



Metakognitiewe bewustheid, selfgerigtheid in leer en een leerprestasie van voornemende wiskundeonderwysers vir die intermediêre en senior fase

Author:

Marthie S. van der Walt¹

Affiliation:

¹School for Science and Technology, North-West University, Potchefstroom Campus, South Africa

Correspondence to:

Marthie van der Walt

Email:

marthie.vanderwalt@nwu.ac.za

Postal address:

Private Bag X6001, Potchefstroom 2520, South Africa

Dates:

Received: 15 Apr. 2014

Accepted: 14 July 2014

Published: 13 Nov. 2014

How to cite this article:

Van der Walt, M.S., 2014, 'Metakognitiewe bewustheid, selfgerigtheid in leer en een leerprestasie van voornemende wiskundeonderwysers vir die intermediêre en senior fase', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 33(1), Art. #1169, 9 pages. <http://dx.doi.org/10.4102/satnt.v33i1.1169>

Copyright:

© 2014. The Authors. Licensee: AOSIS OpenJournals. 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.

Daar is 'n gaping tussen die kennis en vaardighede wat leerders op skool aanleer, en die kennis en vaardighede wat in die werkplek en samelewing in die 21ste eeu nodig is. Metakognitiewe bewustheid en selfgerigtheid in leer is begrippe waarna daar in dié konteks in die 21ste eeu verwys word. Die doel van die huidige studie was tweeledig: eerstens, om die vlakke van metakognitiewe bewustheid en selfgerigtheid in die eie wiskundeleer van voornemende wiskundeonderwysers vir kinders in die intermediêre en senior fase in hul tweede en derde jaar in 'n BEd-program ($N = 77$) te ondersoek; en tweedens, om die korrelasie tussen subskale van metakognitiewe bewustheid en dimensies van selfgerigtheid in leer, asook leerprestasie in 'n wiskundemodule, onderling en wedersyds, te ondersoek. Die data is ingesamel deur die toepassing van twee vraelyste, naamlik die Metakognitiewe Bewustheidsvraelys (*Metacognitive Awareness Inventory* [MAI]) wat deur Schraw en Dennisson (1994) ontwikkel is en die Selfassesseringskaal vir Selfgerigte Leer (*Self-rating Scale of Self-directed Learning* [SRSSDL]) wat deur Williamson (2007) ontwikkel is. Beide vraelyste is aangepas vir voornemende wiskundeonderwysers se wiskundeleer en was beskikbaar in Engels, sowel as Afrikaans. Hierdie vraelyste het as riglyn gedien vir die ondersoek na die konsepte 'metakognitiewe bewustheid' en 'selfgerigte leer'. 'n Derde veranderlike in hierdie studie was een leerprestasie (wiskundemodulepunt wat respondente in die vorige semester behaal het). Vir die ontleding van die data is respondente se tellings, Cronbach α -koëffisiënte, en Pearson- (r) korrelasies bereken. Resultate en interpretasie van die statistiese analyses het bevestig dat daar verbande tussen die subskale of dimensies van die twee vraelyste onderling en wedersyds bestaan. Geen betekenisvolle korrelasies wat tussen leerprestasie enersyds, en die subskale van metakognitiewe vaardighede en dimensies van selfgerigte leer andersyds bestaan, is egter nie in hierdie studie bevestig nie.

Metacognitive awareness, self-directedness in learning and performance of prospective intermediate-senior phase mathematics teachers. There is a gap between the knowledge and skills taught at school and the knowledge and skills needed in the workplace and society. Metacognitive awareness and self-directedness in learning are concepts referred to in terms of the knowledge and skills needed for learning in the 21st century. The aim of this study was twofold: firstly, to investigate the levels of metacognitive awareness and self-directedness in the own mathematics learning of prospective intermediate and senior phase mathematics teachers (in their second or third year in a BEd programme) ($N = 77$); and secondly to explore the correlations between factors and subscales of metacognitive awareness, levels of self-directedness in their learning and a learning performance in a mathematics module. The data of the current study was collected by administering two questionnaires, namely the Metacognitive Awareness Inventory (MAI), developed by Schraw and Dennisson (1994) and the Self-rating Scale of Self-directed Learning (SRSSDL), developed by Williamson (2007). Both questionnaires were adapted for prospective teachers' learning in mathematics and were available in Afrikaans, as well as English. The questionnaires served as guidelines to investigate the concepts 'metacognitive awareness' and 'self-directedness in mathematics learning'. A third variable was a learning 'performance in mathematics' (module mark achieved by respondents in the previous semester). For purposes of data analysis, respondents' scores, Cronbach α -coefficients, and Pearson r -correlation coefficients were calculated. High Cronbach α -coefficients were found. Results and the interpretation of statistical analyses confirmed the existence of correlations between subscales or dimensions of the two questionnaires.

Oriëntering: Leer in die 21ste eeu

Daar bestaan 'n duidelike gaping tussen die kennis en vaardighede wat leerders op skool aanleer en die kennis en vaardighede wat in die werkplek en samelewing in die 21ste eeu nodig is (American Association of Colleges and Universities [AAC&U] 2002). Die effektiwiteit van



leer vir en in die alledaagse lewe, beroepe en samelewing, is 'n belangrike aangeleentheid vir alle opvoeders aan skole en hoëronderrysinstellings (Sendurur, Sendurur, Mutlu & Baser 2011).

Internasionale studies bevind dat wiskundeonderwysers dikwels self nie weet hoe om te leer nie (Programme for International Student Assessment [PISA] 2003). Navorsers soos Wirth en Perkins (2008) meen dat onderwysers dikwels aanneem dat omdat hulle onderrig gegee het, leerders geleer het, terwyl leerders op hul beurt aanneem dat hulle geleer het wanneer hulle die werk deurgelees en gememoriseer het. Voornemende onderwysers onderskat dikwels die konseptuele kompleksiteit van onderrig omdat hulle die meer sigbare roetinehandelinge in onderrig as die kern van 'beste praktyk' beskou (Hammerness *et al.* 2005; Loughran, Mulhall & Barry 2004). Hierdie onderwysers verskraal hul verwagting van hul voordiensopleiding na leer hoe om die klaskamer en leerders te bestuur. Volgens Reddy (2006) kan Suid-Afrikaanse leerders se swak prestasie in wiskunde, onder andere, toegeskryf word aan faktore soos onderwysers se ontoereikende voorbereiding of opleiding vir en begrip van onderrig-leer in wiskunde. Sodanige onvolledige begrip is 'n aspek waaraan daar in die opleiding van wiskundeonderwysers aandag geskenk behoort te word in 'n poging om prestasie in skoolwiskunde te verbeter.

