Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie
ISSN: (Online) 2222-4173, (Print) 0254-3486

Faktore wat onderwysers se gebruik van GeoGebra vir Wiskundeonderrig beïnvloed

Authors:
Gerrit H. Stols[1]
Stephan J. Venter[1]
Elizabeth M. Louw[2]

Affiliations:
[1]Department of Science, Mathematics and Technology Education, University of Pretoria, South Africa

[2]Department of Statistics, University of Pretoria, South Africa

Research Project no:
NRF 90389

Corresponding author:
Gerrit Stols,
gerrit.stols@up.ac.za

Dates:
Received: 19 Aug. 2015
Accepted: 03 Feb. 2016
Published: 08 June 2016

How to cite this article:
Stols, G.H., Venter, S.J. & Louw, E.M., 2016, 'Faktore wat onderwysers se gebruik van GeoGebra vir Wiskundeonderrig beïnvloed', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 35(1), a1366. http://dx.doi.org/10.4102/satnt.v35i1.1366

Copyright:
© 2016. The Authors. Licensee: AOSIS. This work is licensed under the Creative Commons Attribution License.

Read online:
Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

Hierdie studie het ondersoek gedoen na faktore wat onderwysers se gebruik van wiskundesagteware (in hierdie geval GeoGebra) vir onderrig en leer beïnvloed. Deelnemers aan die studie is by wyse van doelsteekproeftrekking geselekteer uit 'n groep onderwysers wat sagtewareopleiding ontvang het, toegang tot rekenaars het en met die sagteware vertroud is. Vyf-en-sewentig respondente het die gestruktureerde vraelyste voltooi. Veelvoudige regressie is gebruik om die verhouding tussen die vier konstrukte van die Unified Theory of Acceptance and Use of Technology te ondersoek. Hierdie konstrukte is *prestasieverwagting*, *verwagte inspanning*, *sosiale invloed* en *fasiliterende omstandighede* met betrekking tot onderwysers se voorneme om die wiskundesagteware te gebruik. Die studie het bevind dat die kombinasie van die vier bogenoemde konstrukte 30% van die variansie in respondente se *voorneme* om die sagteware te gebruik verduidelik het. Daar is gevind dat *fasiliterende omstandighede* in die studie nie regstreeks 'n invloed op mense se gebruik, al dan nie, van die sagteware het nie, aangesien almal van hulle toegang tot rekenaars het. Die *sosiale invloed* is die enigste konstruk wat die voorneme om GeoGebra te gebruik direk beïnvloed het. Onderwysers se voorneme om sagteware te gebruik het geblyk die werklike gebruik van sagteware vir onderrig en leer te voorspel.

Factors that influence teachers' use of GeoGebra for instruction. This study investigated factors that influence teachers' use of mathematics software (in this case GeoGebra) for teaching and learning. Participants in the study were purposefully selected from a group of teachers that have received software training, have access to computers, and are familiar with the software. Seventy-five respondents completed the structured questionnaires. Multiple regressions were used to investigate the relationship between the four constructs of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. These constructs are *performance expectancy*, *effort expectancy*, *social influence*, and *facilitating conditions* on teachers' intention to use the mathematics software. This study found that the combination of the four above mentioned constructs explained 30% of the variance in respondents' *intention* to use the software. *Facilitating conditions* were not found to directly influence whether or not people actually used the software because all of them have access to computers. Teachers' *intention* to use GeoGebra was found to predict the *actual* use of GeoGebra for teaching and learning.

Inleiding

Agtergrond

Een van die sleuteltendense waaroor daar in die 2013-verslag van die New Media Consortium gerapporteer is, was dat die rol van die onderwyser voortdurend verander vanweë die steeds groeiende hoeveelheid hulpbronne wat via die internet aan leerders beskikbaar is (Johnson *et al*. 2013). 'n Mens sou kon redeneer dat onderwysers hul onderrigstyl moet herevalueer deur nuwe tegnologiese hulpbronne aan te wend. Ondanks die toenemende beskikbaarheid van tegnologie, gebruik onderwysers dit egter nie optimaal vir onderrig en leer nie. Sime en Priestly (2005) toon in hul navorsing dat:

> although teachers in schools show great interest and motivation to learn about the potential of technology, in practice, use of technology is relatively low and it is focused on a narrow range of applications. (bl. 131)

Die vlak van integrasie van tegnologie deur Wiskundeonderwysers in Suid-Afrika is ook baie laag, soos gerapporteer deur Howie en Blignaut (2009) in die *International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)* se *Second information technology in education study* (*SITES*).

In 'n studie wat deur Fitzallen (2005) onderneem is, het onderwysers daarop aanspraak gemaak dat tegnologiegesteunde onderrig leerders se vaardighede met betrekking tot kritiese denke,

probleemoplossing en ontleding ontwikkel. Volgens die Teacher Training Agency (TTA) in Engeland kan tegnologie bydra tot leerders se Wiskundeleer, aangesien tegnologie hulle met die volgende help: (1) beoefening en versterking van bedrewenheid met syfers; (2) ondersoek, illustrasie en verduideliking van getalpatrone; (3) basiese wiskundige modellering deur die ondersoek van datapatrone; (4) bespreking van patrone wat in syfers, ruimte en vorm kan voorkom; (5) bevordering van rasionele denke en verkryging van kennis uit onmiddellike terugvoer; (6) vorming van skakels binne en tussen wiskunde-areas; (7) skep van gedagtebeelde; en (8) skryf van basiese prosedures (Chrysanthou 2008). 'n Verdere voordeel van die gebruik van wiskundesagteware vir onderrig is die oombliklike terugvoer en visuele aanbiedings van begrippe (Lu 2008). Wiskundesagteware bied visuele en dinamiese uitbeeldings van voorstellings en konneksies tussen simbole, veranderlikes en grafieke (Lu 2008). Leerders is ook sterker gemotiveer om te leer wanneer inligtings- en kommunikasietegnologie (tegnologie) in die klaskamer gebruik word omdat dit met hul belangstellings en lewenswyse verband hou (Birch 2009).

