiliteer. Die 10 beginsels moet egter nie in isolasie beskou word nie, maar vorm deel van 'n komplekse web van faktore wat leer kan beïnvloed. Die beginsels kombineer elemente van praktik wat verband hou met:

1. die klaskamergemeenskap ('n etiek van omgee, geleenthede vir leer, bou op leerders se denke)
2. die klaskamerdialog (wiskundige kommunikasie, wiskundetaal)
3. die tipe take wat leerders se denke stimuleer (assessering vir leer, betekenisvolle wiskundetake, die verband tussen onderwerpe en konsepte)
4. die rol van die onderwyser se vakkennis asook pedagogiese kennis (Anthony & Walshaw 2009).



Bron: Anthony, G. & Walshaw, M., 2009, 'Characteristics of effective teaching of mathematics: A view from the West', *Journal of Mathematics Education* 2(2), 147–164

FIGUUR 1: Tien beginsels van effektiewe wiskunde-onderrig.



Navorsingsontwerp

'n Kwalitatiewe gevallestudie is uitgevoer waarin wiskunde-onderwysers se refleksie oor hul klaskamerpraktyk, asook die gehalte van hul wiskunde-onderdig ondersoek is.

Deelnemers aan die studie

Die deelnemers was vyf wiskunde-onderwysers in 'n plattelandse skool in die Thabo Mofutsanyana-distrik in die Vrystaat. Drie van die deelnemers (D1, D2 en D5) was vroulik en twee manlik (D3 en D4). Die deelnemers se ouderdomme het gewissel tussen 32 jaar en 48 jaar. Die faktore van gerieflikheid, toeganklikheid en gewilligheid om deel te neem het die steekproef bepaal.

Die vyf deelnemers was almal ervare onderwysers met basiese onderwyskwalifikasies en almal, met die uitsondering van een, het onderwyserervaring van 14 jaar of langer. Die skool se matriekslaagsyfer vir wiskunde in 2010 was 19%, wat baie druk op die onderwysers plaas om hul onderrig te verbeter en oplossings te vind om die leerders se swak prestasie te verbeter. Die onderrigtaal is Engels.

Etiese aspekte

Die deelnemers se waardigheid en anonimiteit is deurgaans gerespekteer. Hulle is volledig ingelig oor die doelwitte van die ondersoek en het toestemmingsvorme onderteken dat hul klaskamerpraktyk waargeneem en ontleed mag word.

Beperkings van die ondersoek

Die fokus van die ondersoek was op die onderwysers se reflektiewe klaskamerpraktyk en die effektiwiteit van hul wiskunde-onderdig. Die studie het nie die leerders se wiskundeprestasie nagevors nie, en dit kan as 'n beperking van die ondersoek beskou word.

Die feit dat die onderhoude en refleksies slegs in Engels plaasgevind het met deelnemers wie se moedertaal Sesotho is, kan as 'n verdere beperking in ag geneem word. Reed, Davis en Nyabanyaba (2003) wys daarop dat onderwysers wat vlot Engels praat, dit waarskynlik makliker sal vind om te reflekteer in Engels.

Data-insamelingsprosedures

Data vir hierdie kwalitatiewe gevallestudie is bekom uit semigestruktureerde onderhoude wat individueel met elke deelnemer voor die aanvang van die studie gevoer is. Die doel van die onderhoude was om die deelnemer se begrip van refleksie vas te stel. Verder is 'n lesplan van elke deelnemer tydens die onderhoud as gespreksdokument gebruik om te bepaal of hulle wel reflekteer oor hul onderrig, asook wat die aard (inhoud) en omvang van hul refleksie is. Die volgende prosedure is gevolg:

1. Die deelnemers het 'n gesamentlike les beplan oor die oplos van lineêre vergelykings. Die oorkoepelende doelwit was om leerders se begrip van die wiskundekonsepte rakende die oplos van lineêre vergelykings te verbeter.
2. Die graad 8-onderwyser het die les aangebied, waargeneem

deur die navorser en op videoband opgeneem deur 'n assistent.

3. 'n Individuele onderhoud is direk na die les met die onderwyser gevoer om haar refleksie oor die les te bepaal.
4. Dieselfde middag het die groep na die video-opname van die les gekyk en gesamentlik gereflekteer of die doelwit van die les bereik is. Die groep het ook gereflekteer oor die onderrig en leer wat plaasgevind het tydens die les en waarom daar afgewyk is van die lesplan. Daarna is die lesplan hersien en verfyn.
5. Die siklus is herhaal met lesbeplanning, lesaanbiedings en groeprrefleksies vir die graad 9- (twee groepe), graad 10- en graad 11-leerders.