Die Suid-Afrikaanse Kurrikulum- en Assesseringbeleidsverklaring (Departement van Basiese Onderwys [DBE] 2011) verwys direk en indirek na kennis en vaardighede wat leerders in die 21ste eeu nodig sal kry. Die verklaring stel in die vooruitsig dat leerders benewens vakinhoudskennis en -vaardighede ook oor kennis en vaardighede moet beskik om hulself en hul aktiwiteite verantwoordelik en doeltreffend te kan organiseer en bestuur, ten einde meer gevorderde kennis en vaardighede te bekom. In die huidige studie word na hierdie algemene en spesifieke doelwitte wat die Departement van Basiese Onderwys (DBE 2011) stel, as die 'metakurrikulum' verwys. Laasgenoemde impliseer dat metakognitiewe bewustheid eksplisiet in onderrig-leer in wiskunde klasse geïntegreer en gefasiliteer moet word om selfgerigtheid vir lewenslange leer te ontwikkel (American Institute for Research [AIR] 2010). Die metakurrikulum word tans nie eksplisiet en direk in wiskunde klaskamers geïntegreer of onderrig nie. Elke wiskundeonderwyser se kennis van die vak, van onderrig in die vak, van leerders se leer en leerstrategieë in die vak, beïnvloed die kwaliteit van leerders se leer (Ball, Hill & Bass 2005) en verhoog of verskraal die inhoud, omvang en diepte van verstaan en leer in Wiskunde (Maree 2010). Wiskundeonderwysers kan leerders se vermoëns fasiliteer om wiskunde optimaal te leer (AIR 2010; Cheng *et al.* 2010).

Metakognitiewe bewustheid en selfgerigtheid in leer word beskou as die boustone van kennis en vaardighede wat lewenslange leer in die 21ste eeu fasiliteer. Die uitgangspunt in hierdie studie is dat wiskundeonderwysers – as leerders – self moet weet hoe om in wiskunde te leer en dat hulle in hul

opleiding voorberei behoort te word om die metakurrikulum (metakognitiewe aktiwiteite) te ontwikkel en in hul wiskunde klasse toe te pas.

Metakognitiewe vaardighede en selfgerigtheid in leer

Selfgerigtheid, asook metakognitiewe bewustheid in leer, word sedert die laat sewentigerjare van die vorige eeu nagevors.

Metakognitiewe bewustheid in leer

Kognitiewe strategieë help om kognitiewe take uit te voer (bv. die herroep van inligting uit die geheue; die ontleding van klank en beelde; afleidings maak; die interpretasie van teks), terwyl metakognitiewe bewustheid help om te verstaan hoe die taak uitgevoer is of moet word, die monitoring van vordering met die kognitiewe taak en besinning oor die beplanning, uitvoering en afhandeling van die taak (AIR 2010; Dunlosky & Metcalfe 2009).

Metakognisie is 'n komplekse fenomeen (Sendurur *et al.* 2011) wat deur Coutinho en Neuman (2008) as denkprosesse van die hoër orde beskryf word. Sungur en Tekkanya (2006) sien dit as die mate waartoe leerders metakognitief by hul eie leer betrokke raak om hulle in staat te stel om bewustelik hul eie leer te monitor en te beplan, hul eie prestasie te analiseer en om vaardighede en strategieë te identifiseer wat vereis word om 'n bepaalde taak suksesvol uit te voer. Ertmer en Newby (1996) onderskei twee aspekte van metakognitiewe bewustheid, naamlik metakognitiewe selfkennis en die selfregulering van kognisie. Selfkennis stel die leerders in staat om oor hul eie begrip, asook oor vermoëns en affektiewe ervarings voor, tydens en ná die leerproses te reflekteer (Artzt & Armour-Thomas 1992). Drie selfkennisprosesse bevorder prestasie (Ozsoy & Ataman 2009). Leerders dra eerstens kennis van hulself en ander as leerders (wat? = verklarende kennis); tweedens van strategieë (watter? = prosedurele kennis), en derdens van wanneer watter strategie waardevol is (wanneer? hoe? = voorwaardelike kennis) (Ertmer & Newby 1996).

Sungur en Tekkanya (2006) beskou selfgereguleerde strategieë as die maniere waarop leerders beplan om strategieë te implementeer, vordering te monitor, foute wat gemaak is te verstaan en reg te stel, en hul eie leer evalueer om hul prestasie te verbeter (Swanson 1990; Ozsoy & Ataman 2009).

Kennis en vaardighede om effektief te leer sluit die vermoë in om te reflekteer oor hoe geleer is en om leergedrag aan te pas tydens die voltooiing van 'n leertaak. Dit word bevorder wanneer kognitiewe en metakognitiewe kennis en vaardighede eksplisiet met vakinhoud geïntegreer, onderrig, toegepas en geassesseer word (Cheng *et al.* 2010).

Selfgerigtheid in leer

Selfgerigtheid in leer word deur Guglielmino en Long (2011) gedefinieer as 'n dinamiese kombinasie van *houdings en*



vaardighede wat deur opvoedkundige instellings ontwikkel word. Hiemstra (1994) sien dit as 'n proses waartydens leerders verantwoordelikheid neem vir die beplanning, implementering en evaluering van hul eie leer – individueel of saam met ander leerders. Knowles, Holton en Swanson (1998) meen dat *psigologiese en sosiale ontwikkeling* tot selfgerigtheid in leer lei. Volgens Knowles (1975) is selfgerigte leerders gemotiveerd en neem hulle die verantwoordelikheid om doelgerig te leer, wat as 'n *ingesteldheid of eienskap* eerder as waarneembare gedrag beskou word (Northwest Regional Educational Laboratory [NWREL] 2004). Selfgerigte leerders beskik oor die vaardighede om inligting te vind wat nodig is om 'n taak uit te voer en dit te verwerk. Hulle bestuur die situasie, sosiale omgewing, hulpbronne en aktiwiteite met die oog daarop om prosesse soos evaluering en regulering van kognitiewe leerstrategieë te monitor en die taak suksesvol uit te voer (NWREL 2004).

Guglielmino (1977), Fisher, King en Tague (2001), Williamson (2007) en Cheng *et al.* (2010) (die outeur[s] van verskillende SDL-vraelyste) verskil wat betref die identifisering van eienskappe, vaardighede of kundighede om volwasse leerders se vlakke van selfgerigtheid in leer te ondersoek. Enkele van dié eienskappe sluit in 'n openheid en bewustheid van leer; selfbegrip as effektiewe leerder wat onafhanklik leer; verantwoordelikheid neem vir eie leer; 'n sigbare liefde vir leer; die stel van leerdoelwitte; aktiewe leer; selfbestuur en kontrole oor leerstrategieë, probleemoplossing, selfassessering; en die soek na en neem van besluite rakende hulpbronne en interpersoonlike kommunikasievaardighede.