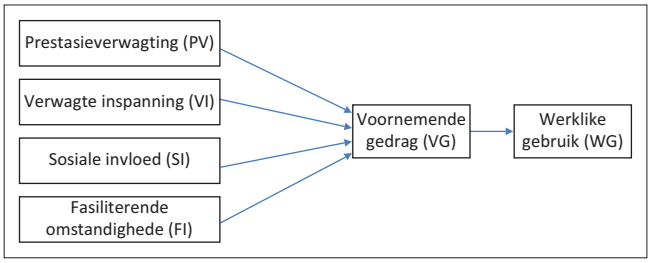
In die lig van bogenoemde, behoort nuwe maniere verken te word om wiskunde meer toeganklik vir 'n groter aantal leerders te maak, en dit sluit die gebruik van tegnologie in. Verskeie studies (Fitzallen 2005; Hennessy, Ruthven & Brindley 2005; Howie 2010; Howie & Blignaut 2009; Keong, Horani & Daniel 2005; Mofokeng & Mji 2010; Varughese 2011; Williams *et al*. 2000) rapporteer egter oor lae vlakke van tegnologie-integrasie in onderrig en leer, vanweë verskillende faktore. Die oogmerk van hierdie studie is om faktore te verken wat wiskundeonderwysers se gebruik van dinamiese sagteware beïnvloed.

Literatuurstudie en teoretiese raamwerk

Die literatuur is bestudeer om die hooffaktore te vind wat die gebruik van tegnologie in die algemeen, sowel as in die onderwys, en meer spesifiek in Wiskundeonderwys, beïnvloed. Ming *et al*. (2010) het die uitdagings ondersoek wat onderwysers in die gesig staar deur middel van 'n aanlynprojek genaamd Continuing Professional Development for Teachers (e-CPDelT). In hierdie studie het hulle Brinkerhoff se raamwerk oor tegnologiegebruik aangewend om faktore te identifiseer wat die deelnemers se aanvaarding van die projek beïnvloed. Ming *et al*. (2010) het gevind dat gebrekkige hulpbronne, sowel as 'n gebrek aan tyd die deelnemers se aanvaarding van tegnologie belemmer het. Tyd was 'n faktor, aangesien onderwysers reeds 'n groot werkslading vir die onderrig van vakinhoud moet hanteer, benewens hul administratiewe werk en betrokkenheid by buitemuurse aktiwiteite. Ontoereikende ondersteuning deur hul skole, asook onderwysers se vrese en houdings het verder hul aanvaarding van tegnologie beïnvloed. In 'n ander studie het Raman *et al*. (2014) die Unified Theory of Acceptance and Use of Technology-model (UTAUT) gebruik om die aanvaarding van slimborde deur onderwysers te verken, en gevind dat slegs prestasieverwagting en fasiliterende omstandighede 'n beduidende invloed gehad het op onderwysers se voornemende gedrag om slimborde te gebruik. Hul studie het bevind dat verwagte inspanning en sosiale invloed nie 'n beduidende rol gespeel het in onderwysers se voorneme om slimborde te gebruik nie. Hew en Brush (2007) het die struikelblokke wat hulle uit 48 empiries noukeurig ondersoekte studies geïdentifiseer het, saamgegroepeer – naamlik (1) hulpbronne; (2) opvoeders se kennis en vaardighede; (3) instansies; (4) houdings en oortuigings van opvoeders; (5) assessering en (6) vakkultuur. Hulle het bevind dat onderskeidelik 40%, 23%, 14% en 13% van die studies wat ontleed is, getoon het dat die eerste vier struikelblokke (a–d) vir die inlywing van tegnologie vir onderrig en leer, die opvallendste is en 'n regstreekse uitwerking op die integrasie van tegnologie vir onderrig en leer het.

Daar bestaan verskillende teoretiese modelle wat menslike gedrag verduidelik. Die Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) bou voort op die bestaande teoretiese modelle, maar is spesifiek verfyn om die aanvaarding en gebruik van tegnologie te verduidelik (Figure 1). Die UTAUT is in hierdie studie as 'n teoretiese raamwerk gebruik, aangesien dit aansienlik beter as ander modelle gevaar het om menslike gedrag in die konteks van tegnologiegebruik te verduidelik. Venkatesh *et al*. (2003) het agt van die vernaamste modelle hersien om menslike gedrag en geïnkorporeerde komponente van hierdie modelle in die UTAUT te verduidelik. Empiriese vergelykings van agt modelle is deur Venkatesh *et al*. (2003:426) getref deur 'n '*within-subjects, longitudinal validation and comparison of the eight models using data from four organizations*' te onderneem. Die vier hoofkonstrukte van die UTAUT-model, naamlik *prestasieverwagting*, *verwagte inspanning*, *sosiale invloed* en *fasiliterende omstandighede* word gesien as faktore wat 'n regstreekse invloed het op mense se aanvaarding en gebruik van tegnologie, al dan nie. Hierdie vier konstrukte van die UTAUT-model stem ook goed ooreen met die ses kategorieë struikelblokke wat tegnologie-integrasie verhinder, soos geïdentifiseer deur Hew en Brush (2007).

Venkatesh *et al*. (2003) definieer *prestasieverwagting* as die mate waarin persone glo dat die gebruik van tegnologie hulle sal help om hul werkprestasie te verbeter. In terme van hierdie studie is prestasieverwagting die mate waarin Wiskundeonderwysers glo dat die gebruik van GeoGebra hulle sal help om hul onderrig en leer van Wiskunde in die



Bron: Venkatesh, V., Morris, M.G., Gordon, B., Davis, G.B. & Davis, F.D., 2003, 'User acceptance of information technology: Toward a unified view', *MIS Quarterly* 27(3), 425–478

FIGUUR 1: Verenigde teorie van aanvaarding en gebruik van tegnologie (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* [*UTAUT*]).

klaskamer te verbeter en dit kan dus hul voorneme beïnvloed om GeoGebra vir onderrig en leer te gebruik. Verder is onderwysers se prestasieverwagting ook vir spesifieke wiskundige onderwerpe gemeet om 'n beter begrip te kry van die wiskundige onderwerpe waarmee GeoGebra hulle in hul onderrig sou kon help. In hul studie het Venkatesh *et al*. (2003) gevind dat die prestasiekonstruk die sterkste voorspeller van voorneme is, beide in doelbewuste en verpligte situasies.

Verwagte inspanning gaan oor die waargenome gemak waarmee 'n persoon tegnologie gebruik (Venkatesh *et al*. 2003). In hierdie studie is verwagte inspanning dus die waargenome gemak waarmee Wiskundeonderwysers GeoGebra aanwend vir die onderrig en leer van Wiskunde in die klaskamer, wat moontlik 'n effek kan hê op hul voorneme om GeoGebra in onderrig en leer te gebruik. Konstrukte van ander modelle wat met verwagte inspanning verband hou, is waargenome kompleksiteit en gebruiksgemak. Venkatesh *et al*. (2003) het beduidende ooreenkomste gevind tussen die verwagte inspanningkonstrukte in doelbewuste en verpligte situasies, maar met uitgebreide en voortgesette gebruik van tegnologie raak verwagte inspanning minder beduidend.