Tydens waarneming van die lesaanbiedings van die deelnemers het die navorser volledige aantekeninge gemaak van enige afwykings van die lesplan (wat as aanduidend beskou is van reflektiewe denke tydens die les). Die video-opnames van die lesse is daarna herhaaldelik deur die navorser bekyk om te bepaal of die deelnemer se klaskamerpraktyk as effektief bestempel kan word.

Dataverwerkingsprosedures

Data is tydens en na afhandeling van die insamelingsproses ontleed aan die hand van Lee (2005) se taksonomie om die vlak van elke deelnemer se refleksie te bepaal.

Alle onderhoude is verbatim getranskribeer. Die rekenaar program Atlas.ti 6 is gebruik om die bestuur, kodering en kategorisering van die data te vergemaklik. Die program maak voorsiening vir die ontleding van tekstuele, grafiese en klankdata. Kodes is induktief toegeken aan betekenisvolle segmente van teks en daarna is die verwante kodes deduktief georganiseer en gekombineer in temas en kategorieë (bekend as 'families' in Atlas.ti 6). Die interpretasie en verduideliking van die data het daarna gevolg. Alle afleidings is gebaseer op verifieerbare data.

Vir die doel van die ondersoek waaroor hier gerapporteer word, is die effektiwiteit van die onderwyser se wiskunde-onderdig gemeet aan die hand van die tien beginsels vir effektiewe onderrig neergelê deur Anthony en Walshaw (2009).

Betroubaarheid van data

Om die betroubaarheid van die ondersoek te versterk is van 'n verskeidenheid databronne gebruik gemaak. Verder is die data oor 'n tydperk van 10 weke ingesamel. Deelnemers het die geleentheid gekry om die data wat deur die onderhoude ingesamel is te verifieer. Daarbenewens is die aantekeninge en transkripsies aan die deelnemers beskikbaar gestel om feitefoute te korreger. Geen veralgemenings is gemaak nie en die ondersoek is vanuit die deelnemers se onderskeie oogpunte benader (Nieuwenhuis 2010).

Resultate

Hierdie gedeelte rapporteer die resultate van deelnemers se begrip van refleksie, die aard van hul reflektiewe klaskamerpraktyk, asook die waargenome effektiwiteit van hul onderrig.

**TABEL 1:** Deelnemers se inhoud, gehalte en begrip van refleksie.

Deelnemers	Inhoud van refleksie	Gehalte van refleksie (Lee 2005)	Begrip van refleksie
D1	Behoeftes van leerders; haar swak taalvaardigheid (Engels); tydshantering; en onderrigstyl: 'some are rich, some are poor, they are hungry...'; 'I thought my English tongue is not so well ... that is the challenge'; 'I gained that you must question the learners a lot and involve the learners'. <i>['party is ryk, party is arm, hulle is honger ...'; 'ek dink my Engels is nie so goed nie. ... dit is die uitdaging'; 'ek het agtergekom mens moet die leerders gedurig uitvra en hulle betrek'.]</i>	R1; R2	Onvermoë om woordeliks haar begrip van refleksie te verduidelik
D2	Leerders se gebrek aan belangstelling in wiskunde; tydhantering; onderrigstyl; en kurrikulum: 'they will take out their cell phones and they would put in those earphones ...'; 'I did not get a chance to apply my lesson ...'; 'I enjoy doing everything, explaining mathematics'; 'they are forced now by the curriculum ... if you can see, they are forced to know everything'. <i>[...hulle sal hul selfone uithaal en daardie oorfone insit ...]; 'ek kry nie 'n kans om my les van toepassing te maak nie ...'; 'ek geniet dit om alles te doen, om wiskunde te verduidelik'; 'hulle word nou deur die kurrikulum verplig ... soos jy kan sien, word hulle verplig om alles te weet'.]</i>	R1	Onvermoë om woordeliks haar begrip van refleksie te verduidelik
D3	Leerders se begrip van konsepte; die verband tussen nuwe konsepte en voorkennis; die hantering van leerders; en onderrigstyl: 'If you are dealing with the learners, you do not need to frustrate them, you take them from the easiest one, eh ... from what do they know from other grades, then you take it step by step'; 'The most thing that I liked about the lesson is the discovery method where I invite the learners to come and show me what they are doing on the board'. <i>['As jy met leerders werk, moet jy hulle nie frustreer nie, jy neem hulle van die maklikste begrip, van wat hulle nog van die vorige grade af weet, dan verduidelik jy stap vir stap'; 'Die ding waarvan ek die meeste van die lesse hou, is die metode van ontdekking wanneer ek leerders nooit om op die bord vir my te kom wys wat hulle doen'.]</i>	R1; R2; R3	'thinking back ...'; 'thinking of another way to explain ...' <i>['ek dink terug ...'; 'ek probeer dink aan 'n ander manier om te verduidelik ...']</i>
D4	Leerders se swak begrip van Engels; leerders se begrip van konsepte; leerders se gebrek aan basiese vaardighede; leerders se denke: '... the language, they cannot read the language ...'; 'the majority ... they are very weak ...'; 'they amazed me because I expected them to be in the position to identify like terms and ... add them quickly but ... they struggled ... they amazed me with basic things you see ...'; 'someone stands up and come to the board and write something ... it's good to give him a chance perhaps to explain what he has written, to see how does he think'. <i>['die taal, hulle kan nie die taal lees nie ...'; 'die meerderheid van hulle ... hulle is baie swak ...'; 'ek was verstom, want ek het gedink hulle sou soortgelyke terme kan identifiseer en ... hulle vinnig optel, maar ... hulle het gesukkel ... jy sien, ek is verbaas oor die basiese dinge'; 'iemand staan op en kom na die bord en skryf iets ... dis goed om hom 'n kans te gee om miskien te verduidelik wat hy geskryf het, om te sien hoe hy dink'.]</i>	R1; R2	Onvermoë om woordeliks sy begrip van refleksie te verduidelik
D5	Behoeftes van leerders; eie tekortkominge as onderwyser: 'You become a guardian to them, or to many of them ... you become a preacher and a minister ... because if you look at the background of the learners, most of them are suffering'; 'How I speak, that is the first thing that I would change. I talk very quickly, that is ... I don't know how to change that one'. <i>['Mens word 'n voog vir een of meer van hulle ... jy word 'n leraar en predikant ... omdat as jy hul agtergrond nagaan, sien jy die meeste van hulle kry swaar'; 'Hoe ek praat, is die eerste ding wat ek sal verander. Ek praat baie vinnig, dit is ... ek weet nie hoe om dit te verander nie'.]</i>	R1; R2; R3	'... through reflection ... I have come closer to them ... see their own problem ... how can I help them ...' <i>['... refleksie ... stel my in staat om nader aan hulle te kom ... ek sien hul probleem ... hoe ek hulle kan help ...']</i>