Konsepte soos leerders se motivering, metakognisie, eie doeltreffendheid, lokus van kontrole en doelwit oriëntasie is begrippe wat die verstaan van selfgerigtheid in leer fasiliteer (Dyan, Cate & Rhee 2008; NWREL 2004). Lee, Teo en Chai (2010) meen dat ontoereikende selfgereguleerde leergedrag selfgerigtheid verhoed of negatief beïnvloed.

Die skakel tussen metakognisie en selfgerigtheid in leer in wiskundeonderwys

Volgens Bracey (2010) en Dyan *et al.* (2008) is selfgerigte leer en metakognitiewe bewustheid belangrike vaardighede vir lewenslange leer. Williams (2004) is van mening dat volwasse leerders tydens hul professionele opleiding en voorbereiding by voortdurende en lewenslange leer betrokke behoort te raak en daarvan bewus gemaak moet word.

Die siening van Guglielmino (1977, 2008) dat 'n leerder se selfgerigtheid in leer deur (metakognitiewe) bewuswording en oefening bevorder word, verwys direk en indirek na die kennis en selfregulering van kognisie wat eksplisiet in die klaskamer (skool of tersiêre instelling) bekend gestel en onderrig behoort te word (Wirth & Perkins 2008). Okoro en Chukwudi (2011) definieer selfgerigtheid in leer as 'n *onderrig-leerbenadering* wat leerders se aktiewe betrokkenheid by hul eie leer vereis en wat hul metakognitiewe vaardighede

aktiveer om hul denke, selfassessering, kritiese denke, doelwitstelling, beplanning en leesbegrip te bestuur. Metakognitiewe bewustheid en selfgerigtheid in leer kan onderskei, maar nie geskei word nie, en beide speel 'n belangrike rol in, onder andere, akademiese prestasie.

Die doel van hierdie studie word vervolgens verduidelik en die navorsingsontwerp bespreek. Die resultate word weergegee en ontleed ten einde die metakognitiewe bewustheid en selfgerigte leergedrag van voornemende wiskundeonderwysers vir die intermedieë en senior fase te identifiseer. Betroubaarheid, tellings en korrelasies van faktore, subskale en dimensies van die MAI- en SRSSDL-vraelyste met werklike prestasie (wiskundemodulepunt in die vorige semester) word weergegee en geïnterpreteer. Laastens word die bevindings kortliks bespreek en enkele aanbevelings gemaak.

Doel van die studie

Die doel van hierdie studie was om die assessering van voornemende wiskundeonderwysers vir leerders in die intermedieë en senior fase van hul eie waargenome, metakognitiewe bewustheid en selfgerigtheid in wiskundeleer te ondersoek deur die toepassing van twee vraelyste: Metakognitiewe Bewustheidsvraelys (Schraw & Dennison 1994); en die Selfassesseringskaal vir Selfgerigte Leer of SRSSDL-vraelys (Williamson 2007). Verder is korrelasies tussen faktore, subskale en dimensies van metakognitiewe bewustheid en/of selfgerigtheid in leer, en/of 'n leerprestasie (wiskundemodulepunt) bepaal en ondersoek. Hierdie studie dien as die situasie-analise van 'n longitudinale studie (opvoedkundige ontwerpnavorsing) waartydens 'n metakognitiewe metakurrikulum (metakognitiewe aktiwiteite, soos selfassessering) ontwikkel en geïntegreer word met wiskunde-inhoud (kurrikulum) om voornemende wiskundeonderwysers se selfgerigtheid in leer te bevorder.

Navorsingsontwerp

'n Kwantitatiewe benadering is gevolg. Voornemende laerskoolwiskundeonderwysers ($N = 77$) in hul tweede en derde jaar het die genoemde twee vraelyste voltooi. Die tellings van faktore en subskale van metakognitiewe bewustheid en die dimensies van selfgerigtheid in wiskundeleer, asook die korrelasies tussen metakognitiewe bewustheid en selfgerigte leer en 'n leerprestasie (wiskundemodulepunt) ($N = 64$) is ondersoek.

Steekproef

'n Bepaalde, doelgerigte steekproef ($N = 77$) is in die studie gebruik, naamlik voornemende wiskundeonderwysers in hul tweede en derde jaar van 'n BEd-program aan een universiteit wat op uitnodiging aan die studie deelgeneem het. Afrikaans was die taal van onderrig, terwyl simultane tolking in Engels beskikbaar was vir studente wat dit so verkies het. Agtien van hierdie studente is manlik en 59 vroulik.



Van die 77 respondente het 13 die twee vraelyste nie volledig voltooi nie en hul protokolle is dus weggelaat ($N = 64$). Verder was 61 uit die 77 respondente vir een van die twee wiskundemodules (tweede of derde jaar) van die vorige semester geregistreer. Sestien respondente het nie 'n wiskundemodulepunt vir die vorige semester gehad nie omdat hulle dié module herhaal of hul hoofvak verander het.

Een leerprestasie naamlik die wiskundemodulepunt wat respondente in die vorige semester behaal het, word in Tabel 1 weergegee. Die wiskundemodules vir wiskundeonderwysers van leerders in die intermedieëre en senior fase is probleem- en leerdergesentreerd.

Sestien uit die 61 respondente vir wie daar 'n modulepunt was, het 60% of meer behaal, terwyl 40 'n modulepunt tussen 50% en 59% behaal en vyf studente gedruip het.

Etiese aspekte

Die respondente se waardigheid en anonimiteit is deurgaans gerespekteer. Beide die etiekomitee aan die Fakulteit Opvoedingswetenskappe en die respondente self het ingeligte toestemming gegee dat die response ontleed mag word.

Beperkings van die ondersoek

Die steekproef was klein en die veralgemeningspotensiaal van die bevindings dus uiters beperk. Die kwantitatiewe benadering dui slegs aan wat die algemene tendens is van

TABEL 1: Frekwensies van een leerprestasie (wiskundemodulepunt) wat voornemende wiskunde-onderwysers vir die intermedieëre en senior fase in hul tweede en derde jaar (BEEd) in die vorige semester behaal het.