Sosiale invloed is persone se siening oor wat die mense wat vir hulle belangrik is, oor hul gebruik van tegnologie dink (Venkatesh *et al*. 2003). Sosiale invloed in hierdie studie verwys dus na Wiskundeonderwysers se opinie oor wat mense wat vir hulle belangrik is (naamlik die skoolhoof, departementshoof of vakhoof, kollegas en die skoolbeheerliggaam) dink oor hul gebruik van GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde in die klaskamer, en dit kan gevolglik 'n impak hê op hul voorneme om GeoGebra vir onderrig en leer te gebruik. Die drie verwante konstrukte van ander teoretiese modelle is subjektiewe norm, sosiale faktore en samelewingstatus of -beeld. In hul vergelyking van verskillende modelle het Venkatesh *et al*. (2003) gevind dat sosiale invloed nie by die doelgerigte gebruik van tegnologie ter sake is nie, maar dat dit beduidend is wanneer die gebruik van tegnologie verpligtend is. Dit raak egter uiteindelik irrelevant by die voortgesette gebruik van tegnologie.

Fasiliterende omstandighede verwys na die vlak van 'n persoon se persepsie dat organisatoriese en tegniese infrastruktuur bestaan om die gebruik van tegnologie te ondersteun (Venkatesh *et al*. 2003). In hierdie studie behels fasiliterende omstandighede die vlak van Wiskundeonderwysers se persepsie dat organisatoriese en tegniese infrastruktuur (soos hulpbronne, kennis of vaardighede en tegniese steun ten opsigte van GeoGebra) bestaan om die gebruik van GeoGebra vir die leer en onderrig van Wiskunde in die klaskamer te vergemaklik en dat dit die werklike gebruik van GeoGebra vir onderrig en leer kan beïnvloed. Venkatesh *et al*. (2003) het bevind dat fasiliterende omstandighede nie 'n aansienlike invloed op voornemende gedrag in die UTAUT-model uitoefen nie, aangesien hierdie resultaat deur verwagte inspanning in aanmerking geneem word.

Volgens die UTAUT beïnvloed die drie konstrukte (*prestasieverwagting*, *verwagte inspanning* en *sosiale invloed*) die voornemende gedrag om tegnologie te gebruik. In hierdie studie word daar na voornemende gedrag verwys as die Wiskundeonderwyser se voorneme om GeoGebra vir onderrig en leer te gebruik. Met behulp van die vraelys is onderwysers se voorneme gemeet om GeoGebra te gebruik binne ses maande nadat die vraelys voltooi is. Venkatesh *et al*. (2003) het ook geantisipeer dat *voornemende gedrag* die (werklike) gebruik van tegnologie sal voorspel. In die huidige studie is die werklike gebruik van tegnologie gedefinieer as Wiskundeonderwysers se werklike gebruik van GeoGebra vir onderrig en leer.

Navorsingsvraag en hipoteses

Vir doeleindes van hierdie studie sal dinamiese wiskundesagteware beperk wees tot GeoGebra, spesifiek vir onderrig en leer, aangesien die populasie wat bestudeer word, GeoGebra-opleiding ontvang het. 'n Ander rede waarom GeoGebra by hierdie studie betrek is, is omdat dit die mees algemeen gebruikte oopbron- en dinamiese sagteware is wat oral in die wêreld vir wiskunde gebruik word. Dit was in 2011 alreeds in 50 tale vertaal en word in 62 lande gebruik (Bu & Schoen 2011).

Die volgende navorsingsvraag sal ondersoek word: Watter faktore beïnvloed Wiskundeonderwysers se gebruik van GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde?

In hierdie studie is die UTAUT-model aangepas om drie hipoteses te toets. Die eerste hipotese handel oor toetsing of onderwysers se *prestasieverwagting*, *verwagte inspanning* en *sosiale invloed* 'n invloed gaan hê op hul voorneme om GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde te gebruik:

- H_0: Daar bestaan geen verband tussen onderwysers se voorneme om GeoGebra te gebruik en hul *prestasieverwagting*, *verwagte inspanning* en *sosiale invloed* nie.
- H_1: Daar is 'n verband tussen onderwysers se voorneme om GeoGebra te gebruik en hul *prestasieverwagting*, *verwagte inspanning* en *sosiale invloed*.

Die tweede hipotese wil vasstel of *fasiliterende omstandighede* onderwysers se *werklike gebruik* van GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde sal beïnvloed of nie:

- H_0: Die populasiegemiddeld van fasiliterende omstandighede (FO) is dieselfde.
- H_1: Die populasiegemiddeld van fasiliterende omstandighede (FO) verskil.

Die derde hipotese wil vasstel of onderwysers se *voorneme* om GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde te gebruik, hul werklike gebruik van GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde sal beïnvloed:

- H_0: Die populasiegemiddeld van voornemende gedrag (VG) vir onderwysers se voorneme om GeoGebra te gebruik is dieselfde.

- $H_{0:}$ Die populasiegemiddeld van voornemende gedrag (VG) vir onderwysers se voorneme om GeoGebra te gebruik verskil.

Navorsingsontwerp en -metodes

In hierdie kwantitatiewe studie is veelvoudige regressie en korrelasie aangewend om hipotese 1 te toets, wat bepaal of onderwysers se *prestasieverwagting*, *verwagte inspanning* en *sosiale invloed* 'n uitwerking sal hê op hul voorneme om GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde te gebruik. Korrelasiekoëffisiënte is benut om te bepaal of daar korrelasies bestaan tussen hierdie drie UTAUT-konstrukte en onderwysers se voorneme om GeoGebra te gebruik, en indien wel, om vas te stel hoe beduidend hierdie korrelasies is – tussen elke item in die opname, sowel as elke UTAUT-konstruk in onderwysers se voorneme om GeoGebra te gebruik; 'n *t*-toets is gebruik vir hipotese 2 (of fasiliterende omstandighede onderwysers se werklike gebruik van GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde sal beïnvloed of nie), asook hipotese 3 (of onderwysers se voorneme om GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde aan te wend, hul werklike gebruik van GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde sal beïnvloed of nie).