Bron: Lee, H-J., 2005, 'Understanding and assessing preservice teachers' reflective thinking', *Teaching and Teacher Education* 21, 699–715. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2005.05.007>
D, deelnemer; R1, beskrywingsvlak; R2, rasionaliseringsvlak; R3, reflektiewe vlak.

Deelnemers se begrip van refleksie

Slegs twee van die vyf deelnemers was in staat om woordeliks te verduidelik wat hulle verstaan onder die term 'refleksie'. Vir Deelnemer 3 (D3), 'n 39-jarige manlike onderwyser, is refleksie:

'... thinking back to last year's results, comparing last year's results to this year. I reflect in class when seeing learners misunderstanding something and then I think of another way to explain it' ... ['... ek dink terug aan verlede jaar se resultate, vergelyk verlede jaar se resultate met vanjaar. Ek reflekteer in die klas wanneer ek sien leerders verstaan verkeerd en dan dink ek aan 'n ander manier om dit te verduidelik ...'] (D3, manlike, wiskunde-onderwyser, Thabo Mofutsanyana-distrik, [outeur se eie vertaling])

Deelnemer 5 (D5), 'n 44-jarige vroulike onderwyser, het 'n ander siening van 'refleksie':

'I think that is through reflection that I've changed the way of teaching. I have tried to come closer to them [the learners] and see their own problem and how can I help them. What is it that they are lacking?' ['Ek dink dis refleksie wat my my manier van skoolhou laat verander het. Ek het probeer om nader aan hulle (die leerders) te kom om hul probleem in te sien en te verstaan hoe ek hulle kan help. Wat is dit wat hulle kortkom?'] (D5, vroulik, wiskunde-onderwyser, Thabo Mofutsanyana-distrik, [outeur se eie vertaling])

Die twee deelnemers se begrip van refleksie verskil. Dié bevinding weerspieël navorsingsresultate en dit blyk dat

1. Die taalgebruik deur die deelnemers is sover moontlik onveranderd gelaat om nie die nuanse en oorspronklike betekenis te verander nie.

meer as een begrip van refleksie moontlik is (Pedro 2001; Osterman & Kottkamp 1993; Sparks-Langer 1992; Zeichner & Liston 1996).

Deelnemers se reflektiewe klaskamerpraktik

Beide die inhoud en gehalte van die deelnemers se refleksie is in ag geneem, gebaseer op die argument van Lee (2005) dat onderwysers krities kan reflekteer oor 'n tegniese aspek van hul onderrig solank daar 'n morele of etiese oorweging daarvoor is.

In Tabel 1 volg 'n opsomming van die deelnemers se inhoud van refleksie, die vlak van refleksie (gebaseer op hul mededelings tydens die twee onderhoude en op grond van waarnemings van hul lesaanbiedings), asook hul begrip van refleksie.