Leerprestasie	Modulepunt (%)	Getal
Onderskeiding	75 en meer	6
Slaag	74–70	2
	69–65	8
	64–60	11
	59–55	12
	54–50	17
Druip	Minder as 50	5
Totaal	-	61

respondente in hierdie studie se waargenome assessering van hulself as metakognitief bewus en/of selfgerig in een leerprestasie in wiskunde.

Een leerprestasie (die wiskundemodulepunt wat in die vorige semester behaal is) was die derde veranderlike. Hierdie wiskunde-inhoude word vanuit 'n konstruktivistiese perspektief aangebied deur, onder andere, wiskundige konsepte en prosesse (en die uiteensetting daarvan); kommunikasie en voorstelling in Wiskunde (byvoorbeeld simbole, diagramme, tabelle en modelle); wiskundige denke; Wiskunde wanneer probleemoplossing geïmplementeer word as wyses waarop voornemende wiskundeonderwysers voorberei word om die gespesialiseerde aard van onderrig-leer van Wiskunde te verstaan, verduidelik, vergelyk, demonstreer en implementeer; probleemoplossing uit te voer; en leerders se foute en probleme te diagnoseer, en aandag daaraan te gee. In die tweedejaar-module (eerste semester) is die wiskunde-inhoud 'getalle' (inhoudsarea 1) (DBE 2011) en in die derde jaar (eerste semester) 'datahantering en waarskynlikheid' (inhoudsarea 5) (DBE 2011). Die wiskundemodulepunt sluit sowel die deelname- as die eksamenpunt in.

Data-insamelingsprosedures

Twee vraelyste (beskryf in Tabele 2 en 3), wat albei vir volwasse leerders ontwikkel is, is in dieselfde week aan die begin van die tweede semester van 2013 voltooi. Beide vraelyste is aangepas vir voornemende wiskundeonderwysers se leer in Wiskunde en was in Engels en Afrikaans beskikbaar. Beide vraelyste bied die geleentheid vir leerders om die konsepte 'metakognitiewe bewustheid' en 'selfgerigheid in leer' beter te verstaan en die resultate voorsien inligting rakende leerbehoefes van die bepaalde groep leerders om toepaslike intervensies te beplan en te implimenteer. Die besluit om die MAI-vraelys (Schraw & Dennison 1994) in hierdie studie toe te pas spruit voort uit die konseptuele raamwerk wat in die studie as uitgangspunt aanvaar is, sowel as die betroubaarheid en geldigheid wat ander navorsers soos Sperling *et al.* 2004, Young en Fry 2008

TABEL 2: Beskrywing van die faktore en subskale van die *Metacognitive Awareness Inventory*-vraelys (Metakognitiewe Bewustheidsvraelys).

Faktor	Sub-skale	Beskrywing	Getal items
Vraelys	-	Assesseer die mate waarin 'n leerder sy of haar metakognitiewe bewustheid van sy of haar eie leerproses waarneem	52
Faktor 1: Kennis van kennis	-	Kennis van kennis meet die leerder se bewustheid van sy of haar sterk- en swakpunte, kennis van strategieë en waarom en wanneer strategieë toepaslik is	17
	Verklarende kennis	Eie vaardighede, intellektuele bronne en vermoëns as leerder	8
	Prosedurele kennis	Hoe leerstrategieë geïmplementeer word	4
	Voorwaardelike kennis	'Wanneer' en 'hoe' spesifieke leerstrategieë toepaslik is	5
Faktor 2: Selfregulering van kennis	-	Selfregulering van kennis meet kennis van beplanning, implementering, monitering en evaluering van toepaslike strategieë	35
	Beplanning	Beplanning, doelwitstelling, toekenning van hulpbronne	7
	Bestuur van inligting	Ordering van vaardighede en strategieë om inligting meer effektief te verwerk (bv. organisering, uitbreiding, opsomming, keuses rakende die fokus van die taak)	10
	Monitering van verstaan	Assessering van vordering in leer of implementering van strategieë	7
	Ontfoutingstrategieë	Strategieë wat geïmplementeer word om wanbegrippe en foute te vind en reg te stel	5
Evaluering	Ontleding van die effektiwiteit waarmee 'n taak uitgevoer of afgehandel is en van strategieë wat geïmplementeer is	6	

Bron: Schraw, G. & Dennison, R.S., 1994, 'Assessing metacognitive awareness', *Contemporary Educational Psychology* 19, 475–475



en Yesilyurt 2013 gevind het. Verder het die navorsers in die fakulteit opvoedingswetenskappe aan die universiteit ooreengekom om Williamson (2007) se SRSSDL-vraelys toe te pas vir die assessering van selfgerigtheid in leer. Vervolgens word dié vraelyste met die faktore, subskale en dimensies in tabelvorm weergegee.

Schraw en Dennison (1994) se MAI-vraelys bestaan uit 52 items wat op twee faktore – ‘kennis van kennis’ en ‘selfregulering van kennis’ – laai en agt subskale onderskei (sien Tabel 2).

Williamson (2007) se SRSSDL-vraelys bestaan uit 60 items en vyf dimensies (sien Tabel 3). ’n Derde veranderlike wat in hierdie studie-onderzoek is, is een leerprestasie (wiskundemodulepunt) wat respondente in die vorige semester behaal het.

Dataverwerkingsprosedures

Cronbach α -koëffisiënte is bereken om die betroubaarheid van die data te bepaal (Pallant 2005). Pearson r -korrelasiekoëffisiënte is bereken om korrelasies tussen die faktore, subskale, dimensies van die twee vraelyste en ’n leerprestasie (wiskundemodulepunt) te bepaal en te ondersoek.

Resultate

Betroubaarheid van data

Volgens Schraw en Dennison (1994) was die oorspronklike interne konsekwentheid van die faktore en subskale van die MAI-vraelys, soos gemeet deur die Cronbach α -koëffisiënte, uitstekend en het dit van .93 tot .81 gewissel. Hoë Cronbach

α -koëffisiënte (tussen .71 en .92) is ook in hierdie studie vir die onderskeie faktore en subskale van die MAI-vraelys bevind.

Volgens Williamson (2007) het die SRSSDL-vraelys hoë interne konsekwentheid gerapporteer met Cronbach α -koëffisiënte wat gewissel het vanaf .71 tot .79. In die huidige studie is hoë Cronbach α -koëffisiënte (tussen .73 en .86) gemeet vir die dimensies van die SRSSDL-vraelys.

Resultate van die totale, gemiddeldes en standaardafwykings van faktore, subskale en die dimensies van die MAI- en SRSSDL-vraelyste onderskeidelik word vervolgens aangebied.