Steekproef en deelnemerprofiel

Die steekproef het bestaan uit Wiskundeonderwysers van verskillende Afrikaanse laer- en hoërskole in Suid-Afrika. Altesaam 75 respondente het die vraelyste voltooi (hetsy aanlyn via die e-opname of die hardekopieweergawe van dieselfde vraelys). Die ouderdomsomvang van die deelnemers aan die studie was tussen 18 en 69 jaar oud, met een persoon wat ouer as 69 jaar was. Die grootste groep onderwysers was tussen 40 en 49 jaar oud (34 of 67%) en die meerderheid was jonger as 49 jaar (44 van die 75 respondente of 58.67%). Slegs 18 (24%) van die respondente was manlik en die res (57 of 76%) was vroulik.

Data-insamelingstrategieë en -instrumente

'n Gestruktureerde vraelys met geslote vrae is gebruik. Die vraelys is onderverdeel in afdeling A (gemoeid met deelnemers se demografiese inligting); afdeling B (gerig op die verkryging van agtergrondinligting oor deelnemers se gebruik van GeoGebra) en afdeling C (gemoeid met die meting van UTAUT-konstrukte). Afdeling C van die vraelys het bestaan uit vrae wat in kategorieë volgens die vier konstrukte (prestasieverwagting, verwagte inspanning, sosiale invloed en fasiliterende omstandighede) van die UTAUT-model georganiseer is. Laastens is voornemende gedrag ook in afdeling C gemeet, aangesien die hipotese gestel is dat voornemende gedrag 'n beduidende positiewe invloed op Wiskundeonderwysers se werklike gebruik van GeoGebra vir onderrig en leer sou hê. Vrae wat in afdeling B gevra is, het gehandel oor die werklike gebruik van GeoGebra.

Cronbach se alpha-koëffisiënt is gebruik om die betroubaarheid van die vraelys te bepaal deur die interne konsekwentheid van die items vir al vier UTAUT-konstrukte te evalueer. In hierdie studie het die meerderheid items (13) die *prestasieverwagting*-konstruk (PV) gemeet, terwyl slegs 8, 4, 4 en 3 items onderskeidelik gebruik is om die konstrukte *verwagte inspanning* (VI), *sosiale invloed* (SI), *fasiliterende omstandighede* (FO) en *voornemende gedrag* (VG) te meet. PV (13 items) het 'n alpha van 0.91 gehad. VI (8 items) het 'n Cronbach Alpha van 0.95 gehad. Die Cronbach Alpha vir SI (4 items) was 0.92. FO (4 items) het 'n Cronbach Alpha van 0.79 gehad. Die Cronbach Alpha vir VG (3 items) was 0.88. Indien individuele items verwyder is, sou die Cronbach Alpha-koëffisiënt in twee gevalle daal (tot 0.78 of 0.79), maar dit sou weer vermeerder tot 0.92 indien die finale item verwyder word. Die veranderings in die Cronbach Alpha-tellings was onbeduidend wanneer individuele items vir PV, VI, SI en FO verwyder is, wat geïmpliseer het dat alle items vir al hierdie konstrukte behou moes word, buiten vir VG. Wat VG betref, is sy derde (laaste) item met die oog op inferensiële statistiese ontleding verwyder. Aangesien 'n Cronbach Alpha tussen 0.7 en 0.95 as aanvaarbaar gerapporteer word, was alle items wat die UTAUT-konstrukte meet, intern konsekwent en betroubaar.

Resultate

Hipotese 1 is gebruik om te toets of onderwysers se prestasieverwagting, verwagte inspanning, en sosiale invloed 'n uitwerking sal hê op hul voorneme om GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde te gebruik. Die hipotese is gestel dat daar geen verband tussen onderwysers se voorneme om GeoGebra te gebruik en hul prestasieverwagting, verwagte inspanning en sosiale invloed is nie, met die alternatiewe hipotese dat so 'n verband wel bestaan. Tabel 1 toon die korrelasies tussen die onafhanklike veranderlikes ($PV_{gemiddeld}$, $VI_{gemiddeld}$ en $SI_{gemiddeld}$) en die afhanklike veranderlike ($VG_{gemiddeld}$), sowel as die gemiddeld en die standaardafwyking van elke veranderlike.

Meervoudige regressie is ingespan om vas te stel of die UTAUT-konstrukte (PV, VI en SI) beduidende voorspellers is van die respondente se voorneme (VG) om GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde te gebruik. SAS se regressieprosedure is vir die ontleding aangewend. Die resultate word in Tabel 2 getoon. Die beduidendheidspeil

TABEL 1: Korrelasies tussen onafhanklike ($PV_{gemiddeld}$, $VI_{gemiddeld}$ en $SI_{gemiddeld}$) en afhanklike ($VG_{gemiddeld}$) veranderlikes.

Veranderlikes	Gemiddelde	Standaard Afw	$PV_{gemiddeld}$	$VI_{gemiddeld}$	$SI_{gemiddeld}$	$VG_{gemiddeld}$
$PV_{gemiddeld}$	6.23	0.68	-	0.77**	0.34**	0.35**
$VI_{gemiddeld}$	5.66	1.05	-	-	0.28*	0.28*
$SI_{gemiddeld}$	5.00	1.43	-	-	-	0.55**
$VG_{gemiddeld}$	5.88	1.43	-	-	-	-

$PV_{gemiddeld}$, gemiddelde prestasieverwagting; $VI_{gemiddeld}$, gemiddelde verwagte inspanning; $SI_{gemiddeld}$, gemiddelde sosiale invloed; $VG_{gemiddelde}$, voornemende gedrag.
*, Korrelasie is beduidend op die 0.05-vlak (2-rigting); **, korrelasie is beduidend op die 0.01-vlak (2-rigting).

TABEL 2a: Meervoudige regressie (hipotese 1): Ontleding van variansie.

Bron	GV	Som van kwadrate	Gemiddeld kwadraat	*F*-waarde	Pr > *F*
Model	3	31.0276	10.3425	9.05	< 0.0001
Fout	63	71.9724	1.14242	-	-
Gekorrigeerde totaal	66	103	-	-	-
Wortel van gemiddelde kwadraatafwykings	1.06884	*R*-kwadraat	0.3012	-	-
Afhanklike gemiddeld	6	Aangepaste *R*-kwadraat	0.268	-	-
Variasiekoëffisiënt	17.814	-	-	-	-

TABEL 2b: Meervoudige regressie (hipotese 1): Raming van parameters.