Dit volg uit die tabel dat slegs twee van die deelnemers krities gereflekteer het oor hul klaskameronderrig (D3 en D5). D3 het tydens die groepreferksies telkemale aanbevelings gemaak oor hoe die onderrig van die wiskundekonsepte aangepas behoort te word sodat leerders se begrip van die vak kan verbeter. Hy beklemtoon byvoorbeeld hoe leerders se vorige kennis van die distributiewe wet toegepas kan word by die oplos van lineêre vergelykings. Verder beveel hy aan dat die getalyn gebruik word om leerders te help wat sukkel met die optel en aftrek van heelgetalle. Hy versoek ook dat die onderwysers meer geduldig moet wees met die leerders wat sukkel om basiese bewerkings te doen:



'We should cater for all learners ... we need to be very patient with the learners. When you teach them, we need to make sure that you motivate the learners'. [*'Ons behoort voorsiening vir alle leerders te maak ... ons moet baie geduldig met die leerders te wees. Wanneer ons onderrig, moet ons seker maak dat ons hulle motiveer'*.] (D3, manlik, wiskunde-onderwyser, Thabo Mofutsanyana-distrik, [outeur se eie vertaling])

Hoewel D4 tydens die onderhoude oor sy leerders se denke gereflekteer het, het hy in geen stadium laat blyk hoe hy sy eie klaskameronderrig sal aanpas om leerders se begrip van basiese wiskundekonsepte te verbeter nie. D5 daarenteen het haar eie onderrig deurgaans krities geëvalueer en aan oplossings probeer dink om haar leerders te help met hul problematiese kennis van wiskundekonsepte:

'... but for this class, I have to repeat it two times before they understand. Even, like normally ... when I deal with them, I have to write negative multiplied by negative, all the formal things, the basics, that they must know from the previous Grade 8 ...' [*'... maar vir hierdie klas moet ek alles twee keer herhaal voordat hulle hoor. Selfs, net in die gewone gang, moet ek neerskryf negatief vermenigvuldig met negatief, al die formele goed, die basiese dinge wat hulle nog van graad 8 af behoort te weet.'*] (D5, vroulik, wiskunde-onderwyser, Thabo Mofutsanyana-distrik, [outeur se eie vertaling])

Hierdie bevindings bevestig resultate van Korthagen en Vasalos (2005) wat beweer dat onderwysers gewoonlik reflekteer oor aspekte soos klaskameromgewing, leerders se gedrag, leerders se bevoegdheid en hul eie opvattinge oor leerders.

Deelnemers se effektiwiteit as wiskunde-onderwysers

Elke deelnemer het 'n les aangebied wat deur die navorser waargeneem is. Die les is ook op videoband opgeneem en die navorser het verskeie kere weer daarna gekyk om die gehalte

van onderrig vas te stel. Op grond van die waarnemings toon Tabel 2 hoe elke deelnemer volgens die beginsels vir effektiewe onderrig van Anthony en Walshaw (2009) geëvalueer is.

Die deelnemers se effektiwiteit as wiskunde-onderwysers soos saamgevat in die tabel word vervolgens bespreek onder die vier kategorieë.

Effektiwiteit as wiskunde-onderwyser in die kategorie: Klaskamergemeenskap

Vier van die deelnemers het effektief opgetree as wiskunde-onderwysers in hierdie kategorie. D1 se leerders het in groepverband 'n werkkaart oor liggaamsgewigindeks opgestel deur gebruik te maak van die formule $BMI = \frac{Massa (kg)}{(Lengte (m))^2} \times 10\,000$. Dieleerdershetbinne'nvriendelike,atmosfeervansamewerking hul wiskundevaardighede ontwikkel en geleer uit hul foute. Daarenteen het D2 nie voldoen aan die beginsels binne dié kategorie nie. Die leeromgewing in haar klas was gespanne en sy het haar leerders nie toegelaat om te dink, redeneer of hul idees oor die wiskunde-inhoud te kommunikeer nie.

Effektiwiteit as wiskunde-onderwyser in die kategorie: Klaskamer-dialoog

D1, 'n 32-jarige vroulike onderwyser en D4, 'n 38-jarige manlike onderwyser, het telkemale tydens die onderhoude en groepreferleksies verwys na taalprobleme wat hulle ondervind in hul klaskamers. D1 het erken dat syself probleme ondervind met die onderrigtaal (Engels):

'... the challenge is eh ... eish ... language ... I, I thought my English tongue is not so well ... that is the challenge ...' [*'... die uitdaging is ... e ...eishj ... taal ... ek, ek dink my Engels is nie so goed nie ... dit is die uitdaging ...'*] (D1, vroulik, wiskunde-onderwyser, 32 jaar oud, wiskunde-onderwyser, Thabo Mofutsanyana-distrik, [outeur se eie vertaling])

TABEL 2: Deelnemers se effektiwiteit as wiskunde-onderwysers.