Dit blyk uit Tabel 4 dat die respondente hulself waarnaem as wiskundeleerders wat oor metakognitiewe kennis beskik, soos blyk uit die gemiddelde tellings wat hulle in dié subskale aan hulself toegeken het (bv. 23.83 uit ’n moontlike 30 tellings vir voorwaardelike kennis). Hierdie respondente het hulself as selfgereguleerde wiskundeleerders waargeneem, te oordeel na die hoë gemiddelde tellings wat hulle in dié subskale aan hulself toegeken het (bv. ’n gemiddeld van 47.27 uit ’n moontlike 60 vir die bestuur van inligting).

Uit Tabel 5 blyk dit verder dat die respondente hulself as selfgerigte wiskundeleerders waargeneem het, te oordeel na die gemiddelde tellings wat hulle vir hulself toegeken het in die dimensies van die SRSSDL-vraelys (bv. ’n gemiddeld van sowat 45 uit ’n moontlike 60).

Vervolgens word Pearson r -korrelasiekoëffisiënte tussen ’n leerprestasie (wiskundemodulepunt) en die onderskeie faktore, subskale en dimensies van die MAI- en SRSSDL-vraelyste onderskeidelik in tabelvorm weergegee en geïnterpreteer.

TABEL 3: Beskrywing van die *Self-rating Scale of Self-directed Learning*-vraelys (Selfassesseringskaal vir selfgerigte leer).

Veranderlike	Beskrywing	Getal items
Bewustheid	Verstaan van dié faktore wat leer ondersteun	12
Leerstrategieë	Aanpassing van toepaslike strategieë	12
Leeraktiwiteite	Vooraf vereiste leeraktiwiteite waarby leerders aktief betrokke raak	12
Evaluering van selfgerigtheid in leer	Eienskappe van leerders wat hul eie leeraktiwiteite monitor	12
Interpersoonlike kommunikasie-vaardighede	Leerders se interpersoonlike kommunikasievaardighede	12
Totale getal items SRSSDL	-	60

Bron: Williamson, S.N. 2007, 'Development of a self-rating scale of self-directed learning', *Nurse Researcher* 14(2), 66–83
Algemene beskrywing van die vraelys: Assesseer die mate waarin ’n leerder sy of haar eie leerprosesse selfgerig benader.
SRSSDL, *Self-rating Scale of Self-directed Learning*.

TABEL 4: Resultate van totale, gemiddeldes en standaardafwykings van faktore en subskale van *Metacognitive Awareness Inventory*-vraelys.

Veranderlikes	Getal items	Gemiddelde \bar{x}	Standaardafwykings d	Totaal
Totale metakognitiewe kennis	17	-	-	-
Verklarende kennis	8	37.74	5.10	48
Prosedurele kennis	4	18.81	2.80	24
Voorwaardelike kennis	5	23.83	3.14	30
Metakognitiewe selfregulering	35	-	-	-
Beplanning	7	31.51	5.27	42
Bestuur	10	47.27	6.35	60
Monitering	7	30.59	4.92	42
Ontfoutingstrategieë	5	24.72	3.47	30
Evaluering	6	25.47	5.15	36

$N = 64$.



Resultate van inferensiële statistiese tegnieke

Cohen (1990) stel die volgende riglyne vir Pearson r -korrelasiekoëffisiënte voor: 'n klein korrelasie word deur 'n r -waarde kleiner as .30 aangedui, 'n mediumkorrelasie deur r -waarde groter as .30 en kleiner as .50; en 'n groot korrelasie deur 'n r -waarde groter as .50.

Schraw en Dennison (1994) het groot korrelasies tussen kennis en selfregulering van kennis in die MAI-vraelys ($r = .45$) gevind, wat op 'n sterk verband tussen hierdie veranderlikes dui. Volgens Tabel 6 is groot, positiewe korrelasies ($r > .50$, $N = 64$ / $N = 77$, betekenisvol by die 0.05-vlak) in hierdie studie tussen die subskale van die MAI-vraelys onderling gevind. Dit dui daarop dat hoë (lae) korrelasies in een subskaal sterk assosieer met hoë (lae) waardes in 'n ander subskaal. Verdere blyk dit uit Tabel 6 dat geen betekenisvolle korrelasies tussen een leerprestasie (wiskundemodulepunt) en die subskale van die MAI-vraelys gevind is nie.

Groot, positiewe korrelasies ($r > .5$, $N = 61$ / $N = 77$, betekenisvol by .05-vlak) is gevind tussen dimensies van die SRSSDL-vraelys, naamlik leeraktiwiteit met bewustheid sowel as leerstrategieë; evaluering met

bewustheid sowel as leerstrategieë; en interpersoonlike kommunikasievaardighede met leeraktiwiteit sowel as evaluering. Hierdie korrelasies dui op 'n sterk verband tussen die dimensies onderling, wat beteken dat hoë (lae) waardes in een subskaal sterk assosieer met hoë (lae) waardes in 'n ander subskaal. Mediumgrootte, positiewe korrelasies ($.3 < r < .5$, $N = 61$ / $N = 77$, betekenisvol by .01-vlak) is bevind tussen dimensies van die SRSSDL-vraelys onderling (bv. bewustheid met leerstrategieë, sowel as interpersoonlike kommunikasievaardighede; en leerstrategieë met evaluering, sowel as interpersoonlike kommunikasievaardighede).

Dit blyk ook uit Tabel 7 dat die een leerprestasie (wiskundemodulepunt) op mediumvlak ($.3 < r < .5$, $N = 61$ / $N = 77$, betekenisvol by .01/.05-vlak) met bewustheid, leeraktiwiteit en evaluering korreleer. Geen betekenisvolle korrelasies is tussen die een leerprestasie (wiskundemodulepunt) en leerstrategieë of interpersoonlike kommunikasievaardighede, onderskeidelik, gevind nie. Mediumgrootte tot sterk, positiewe korrelasies (tweede orde) ($r > .5$, $N = 77$, betekenisvol by .01-vlak) (Tabel 8) is gevind tussen die subskale en dimensies van die twee vraelyste. Hierdie korrelasies dui aan dat daar 'n sterk onderlinge en

TABEL 5: Resultate van totale, gemiddeldes en standaardafwykings van die dimensies van *Self-rating Scale of Self-directed Learning*-vraelys.

Veranderlikes	Getal items	Gemiddelde x	Standaardafwykings d	Totaal
Bewustheid	12	45.90	6.41	60
Leerstrategieë	12	44.62	5.51	60
Leeraktiwiteit	12	44.71	5.79	60
Evaluering	12	45.44	5.80	60
Interpersoonlike kommunikasievaardighede	12	47.14	5.88	60
Totale SRSSDL	60	-	-	-

$N = 64$.