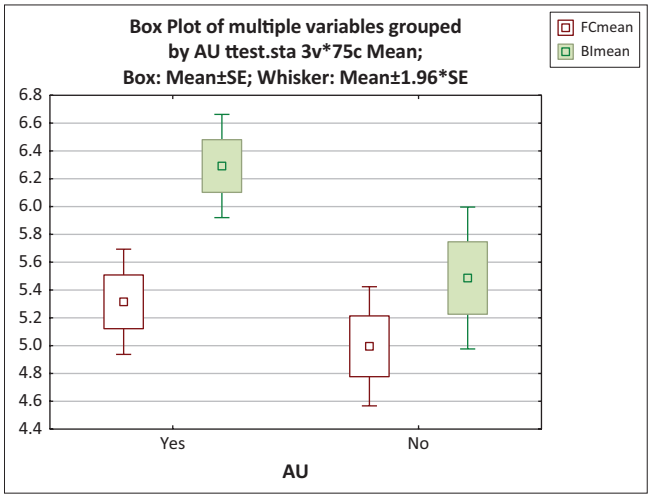
Veranderlike	DF	Parameter	Standaardfout	*t*-waarde	Waarskynlikheid > *t*	Parsiële *R*-kwadraat per veranderlike
Afsnit	1	1.00872	1.25533	0.8	0.4247	-
$PV_{gemiddeld}$	1	0.43061	0.30526	1.41	0.1633	0.0816
$VI_{gemiddeld}$	1	0.1158	0.19428	0.6	0.5533	0.0039
$SI_{gemiddeld}$	1	0.32967	0.10737	3.07	0.0032	0.2157

$PV_{gemiddeld}$, gemiddelde prestasieverwagting; $VI_{gemiddeld}$, gemiddelde verwagte inspanning; $SI_{gemiddeld}$, gemiddelde sosiale invloed.

van α = 0.05 is gekies. Die *p*-waarde van *F*-toets ($p < 0.0001$) vergeleke met die beduidendheidsvlak van 0.05 dui daarop dat H_0 ten gunste van H_1 vir hipotese 1 verwerp is. Hipotese 1 is dus beduidend. 'n R^2 van 0.3 is verkry, wat aandui dat 30% van die variansie in respondente se voorneme om GeoGebra te gebruik deur die kombinasie van die drie onafhanklike veranderlikes (d.w.s. PV, VI en SI) verduidelik kan word. Die *p*-waardes van die beduidendheid per faktor het aangedui dat slegs SI ($p = 0.0032$) op sigself beduidend was met betrekking tot die voorspelling van 'n gebruiker se voorneme om GeoGebra te gebruik. Andersyds was PV ($p = 0.16$) en VI ($p = 0.55$) op sigself nie beduidend in die voorspelling van 'n gebruiker se voorneme om GeoGebra te gebruik nie. Die eenvoudigste regressievergelyking om VG te voorspel is: BI = 1.00872 + 0.33 (SI). As die parsiële R^2-waardes volgens veranderlike egter beskou word, kan gesien word dat slegs SI 'n R^2 van 0.22 het, wat kleiner is as die R^2 van 0.3 wanneer al drie onafhanklike veranderlikes ingesluit word. 'n Gebruiker se voorneme om GeoGebra op die proef te stel kan dus beter deur die volgende regressievergelyking voorspel word: VG = 1.00872 + 0.43 (PV) + 0.12 (VI) + 0.33 (SI).

Hipotese 2 is toegepas om te toets of fasiliterende omstandighede onderwysers se werklike gebruik van GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde sal beïnvloed of nie. Die hipotese is gestel dat die bevolkingsgemiddeld van fasiliterende omstandighede (FO se gemiddeld vir beide kategorieë) dieselfde is, met die alternatiewe hipotese dat hulle verskil. Die resultate van die *t*-toets word in Tabel 3 aangebied.

Die afhanklike veranderlike (WG – werklike gebruik) is kategories met $n = 37$ vir beide die 'ja'- en 'nee'-kategorieë. Die gemiddeld vir die 'ja'-kategorie is 5.32 en vir die 'nee'-kategorie is 5.0 (sien Tabel 3 en vergelyk dit met Figure 2). 'n Beduidendheidsvlak van α = 0.05 is gebruik. Die *p*-waarde van die *t*-toets is 0.28. H_0 kan gevolglik nie verwerp word nie. Dit beteken dat daar geen statistiese verskil is tussen die FO-bevolkingsgemiddeld vir die 'ja'- en 'nee'-kategorieë van werklike gebruik nie. Gevolglik is hipotese 2 nie beduidend nie, en fasiliterende omstandighede voorspel nie noodwendig die werklike gebruik van GeoGebra vir onderrig en leer in hierdie studie nie.



FIGUUR 2: Houerstippings ('*box plots*') van $FO_{gemiddeld}$ (hipotese 2) en $VG_{gemiddeld}$ (hipotese 3) gegroepeer volgens werklike gebruik.

Hipotese 3 is gebruik om te toets of onderwysers se voorneme om GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde te gebruik, onderwysers se werklike gebruik van GeoGebra vir die onderrig en leer van Wiskunde sal beïnvloed of nie. Die hipotese is gestel dat die bevolkingsgemiddeld vir onderwysers se voorneme om GeoGebra te gebruik (VG se gemiddeld vir beide kategorieë) dieselfde is, met die alternatiewe hipotese dat hulle verskil.

Die afhanklike veranderlike (WG – werklike gebruik) is kategories met $n = 36$ vir die 'ja'-kategorie en $n = 37$ vir die 'nee'-kategorie. Die 'ja'-kategorie se gemiddeld is 6.29 en die 'nee'-kategorie 5.49 (sien Tabel 4 en vergelyk dit met Figure 2 in die vorige gedeelte). 'n Beduidendheidsvlak van α = 0.05 is gebruik. Die *p*-waarde van die *t* ($p = 0.015$) vergeleke met die beduidendheidsvlak van 0.05 dui daarop dat H_0 hipotese 3 ten gunste van H_1 verwerp het. Dit impliseer dat daar beslis 'n statistiese verskil is tussen die VG se bevolkingsgemiddeld vir die 'ja'- en 'nee'-kategorieë van werklike gebruik. Hipotese 3 is dus beduidend, en daar kan met 'n 98.5% vlak van vertroue ($p = 0.015$) gesê word dat onderwysers se voorneme om GeoGebra te gebruik inderdaad die werklike gebruik van GeoGebra vir onderrig en leer voorspel.

TABEL 3: Groepering Werklike Gebruik met veranderlike $FO_{gemiddeld}$.