Kategorieë	Effektiewe onderrig van wiskunde (Anthony & Walshaw 2009)	Deelnemers				
		D1	D2	D3	D4	D5
		Vlak van refleksie (Lee 2005)				
		R1, R2	R 1	R1, R2, R3	R1, R2	R1, R2, R3
Klaskamergemeenskap	1.Effektiewe onderwysers fasiliteer leer deur werklik om te gee vir hul leerders se betrokkenheid by die leerproses	*	-	*	*	*
	2.Effektiewe onderwysers verskaf geleenthede aan leerders om sin te maak van idees (individueel en in groepe)	*	-	*	*	*
	3.Effektiewe onderwysers beplan leerervarings wat leerders help om te bou op hul bestaande vaardighede, kennis en ervarings	*	-	*	-	*
Klaskamerdialoog	4.Effektiewe onderwysers fasiliteer klaskamerdialoog wat fokus op wiskundige redenering	-	-	*	-	-
	5.Die gebruik van wiskundetaal word gevorm wanneer die onderwyser toepaslike terme modelleer en die betekenis daarvan op so 'n wyse kommunikeer dat leerders dit verstaan	-	-	*	-	*
Tipe take	6.Effektiewe onderwysers gebruik verskillende assesseringspraktyke om leerders se denke sigbaar te maak en leer aan te moedig	-	-	-	-	-
	7.Effektiewe onderwysers begryp dat die take en voorbeelde wat hulle selekteer 'n invloed het op hoe leerders sin maak van wiskunde	-	-	*	-	*
	8.Effektiewe onderwysers help leerders om die verband tussen verskillende maniere van probleemoplossing, tussen onderskeie wiskunde-onderwerpe en tussen wiskunde en alledaagse ervarings in te sien	-	-	-	-	-
	9.Effektiewe onderwysers selekteer modelle en voorstellings versigtig om leerders se denke te stimuleer	*	-	*	*	-
Kennis	10.Effektiewe onderwysers ontwikkel en gebruik 'n stewige kennisbasis om leer te inisieer en dus verantwoordelik te reageer op die wiskundige behoeftes van al hul leerders	-	-	*	*	*
Geraamde % effektiwiteit		40	0	80	40	60

D4 se leerders het probleme met die betekenis van wiskundekonsepte:

'sometimes the problem of English ... when you say "ascending order" ... they don't understand .. what is that ... ascending ... to go up ... to start with the bigger exponent ... instead of starting with the smaller exponent ...' [*partykeer die probleem met Engels ... wanneer mens sê "stigende orde" ... hulle verstaan nie ... wat is dit ... toeneem ... stig ... om op te gaan ... om met die grootste eksponente te begin ... indeste van met die kleinste eksponent ...*] (D4, manlik, wiskunde-onderwyser, 38 jaar oud, wiskunde-onderwyser, Thabo Mofutsanyana-distrik, [outeur se eie vertaling])

Uit sy verduideliking van die betekenis van *ascending* lei 'n mens af dat hy moontlik verwarring geskep het by die leerders oor die betekenis van die konsep. D3 het dialoog tussen leerders gefasiliteer wat tot wiskundige argumentering gelei het. Hy het leerders byvoorbeeld na die bord gebring om 'n lineêre vergelyking ter inleiding van die les te doen (sien Figuur 2). Hy het daarna aan die klas gevra om die twee oplossings aan hom te verduidelik wat aanleiding gegee het tot 'n lewendige klasbespreking. Volgens D3 laat hy die leerders toe om te besluit oor die korrektheid van 'n oplossing:

'I leave it to the learners so that the learners ... they try to compare ... for them to make their own conclusion ... that this one is wrong ... maybe it's wrong ... where ... what are the things that are wrong ...?' [*Ek laat dit aan die leerders oor sodat die leerders ... hulle probeer vergelyk ... sodat hulle tot hul eie gevolgtrekking kan kom ... dat hierdie een verkeerd is ... miskien is dit verkeerd ... waar ... wat is dit wat verkeerd is ...?*] (D3, manlike, wiskunde-onderwyser, Thabo Mofutsanyana-distrik, [outeur se eie vertaling])

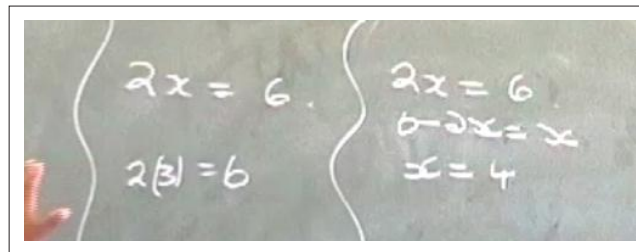
Effektiwiteit as wiskunde-onderwyser in die kategorie: Tipe take

Geeneen van die vyf deelnemers het 'n verskeidenheid assesseringsmetodes gebruik nie, alhoewel D3 se leerders hul klasmaats se oplossings op die bord moes evalueer. Verder het geeneen van die deelnemers probleemoplossing gedoen nie. D1 se wiskundewerkkaart het wel verband gehou met die leefwêreld van die leerders.

