

HOOFSTUK 7

OPSOMMING, GEVOLGTREKKINGS EN AANBEVELINGS

7.1 INLEIDING

Die doel van hierdie hoofstuk is om 'n opsomming van die teoretiese en empiriese navorsing te gee, en die belangrikste bevindinge en die gevolgtrekkings vanuit die teoretiese en empiriese studie weer te gee. Die beperkings van die studie, aanbevelings vir verdere navorsing en die bydrae wat die studie lewer, word ook aangebied.

7.2 'n Oorsig

Die probleem van voornemende onderwysers se konseptuele kennis asook hulle houdings en oortuigings ten opsigte van wiskunde is in Hoofstuk 1 gestel. Ten einde konseptuele begrip te fasiliteer moet onderwysers self 'n diepgaande wiskundekennis hê. Die probleem is egter dat die wiskundekennis waaroor (voornemende) onderwysers tradisioneel beskik, onvoldoende is om wiskunde só te onderrig dat dit tot betekenisvolle begripsvorming sal lei. Verder vind voornemende onderwysers se houding jeens wiskunde neerslag in die manier waarop hulle oor wiskunde dink en wiskunde ervaar, en dit is ten nouste vervleg met hulle inhoudskennis van wiskunde. Die navorsingsvraag waarop daar in hierdie studie 'n antwoord gesoek is, is:

Hoe kan 'n dinamiese tegnologies-verrykte leeromgewing bydra tot die verbetering van die konseptuele kennis van voornemende wiskunde-onderwysers, asook van hul oortuigings ten opsigte van die onderrig en leer van wiskunde?

Ten einde 'n antwoord op hierdie vraag te bied is drie navorsingsdoelwitte gestel:

- 1) Om die invloed van die gebruik van dinamiese rekenaartegnologie op die houdings en oortuigings van voornemende wiskunde-onderwysers met betrekking tot die leer van wiskunde te ondersoek;

- 2) Om die invloed van 'n dinamiese tegnologies-verrykte leeromgewing op die konseptualisering van die funksiekonsep by voornemende wiskunde-onderwysers te ondersoek;
- 3) Om 'n model vir die effektiewe benutting van 'n dinamiese tegnologies-verrykte leeromgewing in wiskunde-onderwyseropleiding saam te stel.

Die literatuurstudie in Hoofstuk 2 het gepoog om te beskryf hoe leerders wiskunde in die algemeen leer, deur onder andere ondersoek in te stel na verskillende faktore wat 'n invloed op die leer van wiskunde het. Verskillende teorieë ten opsigte van die leer van die funksiekonsep is in Hoofstuk 3 bespreek. 'n Raamwerk is geformuleer waarbinne die konseptualisering van die funksiekonsep in die empiriese ondersoek getoets en ontleed kon word (kyk 3.5).

Die navorsingsontwerp en -metodologie is in Hoofstuk 4 bespreek. Ten einde die navorsingsvraag te beantwoord is gebruik gemaak van 'n verklarende gekombineerde metode-ontwerp. Vir die kwantitatiewe deel van die empiriese ondersoek is 'n eksperimentele ontwerp gebruik, bestaande uit 'n eksperimentele en kontrolegroep wat aan 'n voor- en natoets onderwerp is. Twee soorte vraelyste is by voornemende onderwysers ingeskakel, naamlik die Studie-oriëntasie-vraelys in wiskunde (SOW) en 'n funksietoets gebaseer op O'Callaghan se model (kyk Bylaag E). In die kwalitatiewe deel van die ondersoek is semi-gestruktureerde en taakgebaseerde onderhoude met 'n geselekteerde groep voornemende onderwysers gevoer (kyk 4.4.2) om meer lig te werp op die bevindinge van die kwantitatiewe ondersoek.

Die resultate van die kwantitatiewe ondersoek, asook 'n volledige ontleding van die semi-gestruktureerde en taakgebaseerde onderhoude is in Hoofstuk 5 weergegee. In Hoofstuk 6 is gepoog om 'n model vir die effektiewe benutting van 'n tegnologies-verrykte leeromgewing voor te stel, wat behels dat studente gediagnoseer, geadviseer en ondersteun word ten opsigte van vlakke van konseptualisering met betrekking tot die funksiekonsep, asook hulle studie-oriëntasie ten opsigte van die onderrig en leer van wiskunde, waaronder hulle houdings en oortuigings, studiegewoontes en wiskunde-angs. Hierdie ondersteuning is uiteindelik daarop gerig om die studente gereed te maak sodat hulle optimaal baat by die tegnologies-verrykte leeromgewing kan vind. Die belangrikste bevindinge en gevolgtrekkings word in die volgende paragraaf (7.3) bespreek.