SRSSDL, *Self-rating Scale of Self-directed Learning*.

TABEL 6: Pearson-korrelasies (r) tussen een leerprestasie (wiskundemodulepunt [$N = 61$]), faktore en subskale van *Metacognitive Awareness Inventory*-vraelys.

Veranderlikes	MP ($N = 61$)	VK	PK	VWK	BP	IVB	MV	OS	E SRL
Modulepunt	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Verklarende kennis	.17	1	-	-	-	-	-	-	-
Prosedurele kennis	.14	.79**	1	-	-	-	-	-	-
Voorwaardelike kennis	.11	.80**	.74**	1	-	-	-	-	-
Beplanning	.13	.66**	.66**	.68**	1	-	-	-	-
Inligtingverwerkingsbestuur	.23	.75**	.71**	.81**	.68**	1	-	-	-
Monitering van verstaan	.15	.71**	.77**	.76**	.87**	.77**	1	-	-
Ontfouting-strategieë	.20	.58**	.65**	.65**	.68**	.69**	.69**	1	-
Evaluering	.02	.58**	.64**	.69**	.79**	.70**	.81**	.69**	1

$N = 77$.

MP, Modulepunt; VK, Verklarende kennis; PK, Prosedurele kennis; VWK, Voorwaardelike kennis; BP, Beplanning; IVB, Inligtingverwerkingsbestuur; MV, Monitering van verstaan; OS, Ontfouting-strategieë; E SRL, Evaluering.

** , Korrelasie is betekenisvol by 0.01-vlak (2de orde); * , korrelasie is betekenisvol by 0.05-vlak (2de orde).

TABEL 7: Pearson-korrelasies (r) tussen een leerprestasie (wiskundemodulepunt [$N = 61$]) en dimensies van *Self-rating Scale of Self-directed Learning*-vraelys.

Veranderlikes	MP ($N = 61$)	BW	LS	LA	E SGL	IPK
Modulepunt	1	-	-	-	-	-
Bewustheid	.35**	1	-	-	-	-
Leerstrategieë	.16	.49**	1	-	-	-
Leeraktiwiteit	.30*	.66**	.55**	1	-	-
Evaluering	.35*	.64**	.45**	.66**	1	-
Interpersoonlike kommunikasie-vaardighede	.16	.37**	.46**	.54**	.57**	1

$N = 77$.

MP, Modulepunt; BW, Bewustheid; LS, Leerstrategieë; LA, Leeraktiwiteit; E SRL, Evaluering; IPK, Interpersoonlike kommunikasie-vaardighede.

** , Korrelasie is betekenisvol by 0.01-vlak (2de orde); * , korrelasie is betekenisvol by 0.05-vlak (2de orde).



wedersydse verband is tussen subskale en die dimensies van die MAI- en SRSSDL-vraelyste. Hoë (lae) vlakke van metakognitiewe bewustheid is met hoë (lae) vlakke van selfgerigtheid in leergedrag geassosieer. Positiewe mediumgrootte korrelasies ($.3 < r < .5$, $N = 61 / N = 77$, betekenisvol by .01-vlak) is gevind tussen die MAI-vraelys se subskale (verklarende, prosedurele en voorwaardelike kennis, beplanning, inligtingsverwerkingsbestuur en evaluering) en die leerstrategieëdimensie van die SRSSDL-vraelys. Ontfoutingstrategieë (MAI) het 'n klein of swak korrelasie met leerstrategieë (SRSSDL) getoon ($r = .27$, $N = 77$, korrelasie is betekenisvol by .05-vlak).

Bespreking

Die doel van hierdie studie was om die waargenome metakognitiewe bewustheid en selfgerigtheid van voornemende wiskundeonderwysers vir leerders in die intermediêre en senior fase in hul eie leer in wiskunde te ondersoek. Korrelasies tussen faktore, subskale en dimensies van metakognitiewe bewusheid (MAI) en/of selfgerigtheid (SRSSDL) in leer en/of een leerprestasie (wiskundemodulepunt) is ook ondersoek.

Uit Cronbach α -koëffisiënte het geblyk dat die interne samehang binne die MAI- en SRSSDL-vraelyste uitstekend was. Voornemende wiskundeonderwysers neem hul metakognitiewe bewustheid en selfgerigtheid in hul leergedrag in wiskunde op hoë vlakke waar (soos gemeet deur die gemiddeldes en standaardafwykings van subskale van die MAI-vraelys [Tabel 4] en dimensies in die SRSSDL-vraelys [Tabel 5]).

Soos verwag, het kennis van kognisie, selfregulering van kognisie, en selfgerigtheid in wiskundeleer onderling en wedersyds met mekaar verband gehou. Hier moet gewaarsku word dat 'verband hou met mekaar' nie oorsaak-gevolg impliseer nie. Dié bevinding dui daarop dat metakognitiewe bewustheid en selfgerigtheid in wiskundeleer met mekaar verband hou en moontlik die bevinding van navorsers soos Dyan *et al.* (2008) en Guglielmino (2013) in dié verband bevestig. Een rede vir hierdie verbande is dat beide metakognitiewe bewustheid en selfgerigtheid in leer beskryf word as basiese vaardighede vir lewenslange leer (Bracey 2010) en dat kennis en selfregulering van

kognisie selfgerigte leergedrag fasiliteer (Guglielmino 2008). Wanneer leerders volwassenheid in hul eie leer bereik, beplan, kontroleer en evalueer hulle hul eie leer en neem hulle verantwoordelikheid daarvoor (Ng 2008). Volgens Corkill en Koshida (1993) aktiveer komplekse wiskundeoplossing eerder bewustelike metakognisie as geoutomatiseerde kognisie, terwyl Swanson (1990) verskille in die implementering van leerstrategieë met verskille in metakognitiewe bewustheid, eerder as verskille in intellektuele vermoëns korreleer.