Veranderlike	*t*-toetse: Groepering WG (Groep 1: Ja; Groep 2: Nee)						
	Gemiddeld Ja	Gemiddeld Nee	*t*-waarde	*df*	*p*	Geldige *N* Ja	Geldige *N* Nee
$FO_{gemiddeld}$	5.315315	4.995495	1.096553	72	0.276491	37	37

$FO_{gemiddeld}$, gemiddeld van fasiliterende omstandighede.

TABEL 4: Groepering Werklike Gebruik met veranderlike $VG_{gemiddeld}$.

Veranderlike	*t*-toetse: Groepering WG (Groep 1: Ja; Groep 2: Nee)						
	Gemiddeld Ja	Gemiddeld Nee	*t*-waarde	*df*	*p*	Geldige *N* Ja	Geldige *N* Nee
$VG_{gemiddeld}$	6.291667	5.486486	2.490315	71	0.015105	36	37

$Vg_{gemiddeld}$, gemiddelde voornemende gedrag (om GeoGebra te gebruik).

Bespreking

Die doel van die navorsing was om die faktore te verken wat 'n invloed het op wiskundeonderwysers se gebruik in hul klaskamers van dinamiese sagteware (in hierdie geval GeoGebra) vir die onderrig en leer van wiskunde. Pearson se produk-moment-korrelasie is gebruik om die verband te bepaal tussen onderskeidelik respondente se (1) prestasieverwagting en hul voorneme om GeoGebra te gebruik, (2) verwagte inspanning en hul voorneme om GeoGebra te gebruik en (3) sosiale invloed en hul voorneme om GeoGebra te gebruik. Prestasieverwagting het 'n 0.35 korrelasie (op die 0.05-vlak van beduidenheid) getoon met respondente se voornemende gedrag om GeoGebra te gebruik. Die korrelasie tussen verwagte inspanning en voornemende gedrag het 'n waarde van 0.28 (op die 1%-vlak van beduidendheid) getoon. Sosiale invloed het 'n korrelasie van 0.55 (op die 0.05-vlak van beduidendheid) met respondente se voornemende gedrag getoon. Sosiale invloed was die enigste konstruk wat 'n sterk verband gehad het met respondente se voorneme om GeoGebra te gebruik. Sommige faktore in die literatuur wat geblyk het die integrasie van tegnologie te dikteer, was die beskikbaarheid van hulpbronne, institusionele en administratiewe hindernisse, opleiding en ervaring, onderwysers se angstighede en houdings, prestasieverwagting en fasiliterende omstandighede (met inbegrip van hulpbronne, ondersteuning en kennis) (Ming *et al*. 2010; Raman *et al*. 2014; Wachira & Keengwe 2011).

Meervoudige regressie is gebruik om vas te stel of die UTAUT-konstrukte (prestasieverwagting, verwagte inspanning en sosiale invloed) beduidende voorspellers was van die respondente se voorneme om GeoGebra vir die onderrig en leer van wiskunde te gebruik. Venkatesh *et al*. (2003) het gevind dat prestasieverwagting, verwagte inspanning en sosiale verwagting 'n regstreekse invloed het op mense se voorneme om tegnologie te gebruik of nie. In hierdie studie is bevind dat die kombinasie van prestasieverwagting, verwagte inspanning en sosiale invloed 30% van die variansie verduidelik in respondente se voorneme om GeoGebra te gebruik ($R^2 = 0.3$). Anders as in die geval van Venkatesh *et al.* (2003), het hierdie studie egter gevind dat slegs sosiale invloed op sigself beduidend was om 'n respondent se voorneme te voorspel om GeoGebra te gebruik, terwyl prestasieverwagting en verwagte inspanning nie beduidende voorspellers was van respondente se voorneme om GeoGebra te gebruik nie. Raman *et al*. (2014) het gevind dat slegs prestasieverwagting en fasiliterende omstandighede 'n beduidende rol speel in onderwysers se voorneme om slimborde te gebruik, maar dat verwagte inspanning en sosiale invloed nie enige beduidende rol gespeel het nie. 'n Verband van medium sterkte het egter bestaan tussen die respondente se *voorneme* om GeoGebra te gebruik en hul prestasieverwagting en verwagte inspanning onderskeidelik. Respondente was in die reël baie positief oor die gebruik van GeoGebra vir die bevordering van onderrig en leer (*prestasieverwagting),* sowel as oor die gebruiksgemak van GeoGebra (*verwagte inspanning).* Dit is dus interessant dat hoë vlakke van prestasieverwagting en verwagte inspanning nie respondente se *doelbewuste* gebruik van GeoGebra voorspel het nie. 'n Moontlike verduideliking vir die feit dat prestasieverwagting en verwagte inspanning nie beduidende voorspellers was van respondente se voorneme om self GeoGebra te gebruik nie, is dat dit nie so 'n hoë motiverende waarde soos sosiale invloed het nie. Dit het geblyk dat kommer oor wat hul kollegas en meerderes (departementshoofde en skoolhoofde) dink, baie meer gewig ten opsigte van respondente se *doelbewuste* aanwending van GeoGebra gedra het. Hierdie feit kon geverifieer word deur die bevindings van Voigt en Matthee (2012) dat, ten opsigte van *sosiale invloed*, beide die onderwyser en leerders gevoel het dat hul sosiale status onder hul onderskeie portuurgroepe verhoog het, aangesien hulle weet hoe om die MobiPads te gebruik.

Die *t*-toets is gebruik om te verifieer of *fasiliterende omstandighede* onderwysers se *werklike* gebruik van GeoGebra vir die onderrig en leer van wiskunde sou beïnvloed of nie. Venkatesh *et al*. (2003) het gevind dat fasiliterende omstandighede 'n regstreekse invloed het op of mense tegnologie werklik gebruik, al dan nie. Omgekeerd het hierdie studie nie 'n verskil gevind tussen die gemiddelde waardes vir die 'ja'-kategorie (5.32) en die 'nee'-kategorie (5.0) van respondente se *werklike* gebruik van GeoGebra nie. Die *p*-waarde van die *t*-toets was 0.28, wat beteken het dat die nulhipotese nie verwerp kon word nie, en dat fasiliterende omstandighede dus nie die werklike gebruik van GeoGebra vir onderrig en leer in hierdie studie kon voorspel het nie. Ming *et al*. (2010) het gevind dat hulpbronne (d.i. fasiliterende omstandighede) 'n hindernis was vir die studiedeelnemers se aanvaarding van tegnologie, aangesien instrumente soos die ViP wat in die e-CPDelT-projek gebruik is, nie gebruikersvriendelik was nie. In hul studie het Wachira en Keengwe (2011) gevind dat die