7.3 Bevindings

Teoretiese bevindings

Uit die literatuurstudie het dit geblyk dat daar verskeie interafhanklike kognitiewe en affektiewe faktore is wat 'n rol in die leer van wiskunde speel, soos leerders se houdings en oortuigings, wiskunde-angs, leerders se kennis, probleemoplossingsgedrag, metakognisie en die leeromgewing waaraan leerders blootgestel word (kyk 2.5). Wat die leeromgewing betref, is daar in die literatuur bevind dat tegnologie die konseptuele leer van voornemende onderwysers verbeter (kyk 2.5.9). 'n Dinamiese sagtewareprogram soos Geometer's Sketchpad® voorsien 'n leeromgewing waarbinne voornemende onderwysers die geleentheid gebied word om hulle kennis, konseptualisering, houdings en oortuigings teenoor wiskunde te verbeter.

Die onderrig waaraan leerders blootgestel word, het ook 'n invloed op die leer van wiskunde. Uit die literatuur het dit duidelik na vore gekom dat wiskunde-onderrig van 'n onderwyser se kennis afhanklik is en dat daar 'n baie spesifieke soort wiskundekennis is waaroor onderwysers moet beskik, genoem wiskunde-inhoudskennis vir onderrig (WIKvO) (kyk 2.5.9.1). WIKvO vorm deel van vakinhoudelike kennis, pedagogiese inhoudskennis, kurrikulumkennis en kennis van die leerder. Die houdings en oortuigings van 'n onderwyser het egter ook 'n belangrike invloed op sy wiskundekennis vir onderrig.

Verskeie teorieë ten opsigte van die leer van die funksiekonsep is vanuit die literatuur ondersoek. Uiteindelik is daar 'n raamwerk vir die konseptuele leer van funksies geformuleer, gebaseer op 'n integrasie van O'Callaghan en Dreyfus se teorieë (kyk 3.5). O'Callaghan se model van bevoegdheidskomponente is gebruik om 'n toetsinstrument vir die empiriese ondersoek saam te stel. Dreyfus sien die aanleer van funksies as bestaande uit vier fases, naamlik die gebruik van 'n enkele (eksterne) voorstelling, die parallelle gebruik van meer as een voorstelling, die koppeling of omskakeling tussen hierdie parallelle voorstellings en die integrering van voorstellings en die gemak waarmee studente tussen die verskillende voorstellingsvorme beweeg (ook genoem reïfikasie). O'Callaghan se model is nie 'n hiërargiese model nie, alhoewel die laaste komponent, reïfikasie, tog op 'n hoër vlak as die ander drie komponente is. Die ander drie bevoegdheidskomponente, wat aansluit by Dreyfus se derde fase van koppeling tussen voorstellings, is interpretasie, omskakeling, modellering.

7.3.1 Empiriese bevindings

Eerste navorsingsdoelwit

Die eerste navorsingsdoelwit was om die invloed van die gebruik van dinamiese rekenaartegnologie op die houdings en oortuigings van voornemende wiskunde-onderwysers met betrekking tot wiskunde en wiskunde-onderwys en -leer te ondersoek.

Uit die kwantitatiewe data-ontleding kan die gevolgtrekking gemaak word dat die voornemende onderwysers se studiehouding, wat hulle houdings en oortuigings teenoor die onderrig en leer van wiskunde (sien 4.4.1.3.1) insluit, sigbaar verswak het. 'n Moontlike verklaring wat vanuit die semi-gestruktureerde onderhoude daarvoor gebied kan word, is dat die afrigting van prosedures waaraan hulle op skool onderwerp is, veroorsaak dat hulle 'n wanpersepsie van hulle werklike wiskundevermoëns en konseptualisering kry. Wanneer hulle egter op universiteit kom en daar van hulle verwag word om meer selfstandig en konseptueel te werk te gaan, word hulle oorweldig deur die werkwyse, die hoeveelheid werk, die handboek en die aard van die probleme waarmee hulle gekonfronteer word. Die werkwyse vereis dat hulle hul bestaande studiegewoontes moet verander of aanpas. In baie gevalle veroorsaak dit egter meer angs en onsekerheid by studente wat ervaar dat hulle nog nie op 'n sekere "vlak" is om bepaalde dinge te kan doen nie. Alhoewel studente positief was oor die gebruik van tegnologie, het dit nie noodwendig hulle houding en oortuigings teenoor die leer van wiskunde positief beïnvloed nie.

Die gevolgtrekking waartoe gekom word uit die triangulasie van die kwantitatiewe en kwalitatiewe resultate, asook die literatuur, is dat studente se houdings en oortuigings nie verbeter deur blootstelling aan 'n tegnologies-verrykte leeromgewing nie.

Tweede navorsingsdoelwit

Die tweede navorsingsdoelwit was om die invloed van 'n dinamiese tegnologies-verrykte leeromgewing op die konseptualisering van die funksiekonsep by voornemende wiskunde-onderwysers te ondersoek.