Deelnemers se effektiwiteit as wiskunde-onderwyser in die kategorie: Kennis

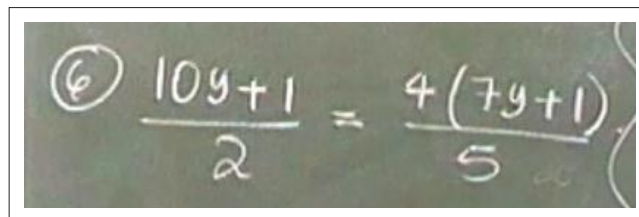
Die vakkennis en pedagogiese kennis van wiskunde-onderwysers is afhanklik van wat hulle weet en glo aangaande wiskunde en wat hulle verstaan van wiskunde-onderrig en leer (Anthony & Walshaw 2009). Alhoewel geeneen van die deelnemers tydens die lesaanbiedings wiskundefoute op die bord gemaak nie, het die wyse waarop hulle die leeromgewings georganiseer het tog 'n aanduiding verskaf van hul beskouings van hoe leerders wiskunde leer. D3 het byvoorbeeld lineêre vergelykings van baie eenvoudig (soos in Figuur 2) na meer kompleks aan die leerders voorgehou (sien Figuur 3) en deurgaans het hy die korrekte wiskundetaal gebruik om die leerders te help om die oplossing van die vergelykings te verstaan.

Dit was duidelik dat hy tydens sy les bewus was van sy leerders se tekortkominge sover dit hul wiskundekennis aangaan. Hy het hierdie kennis gebruik om onderrigbesluite te neem om sy leerders se konseptuele begrip van wiskunde te versterk.



Bron: Foto geneem deur Barbara Posthuma

FIGUUR 2: Voorbeelde van Deelnemer 3 se leerders se bordwerk.



Bron: Foto geneem deur Barbara Posthuma

FIGUUR 3: 'n Meer komplekse lineêre vergelyking wat leerders van Deelnemer 3 moes doen.

Bespreking

Die studie het elke deelnemer se refleksie oor hul onderrig in verband gebring met beginsels vir effektiewe onderrig soos vasgestel deur Anthony en Walshaw (2009). Die graad 8-leerders van D1, wat deurgaans op 'n beskrywingsvlak (R1: *recall*) (Lee 2005) gereflekteer het, was nie aktief betrokke by haar les nie. Dit het voorgekom asof sy haar leerders se denke nie verstaan nie en nagelaat het om hulle aan te moedig om te redeneer oor die verskillende oplossings van die vergelykings. Sy het tydens die les ook dikwels ingemeng met hul verduidelikings deur hulle in die rede te val. Volgens Warfield, Wood en Lehman (2005) reflekteer sulke onderwysers nie krities oor hul leerders se kennis van wiskunde of oor die gehalte van hul eie onderrig nie (Warfield, Wood & Lehman 2005). Verder het sy meer tyd bestee aan roetine-oefeninge en geen tyd aan die ontwikkeling van hoërdenke nie. Die voorbeelde wat hierdie deelnemer aan die klas voorgehou het, was op 'n baie lae kognitiewe vlak van denke (byvoorbeeld: 'Solve for x : $x + 3 = 10$ '). Tydens die 40 minute-les is slegs drie eenderse voorbeelde gedoen; die leerders het een vergelyking gekry om op te los vir huiswerk, soortgelyk aan die voorbeeld hierbo. Hierdie deelnemer kan op grond van die beginsels van Anthony en Walshaw (2009) vir effektiewe onderrig van wiskunde nie as 'n effektiewe onderwyser bestempel word nie.

In teenstelling hiermee het D3 krities gereflekteer (R3: *reflective*) (Lee 2005) oor sy leerders se begrip van wiskundekonsepte en hoe hy sy eie klaskamerpraktik moet verander om hul begrip te verbeter. Hy het leerders toegelaat om vergelykings op te los deur van hul eie metodes gebruik te maak en het van hulle verwag om hul oplossings aan die klas te verduidelik en te verdedig (sien Figuur 2). Verder het hy sy leerders aangemoedig om krities te luister na ander leerders se redenasies en dit te bevraagteken. Sodoende was die hele klas aktief betrokke by die les. Die voorbeelde wat hy aan die klas voorgelê het, was deeglik beplan om die leerders te lei om ook op 'n hoë kognitiewe vlak te redeneer. Hierdie



deelnemer het aan feitlik al die beginsels vir effektiewe onderrig van Anthony en Walshaw (2009) voldoen.