volgende faktore die hoofhindernisse was ten opsigte van wiskundeonderwysers se gebruik van tegnologie: (1) die onbeskikbaarheid en onbetroubaarheid van tegnologie; (2) die gebrek aan tegnologiese ondersteuning en leierskap; (3) die vrees vir tegnologie en gebrek aan vertroue in die aanwending van tegnologie; en (4) 'n gebrek aan kennis van tegnologie. Eersgenoemde twee, asook die laasgenoemde faktore hierbo, hou verband met fasiliterende omstandighede. Anders as in geval van die twee studies hierbo, het onderwysers in die geval van my studie gewoonlik GeoGebra tot hul beskikking gehad (beskikbare hulpbronne) en het hulle gewoonlik nie 'n gebrek aan ondersteuning of kennis gehad nie. Dit impliseer dat selfs indien hulpbronne en tegniese steun beskikbaar sou wees en onderwysers oor die kennis sou beskik het om GeoGebra te gebruik, dit nie beteken dat hulle dit in der waarheid sou gebruik nie. Ander faktore kan ook hul werklike gebruik van GeoGebra beïnvloed. Byvoorbeeld, skole het dalk 'n aansienlike bedrag geld aan die jongste tegnologie bestee, maar indien onderwysers nie gemotiveerd is om dit te gebruik nie, sal die sagteware 'n wit olifant word.

Soos in die geval met hipotese 2, is die *t*-toets ook gebruik om hipotese 3 te toets, naamlik of onderwysers se voorneme om GeoGebra vir die onderrig en leer van wiskunde te gebruik, hul werklike gebruik van GeoGebra vir die onderrig en leer van wiskunde sal beïnvloed. Volgens Venkatesh *et al*. (2003) het mense se voornemende gedrag 'n regstreekse invloed op hul werklike gebruik van tegnologie gehad. Hierdie resultaat is deur die huidige studie bevestig. Die gemiddelde waardes vir die 'ja'-kategorie (6.29) en die 'nee'-kategorie (5.49) van respondente se werklike gebruik van GeoGebra het betekenisvol op die vlak van 0.05 – met 'n *p*-waarde van 0.015 – verskil. Die nulhipotese is dus ten gunste van die alternatiewe hipotese verwerp, wat impliseer dat daar inderdaad 'n statistiese verskil was tussen die respondente se voorneme om GeoGebra te gebruik sover dit die 'ja'- en 'nee'-kategorieë van werklike gebruik betref. Daar kan met 'n 98.5% vlak van vertroue (p = 0.015) gestel word dat onderwysers se voorneme om GeoGebra te gebruik, inderdaad hul werklike gebruik van GeoGebra vir onderrig en leer voorspel, wat hierdie spesifieke bevinding deur Venkatesh *et al*. (2003) bevestig.

Implikasies van die studie

Die bevindings van hierdie studie het belangrike implikasies vir die benutting van dinamiese meetkundesagteware vir die onderrig en leer van wiskunde. Daar is bevind dat onderwysers se *voorneme* om GeoGebra vir onderrig en leer te gebruik, hul werklike gebruik van GeoGebra kan voorspel. Aangesien doelbewuste gebruik 'n direkte bepaler van werklike gebruik is, is dit die moeite werd om die direkte bepalers van doelbewuste gebruik te ondersoek. In die geheel het drie UTAUT-konstrukte (*prestasieverwagting*, *verwagte inspanning* en *sosiale invloed*) geblyk beduidende voorspellers te wees van die respondente se voorneme om GeoGebra vir die onderrig en leer van wiskunde te gebruik. Individueel, egter, was slegs die konstruk *sosiale invloed* beduidend daartoe in staat om 'n respondent se voorneme om GeoGebra te gebruik te voorspel, wat op sy beurt werklike gebruik regstreeks bepaal. Sosiale konstrukitems in die vraelys het verband gehou met wat respondente gedink het hul departementshoofde, vakhoofde, skoolhoofde, skoolbeheerliggame en kollegas se opinies was oor die aanwending van GeoGebra vir die onderrig van wiskunde. As sodanig behoort organisasies en instellings, wat die integrasie van GeoGebra vir die onderrig en leer van wiskunde ondersteun, deur die aanbied van inligtingsessies te fokus op hierdie vroeër genoemde groepe mense wat onderwysers beïnvloed om GeoGebra te gebruik. Vakhoofde, skoolhoofde en skoolbeheerliggame moet bewus gemaak word van die vermoëns van GeoGebra sowel as die impak daarvan op die bevordering van Wiskundeonderwys, en departementshoofde moet opgelei word in die gebruik van GeoGebra sodat hulle die wiskundeonderwysers kan beïnvloed om GeoGebra te gebruik.

Daar is gevind dat fasiliterende omstandighede in hierdie studie nie die werklike gebruik van GeoGebra vir onderrig en leer voorspel nie. Dit impliseer dat selfs indien hulpbronne en tegniese ondersteuning beskikbaar is en onderwysers die kennis het om GeoGebra te gebruik, dit nie noodwendig beteken dat hulle die sagteware werklik sal gebruik nie. Dit sal dus nie vir skole die moeite werd wees om groot somme geld te spandeer op die nuutste tegnologie (soos rekenaars en dataprojektors) wat vir die gebruik van GeoGebra nodig is, indien die onderwysers nie die nodige motivering het om dit te gebruik nie. Daar moet maniere gevind word om wiskundeonderwysers te motiveer om tegnologie met GeoGebra te gebruik vir die onderrig en leer van wiskunde – miskien deur eers hul meerderes gemotiveer te kry!