Die dinamiese tegnologies-verrykte leeromgewing waaraan studente blootgestel is, het nie 'n verbetering in hulle vlakke van konseptualisering rondom die funksiekonsep teweeg gebring nie, behalwe in die reïfikasiekomponent (kyk 5.4.1.2), waar die eksperimentele groep

prakties betekenisvol verbeter het. Dit is interessant, aangesien die reïfikasiekomponent juis een van die moeilikste komponente is om te bemeester (kyk 3.4.5). Dit blyk dus dat die betekenisvolle veranderinge in die hoër vlakke van konseptualisering plaasvind, maar nie noodwendig in die ander komponente nie. Dit stem ooreen met ander navorsingsresultate wat bevind dat tegnologie 'n impak op die reïfikasie van wiskundekonsepte het.

Uit die taakgebaseerde onderhoude het dit geblyk dat die voornemende onderwysers die eerste twee fases van Dreyfus se aanleer van die funksiekonsep, naamlik die gebruik van 'n eksterne voorstelling en die gebruik van meer as een parallelle voorstellingsvorm (kyk 3.5) bemeester het. Hulle ondervind egter probleme om verwantskappe tussen verskillende voorstellingsvorme raak te sien, wat 'n bevestiging lewer vir die feit dat hulle nie 'n verbetering in die interpretasie-, omskakelings- en modelleringskomponente getoon het nie. Die taakgebaseerde onderhoude kon nie bewys lewer dat hulle die reïfikasiekomponent bemeester het nie.

Die taakgebaseerde onderhoude het ook getoon dat formele wiskundenotasie 'n struikelblok vir voornemende onderwysers is. Alhoewel min afleidings gemaak kon word ten opsigte van die affektiewe komponent, het enkele opmerkings na vore gekom waarin voornemende onderwysers se onsekerheid, moedeloosheid en angs manifesteer.

Ontleding van hulle metakognitiewe vaardighede het daarop gedui dat voornemende onderwysers nie in staat is om te voorspel hoe hulle in 'n taak gaan presteer, of om te evalueer hoe hulle, ná voltooiing daarvan, wel in 'n taak presteer het nie. Voornemende onderwysers het ook gesukkel om hulle oplossing te beplan voordat hulle die probleem oplos, of om strategieë wat hulle gebruik het, te beskryf nadat die probleem opgelos is.

Dit wil dus voorkom asof studente nie gereed is om baat te vind by die tegnologies-verrykte leeromgewing nie en dat hulle oor 'n onvermoë beskik om sodanige leeromgewing te benut, aangesien nóg hulle houdings en oortuigings, nóg hulle konseptualisering in die algemeen enige verbetering getoon het.

Derde navorsingsdoelwit

Die derde navorsingsdoelwit was om 'n model vir die effektiewe benutting van 'n dinamiese tegnologies-verrykte leeromgewing in wiskunde-onderwyseropleiding saam te stel.

Alhoewel navorsing bevind het dat studente wat aan 'n tegnologies-verrykte leeromgewing blootgestel is, beter konseptuele begrip en 'n verbetering in hulle houding teenoor wiskunde toon (kyk 2.5.8), blyk uit hierdie studie dat die dinamiese tegnologies-verrykte leeromgewing nie daartoe bygedra het om voornemende onderwysers se houdings en oortuigings en hulle konseptualisering te verbeter nie. Dit wil dus voorkom asof studente nie gereed is om baat te vind by die tegnologies-verrykte leeromgewing nie en dat hulle oor 'n onvermoë beskik om sodanige leeromgewing te benut.

In antwoord op die vraag wat dan gedoen kan word om voornemende onderwysers wel gereed te maak sodat hulle by sodanige leeromgewing baat kan vind, is 'n model vir die effektiewe benutting van 'n dinamiese tegnologies-verrykte leeromgewing (kyk 6.3) voorgestel. Die model behels eerstens dat daar 'n diagnostiese assessering gemaak word van studente se basiese funksiekonsepte, hulle studiegewoontes, houdings ten opsigte van die onderrig en leer van wiskunde en wiskunde-angs. Die tweede komponent behels die aanbevelings wat aan studente gemaak word na aanleiding van die diagnostiese assessering, asook deurlopende ondersteuning wat aan studente gebied word as 'n geïntegreerde deel van die wiskundemodule. Die ondersteuning geskied ten opsigte van:

- kognitiewe vaardighede (kyk 6.3.2.1), wat insluit die funksiekonsep, kommunikasie- en taalvaardighede, die aanleer van effektiewe probleemoplossingstrategieë en effektiewe studiegewoontes. Verder is dit ook belangrik om voornemende onderwysers aan te moedig om verantwoordelikheid vir hulle eie leer te aanvaar sodat hulle selfgerigte leerders kan word;
- metakognitiewe vaardighede (kyk 6.3.2.2): Metakognisie kan bevorder word deur 'n algemene bewustheid van die belangrikheid van metakognisie te bevorder, metakognitiewe kennis en metakognitiewe regulering te verbeter en die skep van leeromgewings wat metakognisie bevorder;
- die skep van 'n bevorderlike tegnologies-verrykte leeromgewing (kyk 6.3.2.3), deurdat klem gelê word op die oordeelkundige gebruik van tegnologie, waarin metakognisie 'n belangrike rol speel en integrasie van die toepaslike gebruik van tegnologie in die kurrikulum sodat betekenisvolle leer sal plaasvind;
- affektiewe faktore, spesifiek die vermindering van wiskunde-angs (kyk 6.3.2.4).

7.4 Beperkings van die studie

Die onderhawige studie is onderneem met 'n relatief klein groep (beskikbare populasie) voornemende onderwysers. Daar moes bepaalde uitkomst binne die module bereik word, wat insluit die vaardigheid om lewenswerklike situasies te modelleer deur gebruik te maak van dinamiese rekenaartegnologie. Die groep voornemende onderwysers (eerstejaar-studente) kon nie in 'n eksperimentele en 'n kontrolegroep verdeel word nie, aangesien die kontrolegroep dan ontnem sou word van blootstelling aan 'n tegnologies-verrykte leeromgewing. Die enigste moontlike vergelykbare groep wat as kontrolegroep gebruik kon word, was 'n groep studente wat wiskunde by die Fakulteit Natuurwetenskappe geneem het. Hierdie studente het egter 'n ander studiefokus (kyk 5.2.1).

Dit is moontlik dat 'n navorser wat 'n soortegelyke studie onderneem, onder ander omstandighede tot ander gevolgtrekkings kan kom. Veralgemening van die resultate van hierdie studie is dus nie moontlik nie, ook vanweë die gedeeltelik kwalitatiewe aard daarvan.

7.5 Aanbevelings

Hierdie studie kan in die toekoms met groter groepe studente herhaal word, waar daar van 'n kontrole- en eksperimentele groep gebruik gemaak kan word wat beide uit voornemende onderwysers bestaan.

Daar word aanbeveel dat hierdie model verfyn en uitgebou word deur onder andere die funksietoets wat as diagnostiese assesseringshulpmiddel dien, te standaardiseer. Verder word aanbeveel dat die model geïmplementeer word en moontlik as 'n vertrekpunt vir verdere navorsing dien.

7.6 Bydrae van hierdie studie

Daar is min bekend aangaande die invloed wat 'n tegnologies-verrykte leeromgewing op die leer van wiskunde by voornemende wiskunde-onderwysers het. Gevolglik kan hierdie studie 'n belangrike bydra lewer om voornemende onderwysers se gereedheid te verhoog sodat hulle baat kan vind by 'n dinamiese tegnologies-verrykte leeromgewing en uiteindelik ook by die tersiêre leeromgewing. Die hoop word uitgespreek dat die implementering van hierdie model daartoe sal bydra dat voornemende onderwysers se houdings en oortuigings teenoor

die leer van wiskunde sal verbeter en dat hulle konseptuele begrip van die funksiekonsep, maar ook van wiskunde in die geheel, sal verbeter. Met die nodige veranderinge en aanpassings kan hierdie model ook met vrug in ander vakgebiede gebruik word.

7.7 Slotwoord

Hierdie studie is geïnspireer deur my passie vir wiskunde-onderwys. Dit is my wens dat voornemende wiskunde-onderwysers daardie selfde passie vir die onderrig van wiskunde sal beleef en sal voortsit, dat hulle 'n positiewe houding ten opsigte van wiskunde teenoor leerders sal openbaar, maar bowenal dat hulle in staat sal wees om die wonder van wiskunde vir die leerders te ontsluit. Dit kan net gebeur as hulle self 'n liefde vir die vak koester en in staat is om leergeleenthede te skep wat tot betekenisvolle leer lei. Hierdie doelwit kan egter slegs bereik word as voornemende onderwysers blootgestel word aan 'n leeromgewing waar daar vanuit 'n realistiese konteks op konseptuele leer gefokus word. Ek vertrou dat voornemende onderwysers by wyse van die implementering van die model bemagtig sal word om baat te vind by 'n tegnologies-verrykte leeromgewing sodat hulle die visie van hervormingsgebaseerde wiskunde-onderwys sal kan uitleef.

Die kern van uitnemende onderrig en leer waarin 'n positiewe houding die deurslag gee, word in die volgende woorde van Ramsden (2003:253) saamgevat:

“There can be no excellent teaching or learning unless teachers and learners delight in what they are doing”