In teenstelling hiermee, toon die een leerprestasie (wiskundemodulepunt) geen betekenisvolle en sterk korrelasie onderling en wedersyds met subskale en dimensies van die twee vraelyste (Tabelle 6 en 7) nie. Alhoewel Sperling *et al.* (2004) geen korrelasies tussen tellings wat studente in die MAI-vraelys behaal en verskillende akademiese prestasies gevind het nie, het ander studies (Cornoldi 2012; Van der Walt, Maree & Ellis 2008; Young & Fry 2008) duidelike verbande tussen metakognitiewe bewustheid en/of selfgerigtheid in leer en leerprestasie gevind. Daar is wel verwag dat 'n hoë mate van metakognitiewe bewustheid in wiskundeleer met leerprestasie sou verband hou. 'n Moontlike rede vir die gebrek aan korrelasie is dat leerders hul eie vlak van metakognitiewe bewustheid en selfgerigtheid oorskakel of onderskat wanneer hulle hul eie leergedrag in wiskunde assesseer. Die voornemende wiskundeonderwysers weet moontlik wat effektiewe leergedrag vereis, maar implementeer dit nie wanneer hulle wiskunde leer, doen of probleme oplos nie, of dit kan miskien wees dat hulle hul waargenome leergedrag in terme van hul algemene leergedrag assesseer. Die metakurrikulum word moontlik indirek in die onderrig-leer in wiskunde geïntegreer, aangesien metakognitiewe bewustheid en selfgerigtheid in leer nie in isolasie nie, maar as geïntegreerde deel van die kurrikulum ontwikkel (NWREL 2004). Voornemende wiskundeonderwysers behoort eers self oor toepaslike onderrig-leerstrategieë te beskik voordat hulle dit in hul wiskundelesse geïntegreer kan fasiliteer. 'n Ander moontlike rede kan wees dat die summatiewe assessering, waaruit die modulepunt saamgestel is, vanuit 'n perspektief benader word van geoutomatiseerde kognisie, eerder as een van metakognitiewe bewustheid, of selfgerigte leergedrag deur voornemende onderwysers.

TABEL 8: Pearson-korrelasies (r) tussen subskale of dimensies van beide *Metacognitive Awareness Inventory*- en *Self-rating Scale of Self-directed Learning*-vraelyste.

Veranderlikes	Bewustheid	Leer-strategieë	Leer-aktiwiteite	Evaluering	Interpersoonlike kommunikasievaardighede
Verklarende kennis	.60**	.35**	.61**	.61**	.55**
Prosedurele kennis	.48**	.39**	.55**	.55**	.50**
Voorwaardelike kennis	.61**	.45**	.61**	.61**	.56**
Beplanning	.66**	.43**	.56**	.77**	.44**
Inligtingverwerkingsbestuur	.53**	.35**	.60**	.70**	.59**
Monitering van verstaan	.63**	.50**	.61**	.74**	.57**
Ontfoutingstrategieë	.57**	.27*	.56**	.70**	.50**
Evaluering	.56**	.46**	.55**	.71**	.51**

$N = 77$.

** , Korrelasie is betekenisvol by 0.01-vlak (2de orde); * , korrelasie is betekenisvol by 0.05-vlak (2de orde).



Aanbevelings

Een aanbeveling is dat voornemende wiskundeonderwysers die twee vraelyste as 'n voortoets invul, daarna 'n komplekse, lewenswerklike wiskunde probleem oplos of vir 'n wiskundetoets leer, en direk daarna weer dieselfde vraelyste voltooi. Wanneer hulle die wiskunde probleem oplos of leer, fokus hulle op 'wat?' en 'hoe?' hulle leer, en voltooi hulle daarna die vraelyste weer met die opdrag dat hulle die stellings moet assesseer soos hulle hul ervaring het tydens die voltooiing van dié spesifieke probleemoplossing of leer in wiskunde.

'n Ander aanbeveling is dat 'n kwalitatiewe benadering (individuele en/of fokusgroep-onderhoude) by dié studie ingesluit word. Dit kan waardevol wees om kwalitatiewe data in samehang met die resultate van die MAI- en SRSSDL-vraelyste te ondersoek om moontlike gebrekkige skatting, oorskating of onderskatting van metakognitiewe bewustheid of selfgerigtheid in onderrig-leer in wiskunde te identifiseer. Dié bevindings kan moontlik dien as riglyne om 'n intervensie te beplan en uit te voer – een wat 'n verskeidenheid onderrig-leerstrategieë direk en eksplisiet as metakurrikulum in wiskundemodules integreer en onderrig.

'n Derde aanbeveling is dat die tipe assesseringstake wat in hierdie modules gebruik word om die modulepunt saam te stel, krities hersien moet word.

Die moontlikheid dat ontoereikende kognitiewe en metakognitiewe bewustheid en selfgerigte leergedrag by voornemende wiskundeonderwysers hulself en die onderrig-leer van leerders in hul klasse negatief kan beïnvloed, behoort hoëronderriginstellings te noop om aandag te skenk aan die versterking van metakognitiewe bewustheid en selfgerigtheid in wiskundemodules.

Erkenning

Mededingende belange

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

Literatuurverwysings

American Association of Colleges and Universities (AAC&U), 2002, *Greater expectations: A new vision for learning as a nation goes to college*, National Panel Report, viewed n.d., from www.greaterexpectations.org

American Institute for Research (AIR), 2010, 'Teaching excellence in adult literacy Center', Fact Sheet no.4: *Metacognitive processes*, 1–4.

Artzt, A.F. & Armour-Thomas, E. 1992, 'Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups', *Cognition and instruction* 9, 137–175. http://dx.doi.org/10.1207/s1532690xc0902_3

Ball, D.L., Hill, H.C. & Bass, H., 2005, 'Knowing mathematics for teaching: Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide?', *American Educator* 29(1), 14–17, 20–22, 43–46.

Bracey, P.S., 2010, 'Self-regulated learning vs. Self-directed learning: twins or just friends?', in J. Sanchez & K. Xhang (eds.), *Proceedings of world conference on e-learning in corporate, government, healthcare and higher education*, pp. 1600–1607, AACE, Chesapeake, VA.

Cheng, S.F., Kuo, C.L., Lin, K.C. & Lee-Hsieh, J., 2010, 'Development of a preliminary testing of a self-rating instrument to measure self-directed learning ability of nursing students', *International Journal of Nursing Studies* 47, 1152–1158. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2010.02.002>

Cohen, J., 1990, 'Things I have learned (so far)', *American Psychologist* 45, 1304–1312. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.45.12.1304>

Corkill, A.J. & Koshida, D.T., 1993, 'Level of metacognitive awareness and calibration of performance: strategic knowledge makes a difference', paper presented at the annual conference of the *American Educational Research Association*, Atlanta, GA.

Cornoldi, C., 2012, 'Metacognition and the development of strategic study skills', key paper at the 5th Biennial Meeting of the EARLI Special Interest Group 16 – Metacognition, Milan, Italy, 05–08 September.