Vanuit die sosiaal-konstruktivistiese perspektief het D3, as fasiliteerder van die leergeleentheid, sy leerders aangemoedig om deur sosiale interaksie in 'n leeromgewing van samewerking bewus te word van hul eie idees en persoonlike konstruksies van kennis van wiskundekonsepte. In sy klas het hy gebruik gemaak van vraag-en-antwoordstrategieë om die leerders aktief by die les betrokke te hou en sodoende sy leerders gehelp om hul eie kennis van wiskunde te begryp.

Hoewel dit uit die ondersoek blyk dat daar wel 'n moontlike verband bestaan tussen onderwysers wat reflektief optree ten opsigte van hul onderrig, die fasilitering van leer in hul klaskamers en die gehalte van hul onderrig, kan daar nie op grond hiervan veralgemeen word nie. 'n Verdere ondersoek is nodig om die verband te bevestig, en daar word aan die hand gedoen dat daar van 'n verskeidenheid metodes gebruik gemaak word om effektiewe onderrig te ondersoek. Die waarneming van die onderwysers, soos dit in hierdie studie gedoen is, kan byvoorbeeld aangevul word deur 'n onderwysersverrekening om 'beste praktyk' te fasiliteer (Maree 2009).

Slotopmerking

Die ondersoek het implikasies vir die professionele ontwikkeling van onderwysers in dié sin dat onderwysers aangemoedig en opgelei moet word om krities te reflekteer oor hul fasilitering van leer sodat die onderrig van wiskunde verbeter kan word. Die feit dat die onderwysers in 'n plattelandse skool die geleentheid gehad het om in groepverband te reflekteer oor hul eie en hul kollegas se klaskamerpraktyk, het meegebring dat 'n bewusmaking van wat effektiewe onderrig behels, by hulle ontwikkel is.

Die intellektuele vraagstuk van uitnemendheid by onderwysers binne die konteks van 'n ontwikkelende land is in 'n mate belig en in verband gebring met onderwysers se refleksie op die fasilitering van leer in hul klaskamers. Belanghebbendes kan doelgerig en daadwerklik gebruik maak van die bevindinge van hierdie studie in die professionele ontwikkeling van onderwysers sodat optimale leer moontlik gemaak word in wiskundeklaskamers.

Erkenning

Die outeur is ondersteun deur die South Africa Netherlands Research Programme on Alternatives in Development (SANPAD) projek met die skryf van hierdie artikel.

Mededingende belange

Die outeur verklaar hiermee dat sy geen finansiële of persoonlike verbintenisse het met enige party wat haar nadelig kon beïnvloed in die skryf van hierdie artikel.

Literatuurverwysings

- Anthony, G. & Walshaw, M., 2007, *Effective pedagogy in mathematics/pāngarau: Best evidence synthesis iteration [BES]*, Ministry of Education, Wellington.
- Anthony, G. & Walshaw, M., 2009, 'Characteristics of effective teaching of mathematics: A view from the West', *Journal of Mathematics Education* 2(2), 147–164.