Gevolgtrekking

Daar is gevind dat die kombinasie van *prestasieverwagting*, *verwagte inspanning* en *sosiale invloed* 30% van die variansie in respondente se voorneme om GeoGebra te gebruik in hierdie studie verduidelik. Op sigself was dit egter net *sosiale invloed* wat geblyk het 'n direkte bepaler te wees van 'n respondent se voorneme om GeoGebra te gebruik, terwyl prestasieverwagting en verwagte inspanning nie beduidende voorspellers was van respondente se voorneme om op eie inisiatief GeoGebra te gebruik nie. Venkatesh *et al*. (2003) se hipoteses dat prestasieverwagting en verwagte inspanning respondente se voorneme om tegnologie te gebruik sou voorspel, is nie in hierdie studie bevestig nie, maar hul hipotese dat sosiale invloed doelbewuste gebruik van tegnologie sou voorspel, is bevestig. Venkatesh *et al*. (2003) het gevind dat fasiliterende omstandighede mense se besluit om tegnologie te gebruik (of nie) regstreeks beïnvloed. Laasgenoemde bevinding kon egter nie deur die huidige studie bevestig word nie. Venkatesh *et al*. (2003) se hipotese dat gebruikers se doelbewuste gebruik van tegnologie hul werklike gebruik van tegnologie voorspel, is in hierdie studie bevestig, aangesien dit met 'n 98.5%-vlak van vertroue (p = 0.015) gestel kon word dat onderwysers se *voorneme* om GeoGebra te gebruik, inderdaad hul werklike gebruik van

GeoGebra vir onderrig en leer voorspel. Aangesien daar gevind is dat *sosiale invloed* die enigste direkte bepaler van doelbewuste gebruik van GeoGebra is, moet navorsing in die toekoms onderneem word om te bepaal watter ingrypings nodig is om die sosiale invloed te versterk wat departementshoofde, kollegas, skoolhoofde en beheerliggame op onderwysers het ten opsigte van die meer algemene gebruik van GeoGebra vir die onderrig en leer van wiskunde.

Erkenning

Die finansiële hulp van die National Research Foundation (NRF) vir hierdie navorsing word hiermee erken. Menings en gevolgtrekkings is dié van die outeurs en nie noodwendig dié van die NRF nie.

Mededingende belange

Die outeurs verklaar hiermee dat hulle geen finansiële of persoonlike verbintenis het met enige party wat hul voordelig of nadelig kon beïnvloed in die skryf van hierdie artikel nie.

Outeursbydraes

G.H.S. was die studieleier van S.J.V. Die studie is onder die begeleiding van G.H.S. gedoen as deel van 'n NRF- projek. E.M.L. het die student bygestaan met die statistiese ontleding en interpretasie.

Literatuurverwysings

Birch, A., 2009, 'Preservice teachers' acceptance of information and communication technology integration in the classroom: Applying the unified theory of acceptance and use of technology model', Master's dissertation, University of Victoria, Canada.

Bu, L. & Schoen, R., 2011, *Model-centered learning: Pathways to mathematical understanding using GeoGebra,* Sense, Rotterdam.

Chrysanthou, I., 2008, 'The use of ICT in primary mathematics in Cyprus: The case of GeoGebra', Master's dissertation, University of Cambridge, viewed 01 July 2014, from http://www.geogebra.org/publications/2008-Chrysanthou-ICT-Primary-GeoGebra.pdf

Fitzallen, N., 2005, 'Integrating ICT into professional practice: A case study of four mathematics teachers', *Proceedings of the 28th Mathematics Education Research Group of Australasia*, pp. 353–360.

Hennessy, S., Ruthven, K. & Brindley, S. 2005, 'Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: Commitment, constraints, caution, and change', *Journal of Curriculum Studies* 37(2), 155–192. http://dx.doi.org/10.1080/0022027032000276961

Hew, K.F. & Brush, T., 2007, 'Integrating technology into K–12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research', *Educational Technology Research and Development* 55(3), 223–252. http://dx.doi.org/10.1007/s11423-006-9022-5

Howie, S.J. 2010, 'ICT-supported pedagogical policies and practices in South Africa and Chile: Emerging economies and realities', *Journal of Computer Assisted Learning* 26(6), 507–522. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00377.x

Howie, S.J. & Blignaut, A.S., 2009, 'South Africa's readiness to integrate ICT into mathematics and science pedagogy in secondary schools', *Education and Information Technologies* 14(4), 345–363. http://dx.doi.org/10.1007/s10639-009-9105-0

Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada V., Freeman, A. & Ludgate, H., 2013, *NMC Horizon report: 2013 K–12 edition,* The New Media Consortium, Austin, TX.

Keong, C., Horani, S. & Daniel, J., 2005, 'A study on the use of ICT in Mathematics teaching', *Malaysian Online Journal of Instructional Technology* 2(3), 43–51.

Lu, Y.W.A., 2008, 'Linking geometry and algebra: A multiple-case study of upper-secondary Mathematics teachers' conceptions and practices of GeoGebra in England and Taiwan', Master's dissertation, University of Cambridge, viewed 8 March 2015, from http://www.geogebra.org/publications/2008-Lu-GeoGebra-England-Taiwan.pdf

Ming, T.S., Murugaiah, P., Wah, L.K., Azman, H., Yean, T.L. & Sim, L.Y., 2010, 'Grappling with technology: A case of supporting Malaysian smart school teachers' professional development', *Australasian Journal of Educational Technology* 26(3), 400–416.

Mofokeng, P.L. & Mji, A., 2010, 'Teaching mathematics and science using computers: How prepared are South African teachers to do this?', *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 2(2), 1610–1614. http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.245

Raman, A., Don, Y., Khalid, R., Hussin, F., Omar, M.S. & Ghani, M., 2014, 'Technology acceptance on smart board among teachers in Terengganu using UTAUT Model', *Asian Social Science* 10(11), 84–91. http://dx.doi.org/10.5539/ass.v10n11p84

Sime, D. & Priestley, M., 2005, 'Student teachers' first reflections on information and communications technology and classroom learning: Implications for initial teacher education', *Journal of Computer Assisted Learning* 21(2), 130–142. http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2729.2005.00120.x

Varughese, J., 2011, 'The technology pedagogic challenges and enablers of grade eight Natural Science and Mathematics teachers in South African classrooms', PhD thesis, North-West University, South Africa.

Venkatesh, V., Morris, M.G., Gordon, B., Davis, G.B. & Davis, F.D., 2003, 'User acceptance of information technology: Toward a unified view', *MIS Quarterly* 27(3), 425–478.

Voigt, T. & Matthee, M., 2012, 'Tablets with restricted mobility: Investigating user acceptance in a South African Mathematics mobile learning project', *mLearn,* 172–179.

Wachira, P. & Keengwe, J., 2011, 'Technology integration barriers: Urban school mathematics teachers' perspectives', *Journal of Science Education and Technology* 20(1), 17–25. http://dx.doi.org/10.1007/s10956-010-9230-y

Williams, D., Coles, L., Wilson, K., Richardson, A. & Tuson, J., 2000, 'Teachers and technology: Current use and future needs', *British Journal of Educational Technology* 31(4), 307–320. http://dx.doi.org/10.1111/1467-8535.00164