Coutinho, S.A. & Neuman, G., 2008, 'A model of metacognition, achievement goal orientation, learning style and self-efficacy', *Learning Environment Research* 11, 131–151. <http://dx.doi.org/10.1007/s10984-008-9042-7>

Departement van Basiese Onderwys (DBE), 2011, *Kurrikulum en assesseringbeleidsverklaring*, viewed n.d., from <http://www.education.gov.za>

Dunlosky, J. & Metcalfe, J., 2009, *Metacognition: A textbook for cognitive, educational, life span, and applied psychology*, Sage Publications, New York.

Dyan, L., Cate, T. & Rhee, M., 2008, 'A computer-based approach to fostering motivation and self-regulated learning', *The Journal of Experimental Education* 77(1), 3–18. <http://dx.doi.org/10.3200/JEXE.77.1.3-20>

Ertmer, P.A. & Newby, T.J., 1996, 'The expert learner: strategic, self-regulated, and reflective', *Instructional Science* 24, 1–24. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00156001>

Fisher, M., King, J. & Tague, G., 2001, 'Development of a self-directed learning readiness scale for nursing education', *Nurse Education Today* 21, 516–525. <http://dx.doi.org/10.1054/nedt.2001.0589>

Guglielmino, M., 1977, 'Development of the self-directed readiness scale', Doctoral dissertation, University of Georgia, Dissertation Abstracts International, 38, 6467A.

Guglielmino, L.M., 2008, 'Why self-directed learning?', *International Journal of Self-Directed Learning* 5(1), 1–13, viewed 30 March 2014, from <http://sdjglobal.com/journals.php>

Guglielmino, L.M., 2013, 'The case for promoting self-directed learning in formal education institutions', *SAeDUC Journal* 10(2), 1–18.

Guglielmino, L.M. & Long, H.B., 2011, 'Perspectives: The International Society for Self-Directed Learning and The International Self-Directed Learning Symposium', *International Journal of Self-Directed Learning* 8(1), 2011.

Hammerness, K., Darling-Hammond, L., Bransford, J., Berliner, D., Cochran-Smith, L., McDonald, M. et al., 2005, 'How teachers learn and develop', in L. Darling-Hammond & J. Bransford (eds.), *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*, pp. 359–389, Jossey-Bass, New York.

Hiemstra, R., 1994, 'Self-directed adult learning', in Husen et al. (eds.), *International Encyclopedia of Education*, n.p., Pergamon Press, Oxford.

Knowles, M.S., 1975, *Self-Directed learning: A guide for learners and teachers*, Follett Publishing, Chicago, Ill.

Knowles, M.S., Holton, E.G. & Swanson, R.A., 1998, *The adult learner: The definite classic in adult education and human resource development*, Gulf Publishing Company, Houston, TX.

Lee, C.B., Teo, T. & Chai, C.S., 2010, 'Profiling pre-service teachers' awareness and regulation of their own thinking: evidence from an Asian country', *Teacher Development* 14(3), 295–306. <http://dx.doi.org/10.1080/13664530.2010.504010>

Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A., 2004, 'In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice', *Journal of Research in Science Teaching* 41(4), 370–391. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.20007>

Maree, J.G., 2010, 'Critical appraisal of the system of education and prospects of meeting the manpower and developmental needs of South Africa', *Africa Insight* 40(2), 85–108.

Ng, W., 2008, 'Self-directed learning with web-based sites: How well do students' perceptions and thinking match their teachers?', *Teaching Science* 54(2), 24–30.

Northwest Regional Educational Laboratory (NWREL), 2004, *Office of planning and service coordination: Developing self-directed learners*, 1–7.

Okoro, C.O. & Chukwudi, E.K., 2011, 'Metacognitive strategies: A viable tool for self-directed learning', *Journal of Educational and Social Research* 1(4), 71–77.

Ozsoy, G. & Ataman, A., 2009, 'The effect of metacognitive strategy training on mathematical problem solving achievement', *International Journal of Educational Research* 92, 195–205.

Pallant, J., 2005, *SPSS survival manual: a step by step guide to data analysis using SPSS for Windows*, version 12, Allen & Unwin, Crows Nest, NSW.

Programme for International Student Assessment (PISA), 2003, *First results from PISA 2003, Executive Summary*, viewed n.d., from <http://www.pisa.oecd.org>

Reddy, V., 2006, *Mathematics and science achievement at South African schools in TIMSS 2003*, Education, Science and Skills Development Research Programme, HSRC Press, Cape Town.

Schraw, G. & Dennison, R.S., 1994, 'Assessing metacognitive awareness', *Contemporary Educational Psychology* 19, 460–475. <http://dx.doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>

Sendurur, E., Sendurur, P., Mutlu, N. & Baser, V.G., 2011, 'Metacognitive awareness of pre-service teachers', *International Journal on New Trends in Education and their Implications* 2(4), 102–107.

Sperling, R.A., Howard, B.C., Stanley, R. & DuBois, N., 2004, 'Metacognition and self-regulated learning constructs', *Educational Research and Evaluation* 10(2), 117–139. <http://dx.doi.org/10.1076/edre.10.2.117.27905>

Sungur, S. & Tekkaya, C., 2006, 'Effects of problem-based learning and traditional instruction on self-regulated learning', *The Journal of Educational Research* 99, 307–317. <http://dx.doi.org/10.3200/JOER.99.5.307-320>



- Swanson, H.L., 1990, 'Influence of metacognition knowledge and aptitude on problem solving', *Journal of Educational Psychology* 82(2), 306–314. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.82.2.306>
- Van der Walt, M.S., Maree, J.G. & Ellis, S.M., 2008, 'Metacognition in the learning of Mathematics in the senior phase; some implications for the curriculum', *International Journal of Adolescence and Youth* 14(3). <http://dx.doi.org/10.1080/02673843.2008.9748004>
- Williams, B., 2004, 'Self-direction in a problem-based learning programme', *Nurse Education Today* 24(4), 277–287. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2004.01.008>
- Williamson, S.N., 2007, 'Development of a self-rating scale of self-directed learning', *Nurse Researcher* 14(2), 66–83. <http://dx.doi.org/10.7748/nr2007.01.14.2.66.c6022>
- Wirth, K.R. & Perkins, D., 2008. *Learning to learn*, viewed 12 March 2014, from <http://www.malcafeater.edu/geology/wirth/learning.pdf>
- Yesilyart, E., 2013, 'Metacognitive awareness and achievement focused motivation as the predictor of the study process', *International Journal of Social Science & Education* 3(4), 1013–1026.
- Young, A. & Fry, J.D., 2008, 'Metacognitive awareness and academic achievement in college students', *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning* 8(2), 1–10.