- Burghes, D., 2005, 'National centre for excellence in the teaching of mathematics', *MSOR Connections* 5(4), 1–3.
- Campbell, R.J., Kyriakides, L., Muijs, R.D. & Robinson, W., 2003, 'Differential teacher effectiveness: towards a model for research and teacher appraisal', *Oxford Review of Education* 29(3), 347–362. <http://dx.doi.org/10.1080/030549803070440>
- Cobb, P. & Yackel, E., 1996, 'Constructivist, emergent, and sociocultural perspectives in the context of developmental research', *Educational Psychologist* 31(3/4), 175–190.
- Cobb, P., Stephan, M., McClain, K. & Gravemeijer, K., 2001, 'Participating in classroom mathematical practices', *The Journal of the Learning Sciences*, 10(1&2), 133–163.
- Farrell, T.S.C., 2004, *Reflective practice in action*, Corwin Press Inc., California.
- Hattingh, A., 2009, 'Meester-wiskundeonderwysers as mentors in ondervoorsiene en benadeelde skole', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 28(4), 340–354.
- Hiebert, J. & Grouws, D.A., 2007, 'The effects of classroom mathematics teaching on students' learning', in F.K. Lester (ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, pp. 371–404, Information Age, Charlotte, NC.
- Hill, H.C., Sleep, L., Lewis, J.M. & Ball, D.L., 2007, 'Assessing teachers' mathematical knowledge', in F.K. Lester (ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, pp. 111–155, Information Age, Charlotte, NC.
- Jansen, A. & Spitzer, S.M., 2009, 'Prospective middle school mathematics teachers' reflective thinking skills: descriptions of the students' thinking and interpretations of their teaching', *Journal of Mathematics Teacher Education* 12, 133–151. <http://dx.doi.org/10.1007/s10857-009-9099-y>
- Jay, J.K. & Johnson, K.L., 2002, 'Capturing complexity: a typology of reflective practice for teacher education', *Teaching and Teacher Education* 18, 73–85. [http://dx.doi.org/10.1016/S0742-051X\(01\)00051-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00051-8)
- Ko, J. & Sammons, P., 2010, *Effective teaching: A review of research*, Report commissioned by CfBT, Department of Education, University of Oxford, Oxford.
- Korthagen, F. & Vasalos, A., 2005, 'Levels in reflection: Core reflection as a means to enhance professional growth', *Teachers and Teaching: theory and practice* 11(1), 47–71. <http://dx.doi.org/10.1080/1354060042000337093>
- Lee, H.-J., 2005, 'Understanding and assessing preservice teachers' reflective thinking', *Teaching and Teacher Education* 21, 699–715. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2005.05.007>
- Maree, J.G., 2009, 'Die uitdaging van ontoreikende wiskundeprestasie: Fokus op 'n metabenedering', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 28(4), 265–287.
- McGraner, K.L., Van Der Heyden, A. & Holdheide, L., 2011, *Preparation of effective teachers in mathematics*, National Comprehensive Center for Teacher Quality, Washington.
- Nieuwenhuis, J., 2010, 'Qualitative research designs and data gathering techniques', in K. Maree (ed.), *First steps in research*, pp. 69–97, Van Schaik Publishers, Pretoria.
- Nyanjom, J.A., 2009, 'The principles and practices of mentoring in a technical college in Africa: A self-study enquiry', PhD thesis, Faculty of Education, University of Pretoria.
- Nyaumwe, L.J., 2007, *An exploration of the phases of reflection that Zimbabwean pre-service mathematics teachers' post lesson reflections go through*, Southern African Association for Research in Mathematics, Science and Technology Education, pp. 289–295, Eduardo Mondlane University Press, Maputo.
- Osterman, K.F. & Kottkamp, R.B., 1993, *Reflective practice for educators*, Corwin Press, Inc., California.
- Pedro, J.Y., 2001, 'Reflection in teacher education: Exploring preservice teachers' meanings of reflective practice', unpublished doctoral thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.
- Polaki, M.V. & Morobo, N., 2007, 'Developing a Profile of Teachers' Practices in the Teaching of School Mathematics in Lesotho', In *Southern African Association for Research in Mathematics, Science and Technology Education*, pp. 304–311, Eduardo Mondlane University Press, Maputo.
- Posthuma, A.B., 2011, 'The nature of mathematics teachers' reflective practice', PhD thesis, Faculty of Education, University of Pretoria.
- Reed, Y., Davis, H. & Nyabanyaba, T., 2003, 'Teachers' take-up of reflective practice in underresourced multilingual contexts', in J. Adler & Y. Reed (eds.), *Challenges of Teacher Development*, pp. 118–134, Van Schaik, Pretoria.
- Schön, D.A., 1983, *The reflective practitioner*, Basic Books, New York.
- Schön, D.A., 1987, *Educating the reflective practitioner*, Jossey-Bass, San Francisco.
- Sowder, J.T., 2007, 'The mathematical education and development of teachers', in F.K. Lester (ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, pp. 157–223, Information Age, Charlotte, NC.
- Sparks-Langer, G.M., 1992, 'In the eye of the beholder: Cognitive, critical, and narrative approaches to teacher reflection', in L. Valli (ed.), *Reflective teacher education: Cases and critiques*, pp. 147–160, State University of New York Press, New York.
- Sparks-Langer, G. & Colton, A., 1991, 'Synthesis of research on teachers' reflective thinking', *Educational Leadership* 48(6), 37–44.
- Van Harmelen, U., 1999, 'Where has all the Geography gone? A social constructivist perspective of curriculum 2005', *South African Geographical Journal* 81(2), 80–85. <http://dx.doi.org/10.1080/03736245.1999.9713666>
- Warfield, J., Wood, T. & Lehman, J.D., 2005, 'Autonomy, beliefs and the learning of elementary mathematics teachers', *Teaching and Teacher Education* 21, 439–456. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2005.01.011>
- York-Barr, J., Sommers, W.A., Ghere, G.S. & Montie, J., 2006, *Reflective practice to improve schools*, Corwin Press, California.
- Zeichner, K.M. & Liston, D.P., 1996, *Reflective teaching: An introduction*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., New Jersey.